



**UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E**  
**INGENIERÍA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS:**

**“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO  
WIRAND FF3, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y  
MECÁNICAS DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, IQUITOS,  
PERÚ - 2022”**

**AUTOR (es)** : Bach. Jorge Mario Arando Cardoza

Bach. Guillermo Anthony Vásquez Rengifo

**ASESOR** : Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera Ms.C

Ing. Claudia de Jesús Morales Aquituari Ms.C

Requisitos para optar al título profesional de Ingeniero civil

**San Juan Bautista - Maynas- Loreto- Perú**

**2023**

## DEDICATORIA

La presente tesis va dedicado a mis padres por haberme forjado como persona e inculcar valores en mí, por su apoyo incondicional. A mis familiares, pareja y amigos que me fortalecieron para seguir adelante y jamás darme por vencido y poder cumplir mis metas.

A mi tío Roberto que desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos.

J. M. A. C.

A mi madre.

G. A. V. R.

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente agradecemos a Dios quien es nuestro Guía en todo momento.

A nuestras familias por su comprensión, apoyo y estímulo constante para forjarnos como hombres de bien y de contribución a su sociedad.

Hacemos un apartado especial para saludar y agradecer la contribución de nuestros docentes, quienes nos impartieron horas de clases y de quienes adquirimos aprendizajes en virtud de nuestra formación profesional, desde las aulas de nuestra gloriosa alma máter, donde aprendimos a valorar cada uno de nuestros esfuerzos.

Los autores.

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD



*"Año de la Unidad, la paz y el desarrollo"*

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El Vicerrector de Investigación e Innovación  
de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO WIRAND FF3,  
EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO  
CEMENTO – ARENA, IQUITOS, PERÚ - 2022"**

De los alumnos: **JORGE MARIO ARANDO CARDOZA Y GUILLERMO ANTHONY VÁSQUEZ RENGIFO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **19% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 05 de Setiembre del 2023.

**Dr. Álvaro Tresierra Ayala**  
VICERRECTOR DE INV. E INNOVACIÓN-UCP

CIRA/ri-a  
271-2023

## UCP\_CIVIL\_ARANDO\_VASQUEZ\_V1

### INFORME DE ORIGINALIDAD

|                     |                     |               |                         |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| <b>19%</b>          | <b>19%</b>          | <b>2%</b>     | <b>9%</b>               |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

### FUENTES PRIMARIAS

|          |                                                                         |               |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>1</b> | <b>hdl.handle.net</b><br>Fuente de Internet                             | <b>6%</b>     |
| <b>2</b> | <b>repositorio.ucp.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                     | <b>3%</b>     |
| <b>3</b> | <b>repositorio.ucv.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                     | <b>3%</b>     |
| <b>4</b> | <b>repositorio.uss.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                     | <b>2%</b>     |
| <b>5</b> | <b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b><br>Trabajo del estudiante | <b>1%</b>     |
| <b>6</b> | <b>es.scribd.com</b><br>Fuente de Internet                              | <b>1%</b>     |
| <b>7</b> | <b>repositorio.unh.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                     | <b>&lt;1%</b> |
| <b>8</b> | <b>repositorio.unfv.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                    | <b>&lt;1%</b> |
| <b>9</b> | <b>repositorio.usanpedro.edu.pe</b><br>Fuente de Internet               | <b>&lt;1%</b> |



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jorge Arando  
Título del ejercicio: Civil Manuel Enrique Arevalo Diaz  
Título de la entrega: UCP\_CIVIL\_ARANDO\_VASQUEZ\_V1  
Nombre del archivo: UCP\_CIVIL\_ARANDO\_VASQUEZ\_V1.pdf  
Tamaño del archivo: 580.03K  
Total páginas: 47  
Total de palabras: 10,754  
Total de caracteres: 52,120  
Fecha de entrega: 05-sept.-2023 10:50a. m. (UTC-0400)  
Identificador de la entrega... 2158256762

### RESUMEN

La tesis denominada, "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO WIRAND FF3, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, (QUITOS, PEÑÚ - 2022)", es una investigación de diseño experimental, transaccional, correlacional, con 162 pruebas, repartidas en tresde iguales entre diseño patrón de concreto de 210 kg/m<sup>2</sup>, etc 0.60, de 150x150x150, con verificación de resistencia a los 7 y 28 días, sin adición de fibras de acero y con muestra de investigación con adición de fibras de acero de 15 kg/m<sup>3</sup>, 25kg/m<sup>3</sup> y 35kg/m<sup>3</sup>, verificación 7 y 28 días, se encontró que

Tras la realización de los ensayos, siguiendo el método científico, se encontró los valores promedio alcanzados a los 28 días, en resistencia a la flexión: 41kg/cm<sup>2</sup> con adición de 15kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero, 43 kg/cm<sup>2</sup> con adición de 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero y 45kg/cm<sup>2</sup> con adición de 35kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero. Así también,

La resistencia a la compresión se alcanzó su valor máximo de 271kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días con el diseño de adición de 15kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, y 268kg/cm<sup>2</sup> con el diseño de adición de 35kg/m<sup>3</sup>.

Así mismo, muestra una resistencia a la tracción indirecta con su máximo valor de 36.1kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, con adición de 25kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, y un módulo elástico que se incrementa con la adición de fibras de acero tipo Wirand FF3, que notablemente evidencia la influencia de la adición de estas, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento-arena, fabricado en Iquitos, con lo cual la hipótesis general queda confirmada.

**Palabras clave:** Concreto Cemento-Arena, Fibras Wirand FF3, flexión, compresión, tracción.

xv

# ACTA DE SUSTENTACIÓN



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°1061-2022-UCP-FCEI de fecha 11 de Noviembre de 2022, La FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- |                                              |            |
|----------------------------------------------|------------|
| • Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr. | Presidente |
| • Ing. Caleb Ríos Vargas, M. Sc.             | Miembro    |
| • Ing. Jeffrey Stefano Arévalo Flores, Mg.   | Miembro    |

Como Asesor: Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M. Sc.

Como Co Asesor: Ing. Claudia de Jesús Morales Aquituari, M. Sc.

En la ciudad de Iquitos, siendo las 19:00 horas del día Viernes 01 de Septiembre del 2023, de manera presencial supervisado por el secretario académico del programa académico de Ingeniería civil de la facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO WIRAND FF3, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, IQUITOS, PERÚ - 2022".

Presentado por los sustentantes:

**JORGE MARIO ARANDO CARDOZA Y  
GUILLERMO ANTHONY VÁSQUEZ RENGIFO**




Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA CON LA NOTA DE (15) QUINCE.**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.

|                                                                                                |                                                                                                    |                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>Miembro | <br>Presidente | <br>INGENIERO CIVIL<br>CIP. N° 16194<br>Miembro |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Contáctanos:

Iquitos - Perú  
085 - 26 1088 / 065 - 26 2240  
Av. Abelardo Quiliones Km. 2.5

Piñal Tarapoto - Perú  
42 - 58 5638 / 42 - 58 5640  
Leoncio Prado 1070 / Martínez de Compagnon 933

Universidad Científica del Perú  
www.ucp.edu.pe

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto publico el día Viernes 13 de Octubre del 2023, a las 19:00 Horas, en las Instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.



PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.



MIEMBRO DEL JURADO

Ing. Caleb Ríos Vargas, M. Sc.



MIEMBRO DEL JURADO

Ing. Jeffrey Stefano Arévalo Flores, Mg.



ASESOR

Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M. Sc.



CO ASESOR

Ing. Claudia de Jesús Morales Aquituari, M. Sc.



## TABLA DE CONTENIDO

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| DEDICATORIA .....                                  | II  |
| AGRADECIMIENTO .....                               | III |
| CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD.....                    | IV  |
| ACTA DE SUSTENTACIÓN .....                         | VII |
| TABLA DE CONTENIDO.....                            | IX  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                              | XII |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS.....                            | XIV |
| RESUMEN.....                                       | XV  |
| ABSTRACT.....                                      | XVI |
| 1.1. Antecedentes de estudio .....                 | 1   |
| 1.2. Bases Teóricas .....                          | 5   |
| 1.2.1. Fibras de acero .....                       | 5   |
| 1.2.1.1. Fibras de acero Fibras Wirand® .....      | 6   |
| 1.2.1.2. Fibras de acero FF3.....                  | 7   |
| 1.2.2. El Concreto .....                           | 7   |
| 1.2.2.1. El Cemento .....                          | 9   |
| 1.2.2.2. Cemento Portland .....                    | 9   |
| 1.2.2.3. Agregados.....                            | 10  |
| A. Agregado Fino.....                              | 12  |
| 1.2.3. Diseño de Mezcla.....                       | 19  |
| A. Propiedades del concreto en estado fresco ..... | 20  |
| B. Propiedades del Concreto Endurecido.....        | 22  |
| 1.3. Definición de términos básicos .....          | 23  |
| CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....       | 24  |
| 2.1. Descripción de Problema.....                  | 24  |
| 2.2. Formulación del proyecto .....                | 25  |
| 2.2.2. Problema general.....                       | 26  |
| 2.2.3. Problemas específicos.....                  | 26  |

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3. Hipótesis.....                                                                                                                                                                       | 27 |
| 2.4. Variables .....                                                                                                                                                                      | 27 |
| 2.4.2. Identificación de variables .....                                                                                                                                                  | 27 |
| 2.4.3. Operacionalización de Variables e Indicadores. ....                                                                                                                                | 28 |
| 2.5. Objetivos .....                                                                                                                                                                      | 28 |
| 2.5.2. Objetivo general .....                                                                                                                                                             | 28 |
| 2.5.3. Objetivos específicos .....                                                                                                                                                        | 28 |
| 2.6. Justificación de la Investigación .....                                                                                                                                              | 29 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....                                                                                                                                                           | 30 |
| 3.1. Tipo y diseño de la investigación.....                                                                                                                                               | 30 |
| 3.1.1. Tipo de Investigación .....                                                                                                                                                        | 30 |
| 3.1.2. Diseño de la Investigación .....                                                                                                                                                   | 30 |
| 3.1.3. Población y Muestra.....                                                                                                                                                           | 30 |
| 3.1.4. Técnicas:.....                                                                                                                                                                     | 31 |
| 3.1.5. Instrumentos: .....                                                                                                                                                                | 31 |
| 3.1.6. Procedimiento de recolección de datos .....                                                                                                                                        | 31 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....                                                                                                                                                             | 35 |
| 4.1. Determinación de la influencia de la adición de fibras de acero<br>Wirand FF3.....                                                                                                   | 35 |
| 4.1.1. Determinación de la influencia de la adición de fibras de<br>acero Wirand FF3, en la trabajabilidad de la consistencia del concreto<br>cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022. .... | 36 |
| 4.1.2. Determinación de la influencia de la adición de fibras de<br>acero Wirand FF3, en la resistencia a la compresión del concreto cemento<br>– arena, Iquitos, Perú – 2022.....        | 37 |
| 4.1.3. Determinación de la influencia de la adición de fibras de<br>acero Wirand FF3, en el costo de la elaboración del concreto cemento –<br>arena, Iquitos, Perú – 2022.....            | 40 |

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES |     |
| 43                                                    |     |
| 5.1. Discusión .....                                  | 43  |
| 5.2. Conclusiones .....                               | 46  |
| 5.3. Recomendaciones. ....                            | 49  |
| Referencias Bibliográficas .....                      | 51  |
| ANEXOS.....                                           | 56  |
| ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....                  | 58  |
| ANEXO 2: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO .....                | 59  |
| ANEXO 3: DISEÑO DE MEZCLA.....                        | 65  |
| ANEXO 4: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....            | 70  |
| ANEXO 5: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN .....               | 87  |
| ANEXO 6: ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA .....           | 93  |
| ANEXO 7: MÓDULO ELÁSTICO.....                         | 104 |
| ANEXO 8: COSTO UNITARIO DE CONCRETO .....             | 132 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. características comerciales del producto FF3 .....                                                  | 7  |
| Tabla 2. Operacionalización de Variables e indicadores .....                                                 | 28 |
| Tabla 3. Diseño de la Investigación.....                                                                     | 30 |
| Tabla 4. Distribución de muestra patrón .....                                                                | 31 |
| Tabla 5. Distribución de muestra de investigación.....                                                       | 31 |
| Tabla 6. Normativa de aplicación .....                                                                       | 33 |
| Tabla 7. Propiedades del concreto en estado fresco – normativa.....                                          | 33 |
| Tabla 8. Propiedades del concreto en estado endurecido – normativa.....                                      | 34 |
| Tabla 9. Resumen de datos de diseño de mezcla. ....                                                          | 36 |
| Tabla 10. Composición de 1m <sup>3</sup> de concreto fresco corregido. ....                                  | 36 |
| Tabla 11. Valores de 1m <sup>3</sup> de concreto en estado endurecido - Muestra patrón .....                 | 37 |
| Tabla 12. Valores de 1m <sup>3</sup> de concreto en estado endurecido – M. nvestigación 15kg.<br>.....       | 37 |
| Tabla 13. Valores de 1m <sup>3</sup> de concreto en estado endurecido – M. Investigación 25kg<br>de FF3..... | 38 |
| Tabla 14. Valores de 1m <sup>3</sup> de concreto en estado endurecido – M. Investigación 35kg<br>de FF3..... | 38 |
| Tabla 15. Resumen de resultados – Concreto estado endurecido.....                                            | 39 |
| Tabla 16. Precios de concreto f'c 210kg/cm <sup>2</sup> por m <sup>3</sup> – Iquitos. ....                   | 40 |
| Tabla 17. Análisis granulométrico de agregado fino -M1 .....                                                 | 60 |
| Tabla 18. Análisis granulométrico de agregado fino -M2. ....                                                 | 61 |
| Tabla 19. Análisis granulométrico de agregado fino -M3. ....                                                 | 62 |
| Tabla 20. Peso Unitario del agregado fino.....                                                               | 63 |
| Tabla 21. Cantidad de material que pasa por el tamiz N° 200. ....                                            | 64 |
| Tabla 22. Gravedad Específica del agregado.....                                                              | 64 |
| Tabla 23. Diseño de Mezcla de concreto.....                                                                  | 66 |
| Tabla 24. Ensayo a la compresión a los 7 días de curado-Muestra Patrón .....                                 | 72 |
| Tabla 25. Ensayo a la compresión a los 7 días de curado-Muestra Patrón. ....                                 | 73 |
| Tabla 26. E. Compresión, a/c 0.60, 7 días de curado, 15kg de fibra de acero. ....                            | 76 |
| Tabla 27. E. Compresión, a/c 0.60, 28 días de curado, 15kg de fibra de acero. ....                           | 77 |
| Tabla 28. E. Compresión, a/c 0.60, 7 días de curado, 25kg de fibra de acero. ....                            | 80 |

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 29. E. Compresión, a/c 0.60, 7 días de curado, 25kg de fibra de acero. ....   | 81  |
| Tabla 30. E. Compresión, a/c 0.60, 7 días de curado, 35kg de fibra de acero. ....   | 84  |
| Tabla 31. E. Compresión, a/c 0.60, 28 días de curado, 35kg de fibra de acero. ....  | 85  |
| Tabla 32. E. Resistencia a la flexión, a/c 0.60, muestra patrón, 28 días. ....      | 89  |
| Tabla 33. Resistencia a la flexión, a/c 0.60, 15kg fibra de acero, 28 días. ....    | 91  |
| Tabla 34. Resistencia a la flexión, a/c 0.60, 25kg fibra de acero, 28 días. ....    | 91  |
| Tabla 35. Resistencia a la flexión, a/c 0.60, 35kg fibra de acero, 28 días. ....    | 92  |
| Tabla 36. Resistencia a la Tracción Indirecta, a los 7 días – Muestra Patrón .....  | 95  |
| Tabla 37. Resistencia a la Tracción Indirecta, a los 7 días – Muestra Patrón .....  | 96  |
| Tabla 38. Resistencia a la Tracción Indirecta, a los 7 días, 15kg de fibra de acero | 98  |
| Tabla 39. R. Tracción Indirecta, a los 28 días, 15kg de fibra de acero.....         | 99  |
| Tabla 40. R. Tracción Indirecta, a los 7 días, 25 kg de fibra de acero.....         | 100 |
| Tabla 41. R. Tracción Indirecta, a los 28 días, 25 kg de fibra de acero.....        | 101 |
| Tabla 42. R. Tracción Indirecta, a los 7 días, 35 kg de fibra de acero.....         | 102 |
| Tabla 43. R. Tracción Indirecta, a los 28 días, 35 kg de fibra de acero.....        | 103 |
| Tabla 44. Testigo 1-Módulo elástico, 0 kg de fibra de acero.....                    | 107 |
| Tabla 45. Testigo 2-Módulo elástico, 0 kg de fibra de acero.....                    | 109 |
| Tabla 46. Testigo 3-Módulo elástico, 0 kg de fibra de acero.....                    | 111 |
| Tabla 47. Testigo 1-Módulo elástico, 15kg de fibra de acero.....                    | 114 |
| Tabla 48. Testigo 2-Módulo elástico 15kg de fibra de acero.....                     | 116 |
| Tabla 49. Testigo 3-Módulo elástico, 15 kg. Fibra de acero.....                     | 118 |
| Tabla 50. Testigo 1-Módulo elástico, 25 kg. Fibra de acero.....                     | 120 |
| Tabla 51. Testigo 2-Módulo elástico, 25 kg. Fibra de acero.....                     | 122 |
| Tabla 52. Testigo 3-Módulo elástico, 25 kg. Fibra de acero.....                     | 124 |
| Tabla 53. Testigo 1-Módulo elástico, 35 kg. Fibra de acero.....                     | 126 |
| Tabla 54. Testigo 2-Módulo elástico, 35 kg. Fibra de acero.....                     | 128 |
| Tabla 55. Testigo 3-Módulo elástico, 35 kg. Fibra de acero.....                     | 130 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1. Precios de concreto f'c 210kg/cm <sup>2</sup> por m <sup>3</sup> – Iquitos. .... | 42 |
| Gráfico 2. R. Compresión desde los 7 a los 28 días. M. Patrón. ....                         | 74 |
| Gráfico 3. R. Compresión a los 7 y 28 días, 15kg fibra de acero. ....                       | 78 |
| Gráfico 4. R. Compresión a los 7 y 28 días, 25kg fibra de acero. ....                       | 82 |
| Gráfico 5. Compresión a los 7 y 28 días, 35kg fibra de acero. ....                          | 86 |

## RESUMEN

La tesis denominada, “INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO WIRAND FF3, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, IQUITOS, PERÚ - 2022”, es una investigación de diseño experimental, transeccional correlacional, con 162 probetas, repartidas en mitades iguales, entre diseño patrón de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a/c 0.60, de 15cmx15cm, con verificación de resistencia a los 7 y 28 días, sin adición de fibras de acero y con muestra de investigación con adición de fibras de acero de 15 kg/m<sup>3</sup>, 25kg/m<sup>3</sup> y 35kg/m<sup>3</sup>, verificación 7 y 28 días, se encontró que:

Tras la realización de los ensayos, siguiendo el método científico, se encontró los valores promedios alcanzados a los 28 días, en resistencia a la flexión; 41kg/cm<sup>2</sup> con adición de 15kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero, 43 kg/cm<sup>2</sup> con adición de 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero y 45kg/cm<sup>2</sup> con adición de 35kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero. Así también.

La resistencia a la compresión alcanzó su valor máximo de 271kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días con el diseño de adición de 15kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, y 268kg/cm<sup>2</sup> con el diseño de adición de 35kg/m<sup>3</sup>.

Así mismo, muestra una resistencia a la tracción indirecta con su máximo valor de 36.1kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, con adición de 25kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, y un módulo elástico que se incrementa con la adición de fibras de acero tipo Wirand FF3, que notoriamente evidencia la influencia de la adición de estas, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento- arena, fabricado en Iquitos, con lo cual la hipótesis general queda confirmada.

**Palabras claves:** *Concreto Cemento-Arena, Fibras Wirand FF3, flexión, compresión, tracción.*

## ABSTRACT

The thesis called, "INFLUENCE OF THE ADDITION OF WIRAND FF3 STEEL FIBERS, ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE CEMENT - SAND, IQUITOS, PERU - 2022", is an experimental, correlational transectal design investigation, with 162 concrete test specimens, distributed in equal parts, between concrete pattern design of 210 kg/cm<sup>2</sup>, w/c 0.60, 15cmx15cm, with resistance verification at 7 and 28 days, without addition of steel fibers and with research sample with addition of steel fibers. steel of 15 kg/m<sup>3</sup>, 25kg/m<sup>3</sup> and 35kg/m<sup>3</sup>, verification 7 and 28 days, it was found that

After carrying out the tests, following the scientific method, the average values reached after 28 days were found in flexural resistance; 41kg/cm<sup>2</sup> with the addition of 15kg/m<sup>3</sup> of steel fiber, 43 kg/cm<sup>2</sup> with the addition of 25kg/m<sup>3</sup> of steel fiber and 45kg/cm<sup>2</sup> with the addition of 35kg/m<sup>3</sup> of steel fiber. So too.

The compressive strength reached its maximum value of 271kg/cm<sup>2</sup> at 28 days with the design adding 15kg/m<sup>3</sup> of steel fibers, and 268kg/cm<sup>2</sup> with the design adding 35kg/m<sup>3</sup>.

Likewise, it shows an indirect tensile strength with its maximum value of 36.1kg/cm<sup>2</sup> at 28 days, with the addition of 25kg/m<sup>3</sup> of steel fibers, and an elastic modulus that increases with the addition of type steel fibers. Wirand FF3, which clearly shows the influence of their addition on the physical and mechanical properties of cement-sand concrete, manufactured in Iquitos, with which the general hypothesis is confirmed.

**Keywords:** *Cement-Sand, Concrete, Wirand FF3 Fibers, bending, compression, traction.*



## CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes de estudio

#### Internacional

Estudios referidos al comportamiento del concreto con adición de fibras de acero en su composición, no son frecuentes, por lo que en esta sección mostramos, algunos estudios relacionados, que puedan aportar diferentes hallazgos y el valor agregado de su comportamiento y su importancia en el mejoramiento este material.

Hace 13 años, la investigación “Hormigones con fibras de acero características mecánicas”, liderada por Mármol (2010), determinó que los hormigones con fibras de acero, aumentan mucho la tenacidad y mejoran considerablemente la resistencia a la fatiga del concreto, permitiendo un comportamiento dúctil de sus estructuras, haciendo que su resistencia al impacto mejore, favoreciendo su diseño para disminuir los daños en caso de terremotos. Conclusión a la que llegó el investigador tras someter a impacto con explosivos, el concreto diseñado con fibras de acero conformados de 50mm de longitud y  $\varnothing$  1mm(1, p.50).

Sin embargo, Ruíz-Valencia et. al (2017), además de mencionar que la fatiga por flexión de concretos que contienen en su composición, adición de fibras metálicas, no ha sido ampliamente estudiado, en su “Estudio del comportamiento a la fatiga de una mezcla de concreto para pavimentos reforzada con fibras metálicas”, manifiesta que la incorporación de las fibras, en concretos diseñados para pavimentos, no aumenta la vida de fatiga, si este es diseñado con valores de hasta 20 kg/m<sup>3</sup> (0.25%), pero que aumenta considerablemente un 6% para valores de 40 kg/m<sup>3</sup> (0.5%) y, por tanto; 25% para 80 kg/m<sup>3</sup> (1%), comparado con el concreto patrón, sin adición de fibras (2).

## Nacional

En el ámbito nacional, se encontró estudios, que abordan el diseño de concreto con adición de fibras de acero, que buscan suplir una necesidad; en este sentido, se presenta los siguientes estudios:

Porras y Moreno (2022), como propuesta de solución a un problema de fisuras por contracción plástica en el pavimento rígido en la ciudad de Huancayo, realizaron una investigación experimental, con ensayos según la N.T.P, y sus equivalentes en el Manual de ensayo de materiales del Ministerio Transporte y Comunicaciones (MTC), con dosificaciones de 20, 25 y 30 kg en un metro cúbico de concreto para una resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup>, con la finalidad de encontrar la dosificación que garantice la mejora de sus propiedades.

La resistencia a la compresión fue calculada con briquetas en edades de 3 días en el diseño patrón, obteniendo el 39.93%, 39.66%, 40.40% y 40.54% con dosificación de 20kg/m<sup>3</sup>, 25kg/m<sup>3</sup> y 30kg/m<sup>3</sup> respectivamente con relación a su resistencia final. Así mismo, a los 7 días alcanzaron una resistencia de 60.23%, 60.61%, 60.52% y 61.84% y finalmente a los 28 días con resistencias excedidas en 7.77%, 10.00%, 13.15% y 16.22% con respecto a la resistencia a compresión establecida para pavimentos rígidos de 280 kg/m<sup>3</sup>. por su lado, la resistencia a flexión, con vigas de rotura en edades de 3 días con 44.84%, 51.79%, 69.65% y 63.22% según las dosificaciones anteriormente indicadas, a los 7 días alcanzaron 72.25%, 76.79%, 81.19% y 77.41% y a los 28 días con 16.91%, 24.92%, 7.49% y 12.60% más del requisito mínimo establecido para pavimentos rígidos que es de 34 kg/cm<sup>2</sup> o 3.4 MPa (3).

Maceda y Samillan (2022), por su parte, en su investigación “Incorporación de fibras de acero en el concreto estructural  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para incrementar su resistencia mecánica, la Victoria, Chiclayo, Lambayeque, 2021”, determinaron que las características físicas y mecánicas del concreto estructural  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , diseñado con adición de fibras de acero, ayuda a incrementar su resistencia. El diseño de mezcla consistió en el diseño de un concreto de

210 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto patrón y el experimental con adición de 5%, 10% y 15% de fibras de acero, con 72 probetas, distribuidos en tres grupos experimentales y un grupo control que fueron puestos a prueba a los 7, 14 y 28 días de curado. Concluyendo que las fibras de acero tienen un buen comportamiento en el concreto si se compara con un concreto convencional (4)

Así también, Sandoval (2022), menciona que las fibras de acero pueden ser incorporadas en el concreto, según objetivo de utilidad. En su tesis, “Efectos de la incorporación de fibras de acero en las propiedades mecánicas del concreto con aditivo plastificante, Lambayeque 2020”, realizó, adiciones de fibra de acero en porcentajes de dosificación de 1%, 2%, 3% y 4% en función al volumen del concreto para diseños de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, con fibras de acero KF 80/60 de 0.75 mm de diámetro y 60.00 mm de largo.

Como resultados, obtuvo temperatura y asentamientos de concreto con rangos aceptables de hasta el 3%. Para la resistencia mecánica las dosificaciones óptimas fueron las de 2% y 4%, aumentando la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, mientras que para la tracción fueron de 2% y 3%, del mismo modo para la flexión fue de 4% de fibras de acero para ambos diseños de concreto (5, p.61).

Sin embargo, Martínez y Salas (2021), en su tesis “Porcentaje de fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos – Trujillo, 2021 “, analizaron probetas de concreto simple y con fibras de acero obteniendo, con resultados que demostraron que, a los 28 días de curado, la muestra patrón alcanzó una  $f'c = 365.96$  kg/cm<sup>2</sup> y cuando se usó 2% de fibras se obtuvo  $f'c = 383.20$  kg/cm<sup>2</sup>, superando al patrón en 4.41%. En conclusión, se logró determinar que el porcentaje adecuado de fibras de acero para mejorar la resistencia a la compresión del concreto es de 2% (6, p.112).

Julca y Olivos (2021), por su parte, en su tesis, “Diseño de concreto estructural  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando fibras de acero, para incrementar su resistencia-

Tumbes-2021”, encontraron que las características físicas y mecánicas del concreto estructural con adición fibras de acero se incrementan, comparado con un concreto convencional. Conclusión a la que llegaron, tras experimentar con 36 especímenes de concreto distribuidos en tres grupos experimentales y un grupo control que fueron puestos a prueba a los 7, 14 y 28 días de curado. Su diseño fue realizado para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto patrón y experimental adicionando 1%, 1.5% y 2% de fibras de acero (7, p.35).

Por su parte, Vargas y Yataco (2020), en su tesis “Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos”, determinaron que existe una alta correlación entre el incremento porcentual de la resistencia a flexión del concreto y la dosificación de fibras de acero y polipropileno. Demostrando que el máximo incremento porcentual de la resistencia a flexión del concreto hidráulico reforzado con fibras de acero es del 37 % para una dosificación óptima de fibras de acero de 37 Kg/m<sup>3</sup>. Estos concretos suelen ser 18% más económicos que las de malla de acero. (8, p.120).

Por su parte, Carrera (2020), en su investigación “Resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo agregado fino por fibras y virutas de acero, Ancash - 2019”, encontró que el asentamiento disminuye con el aumento de fibras y virutas de acero, siendo el de menor asentamiento el concreto con sustitución de agregado fino al 6% por fibras de acero. Las probetas experimentales superaron la resistencia establecida para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días en promedio de 14%, siendo el más favorable cuando se sustituye el agregado fino en 4% de fibras de acero, teniendo un incremento de un 16% con respecto a la resistencia de diseño. Su investigación estuvo compuesta por 45 probetas cilíndricas de concreto: 9 probetas de concreto patrón, 18 de concreto con sustitución al 4% y 6% por fibras de acero y 18 de concreto con sustitución al 4% y 6% por virutas de acero, las resistencias a los 7, 14 y 28 días (9, p.69).

## **1.2. Bases Teóricas**

### **1.2.1. Fibras de acero**

Las fibras de acero son elementos de corta longitud y pequeña sección que se adicionan al hormigón con el fin de conferirle ciertas propiedades específicas, con las características necesarias para dispersarse aleatoriamente en una mezcla de hormigón en estado fresco empleando metodologías de mezclado tradicionales (1).

Estas fibras, fueron creadas con el fin de mejorar propiedades en el concreto y principalmente darle una mejor cohesión interna, lo que por consecuencia reduce el agrietamiento (10).

La efectividad del refuerzo matriz-fibras, exige a las fibras las siguientes propiedades.

- Una resistencia a tracción significativamente mayor que la del hormigón.
- Una adherencia con la matriz del mismo orden o mayor que la resistencia a tracción de la matriz.
- Un módulo de elasticidad significativamente mayor que el del hormigón.

Las fibras de acero para concreto están en dos grandes grupos en las que destacan: las metálicas y las sintéticas.

- Las fibras metálicas: Están caracterizadas por ser un aditivo que se distribuye en toda la mezcla para brindar un mayor control del agrietamiento en la etapa de asentamiento plástico o cuando el concreto ya se ha endurecido, brindando ductilidad al concreto, resistencia a la cortante, a la fatiga y al impacto (10)

- Las fibras sintéticas: benefician al concreto tanto en estado plástico y como endurecido, pudiendo ser usadas como refuerzo secundario (10).

La ACI 302 «Guía para la construcción de losas y pisos de concreto, en específico ACI 302R, indica que las fibras sintéticas únicamente ofrecen control de agrietamiento durante el asentamiento plástico del concreto, por lo que su uso se limita a pisos de concreto en las que no habrá cargas considerables (11).

#### **1.2.1.1. Fibras de acero Fibras Wirand®**

Maccaferri, define a las fibras de acero Wirand para refuerzo de concreto, son producidas a partir de hilos de acero de bajo tenor de carbono, que cuando son agregados al concreto, actúan como una armadura tridimensional, restringiendo la propagación de fisuras y aumentando la resistencia post-fisuración del elemento estructural (12).

Beneficios:

- Proporciona un mejor comportamiento de los elementos estructurales, debido a la reducción de la formación de fisuras, resultando en mejor calidad y mayor durabilidad de la obra (12).

Otras ventajas en relación a su uso es que sustituye, en algunas situaciones la armadura convencional, y elimina o disminuye costos en mano de obra para el armado y prácticamente no genera desperdicio de material, no exige grandes inversiones para el transporte y almacenamiento, su manipulación y aplicación son simples (12).

En resumen, el concreto reforzado con fibras metálicas Wirand® cuando son utilizadas correctamente, tendrá mejor resistencia a:

- Fisuración.
- Impacto.
- Punzonamiento.
- Cargas variables.
- Variaciones térmicas.

### 1.2.1.2. Fibras de acero FF3

Alambre de acero con bajo contenido de carbono trefilado a frío (13).

Maccaferri -Perú, indica que poseen como materia prima el acero de bajo contenido de carbono trefilado a frío. Como se mencionó anteriormente, estas fibras le aportan al concreto la minimización del fisuramiento, actuando como una armadura tridimensional, redistribuyendo los esfuerzos de tensión presentes en los elementos estructurales que contienen a la fibra. La diferencia entre los dos tipos de fibra que se utilizará, básicamente se presenta en algunas de sus propiedades físicas y mecánicas (14).

**Tabla 1. características comerciales del producto FF3**

| Características del producto |                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forma                        | Las fibras de acero Wirand® presentan un formato especial que garantizan la adherencia ante fibra y el concreto                                                                                                                               |
| Producción                   | Las fibras de acero Wirand® son producidas, modeladas y cortadas a través de corte de alambres de acero con bajo contenido de carbono, conforme las normas: ASTM A820/02. ASTM C1116/03. DIN 1059, UNI 11037, PR EM 14889-1 y PN 28:000.04/00 |
| Presentación                 | Las fibras de acero Wirand® son acondicionadas en cajas o bolsas con 15 kg.                                                                                                                                                                   |

Fuente: Maccaferri -Perú (14).

### 1.2.2. El Concreto

Concreto, proviene del inglés concrete, (a su vez del latín concrētus, «agregado, condensado») u hormigón (de hormigo 'gachas de harina'), siendo un material compuesto empleado en construcción, formado

esencialmente por un aglomerante al que se añada áridos (agregado), agua y aditivos específicos (15).

Mientras que, algunos refieren que el concreto es un material multicomponente (16) , otros hablan de su composición, mencionando que está formado por: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada) para formar una masa semejante a una roca. (17)

En la Norma E.060 Concreto Armado se define al concreto como Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos (18).

En este sentido, podemos decir que es una mezcla artificial.

La pasta, resultante de la combinación química del material cementante con el agua, está compuesta de cemento portland y agua, une los agregados pétreos (arena: agregado fino y piedra chancada: agregado grueso), los cuales conforman el cuerpo del material, creando una masa que al endurecer forma una roca artificial (Ríos, 2011).

La pasta constituye la fase continua del concreto y los agregados la fase discontinua, pues éstos no se encuentran unidos y en contacto sino, se hallan separados por espesores diferentes de pasta endurecida.

En la actualidad, el concreto es el material de construcción más importante y de frecuente utilización en las grandes construcciones de infraestructura: complejos industriales, vías de comunicación y edificaciones en todo el mundo. Se pueden obtener concretos en un amplio rango de propiedades ajustando apropiadamente las proporciones de los materiales constitutivos, y/o utilizando agregados especiales (diversos agregados ligeros o pesados), aditivos (plastificantes, micro sílice, ceniza volante) (Nilson A.H. ,1999) (19).



### **1.2.2.1. El Cemento**

El cemento es un conglomerante, que su historia remonta a los tiempos del antiguo Egipto, seguido por griegos y romanos [...], aplicándose a todo tipo de producto o mezcla que presenta propiedades adhesivas, compuesto de una o varias sustancias capaces de endurecer al reaccionar con otros productos (agua en el caso de los cementos portland), a corto o largo plazo (20).

Se obtiene de la pulverización del Clinker (producto que es producido por la calcinación y fusión de materiales cálceos y arcillosos. (21). El agregado fino o arena debe ser durable, fuerte, limpio, duro y libre de materias impuras como polvo, limo, pizarra, álcalis y materias orgánicas (22).

### **1.2.2.2. Cemento Portland**

Diversos autores afirman que el más conocido y el más utilizado de todos los cementos es el cemento portland (20).

Según afirma (23), Rivva López (1992), el cemento portland es el más usado y el más versátil de los materiales de construcción, permitiendo su uso en todo tipo de formas estructurales y en climas variados (23)

La Norma de Estructura, E.060 Concreto Armado – 2009, define al Cemento portland como “un producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. El cemento por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire” (18).

Este cemento debe cumplir los requisitos de composición química y propiedades físicas exigidos por la norma ASTM C150, mostrados en la sección 1, requisitos específicos Tabla 2, y opcionales Tabla 3 (24, p. 150). Presenta 8 tipos de designación:

“Tipo I: para cuando no se requieren propiedades especiales del cemento.

Tipo II: de uso general con moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación.

Tipo III: de altas resistencias iniciales

Tipo IV: de bajo calor de hidratación

Tipo V de alta resistencia a los sulfatos

Tipos IA, IIA, y IIIA, con los mismos usos que los tipos I, II y III, pero con incorporador de aire” (24, 25).

Por otro lado, los materiales cementantes, los mismos que al ser incorporados al cemento portland (mezclas ternarias) presenta grandes ventajas, debido a que desarrolla excelentes propiedades mecánicas y características de larga durabilidad (22)

Otro autor, menciona que esta es una mezcla de caliza y arcilla artificial con una curva granulométrica de 0-150 $\mu$  y homogeneizada, que además tiene una proporción de arcilla al 20% estrictamente dosificada es decir la combinación del CaO. Se calcina a temperatura de Clinkerización comprendida entre los 1400°C y 1650°C (73) (26)

El cemento Portland Puzolánico es el cemento Portland que presenta un porcentaje adicionado de puzolana. (18, p. 60).

### **1.2.2.3. Agregados**

Aquellos materiales que, aunque poseen resistencia propia y suficiente (resistencia al grano) no perturban ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento, son llamados agregados (27)

En este sentido la NTP 400.037 2018 (28), define el agregado para concreto, como conjunto de partículas de origen natural o artificial que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la presente norma. Establece, además, los requisitos de granulometría y calidad de los agregados finos y gruesos para uso en concreto (28) .

El agregado según diámetro de las partículas, se divide en agregados grueso y fino. Así mismo, su muestreo, es una operación fundamental en el proceso de control de calidad, se realiza según la NTP 400.010 (29), concordante con la Norma ASTM 702 (30).

Es preciso mencionar que para efectos de realización de este proyecto, mencionaremos que al no existir agregados grueso en la selva baja para la construcción de estructuras, se utiliza la mezcla de cemento, arena cuarzosa blanca, (de granulometría uniforme y módulo de finura inferior a 2), agua y opcionalmente aditivos, cuyo material en la academia, para diferenciarlo del mortero de uso universalmente no estructural, se le conoce como “Concreto Cemento Arena” o simplemente “Concreto de Arena”. A sabiendas que el uso de este material para construcción de sistemas y elementos estructurales no está permitido, en las ciudades de Loreto se lo está usando como material estructural y para la determinación de las propiedades de la arena se viene empleando las disposiciones de la Norma Técnica Peruana NTP y Norma ASTM, como también las recomendaciones del ACI y ASOCEM (31); (32); (33)

La (ASTM C33-03 2015) presenta los requisitos para clasificar los agregados gruesos y finos (34).

### **A. Agregado Fino**

La NTP 400.037, define al agregado fino como *“un conjunto de partículas proveniente de agentes naturales o artificiales. Para cumplir la condición de fino, debe pasar por el tamiz normalizado 9.5mm (9/8 pulg), así mismo debe quedar retenido en el tamiz normalizado 74 $\mu$ m (N° 200)”* (28).

Sin embargo, al 2004. Rivva L. afirma que puede ser arena natural, arena manufacturada, o una combinación de ambas; precisando como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas (35), el cual pasa la malla de 3/8” (9.51mm) y cumple con los límites establecidos en la Norma (28, 34, p. 033).

Los agregados finos son materiales que, aunque poseen resistencia propia y suficiente (resistencia al grano) no perturban ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento (27). Sin embargo, otras características tienen gran importancia en este material, como la humedad, resaltando que esta influye directamente en el diseño de mezcla (36).

Según, Rivva L. (2007), la granulometría es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la trabajabilidad del concreto en estado fresco y en las propiedades del concreto endurecido, como la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad (37).

El muestreo de los agregados es una operación fundamental en el proceso de control de calidad, se realiza según la Norma Técnica NTP 400.010 (29), concordante con la Norma ASTM C 702 (30)

**Tabla N° 1. Requisitos para clasificar agregados gruesos y finos.**  
**ASTM C-33**

| N°<br>A.S.T.M  | TAMAÑO<br>NOMINAL     | % Que pasa por los tamices normalizados |                |          |                |                |                |                |                |                |                |                |               |              |             |
|----------------|-----------------------|-----------------------------------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|--------------|-------------|
|                |                       | 100<br>mm                               | 90<br>mm       | 75<br>mm | 63<br>mm       | 50<br>mm       | 37,5<br>mm     | 25<br>mm       | 19<br>mm       | 12,5<br>mm     | 9,5<br>mm      | 4,75<br>mm     | 2,36<br>mm    | 1,18m<br>m   | 300<br>µm   |
|                |                       | 4"                                      | 3 1/2"         | 3"       | 2 1/2"         | 2"             | 1 1/2"         | 1"             | 3/4"           | 1/2"           | 3/8"           | Nº4            | Nº8           | Nº16         | Nº50        |
| 1              | 3 1/2"<br>a<br>1 1/2" | 100                                     | 90<br>a<br>100 |          | 25<br>a<br>60  |                | 0<br>a<br>15   |                | 0<br>a<br>5    |                |                |                |               |              |             |
| 2              | 2 1/2"<br>a<br>1 1/2" |                                         |                | 100      | 90<br>a<br>100 | 35<br>a<br>70  | 0<br>a<br>15   |                | 0<br>a<br>5    |                |                |                |               |              |             |
| 3              | 2"<br>a<br>1"         |                                         |                |          | 100            | 90<br>a<br>100 | 35<br>a<br>70  | 0<br>a<br>15   |                | 0<br>a<br>5    |                |                |               |              |             |
| 357            | 2"<br>a<br>Nº4        |                                         |                |          | 100            | 95<br>a<br>100 |                | 35<br>a<br>70  |                | 10<br>a<br>30  |                | 0<br>a<br>5    |               |              |             |
| 4              | 1 1/2"<br>a<br>3/4"   |                                         |                |          |                | 100            | 90<br>a<br>100 | 20<br>a<br>55  | 0<br>a<br>15   |                | 0<br>a<br>5    |                |               |              |             |
| 467            | 1 1/2"<br>a<br>Nº4    |                                         |                |          |                | 100            | 95<br>a<br>100 |                | 35<br>a<br>70  |                | 10<br>a<br>30  | 0<br>a<br>5    |               |              |             |
| 5              | 1"<br>a<br>1/2"       |                                         |                |          |                |                | 100            | 90<br>a<br>100 | 20<br>a<br>55  | 0<br>a<br>10   | 0<br>a<br>5    |                |               |              |             |
| 56             | 1"<br>a<br>3/8"       |                                         |                |          |                |                | 100            | 90<br>a<br>100 | 40<br>a<br>85  | 10<br>a<br>40  | 0<br>a<br>15   | 0<br>a<br>5    |               |              |             |
| 57             | 1"<br>a<br>Nº4        |                                         |                |          |                |                | 100            | 95<br>a<br>100 |                | 25<br>a<br>60  |                | 0<br>a<br>10   | 0<br>a<br>5   |              |             |
| 6              | 3/4"<br>a<br>3/8"     |                                         |                |          |                |                |                | 100            | 90<br>a<br>10  | 20<br>a<br>55  | 0<br>a<br>15   | 0<br>a<br>5    |               |              |             |
| 67             | 3/4"<br>a<br>Nº4      |                                         |                |          |                |                |                | 100            | 90<br>a<br>100 |                | 20<br>a<br>55  | 0<br>a<br>10   | 0<br>a<br>5   |              |             |
| 7              | 1/2"<br>a<br>Nº4      |                                         |                |          |                |                |                |                | 100            | 90<br>a<br>100 | 40<br>a<br>70  | 0<br>a<br>15   | 0<br>a<br>5   |              |             |
| 8              | 3/8"<br>a<br>Nº8      |                                         |                |          |                |                |                |                |                | 100            | 85<br>a<br>100 | 10<br>a<br>30  | 0<br>a<br>10  | 0<br>a<br>5  |             |
| 89             | 3/8"<br>a<br>Nº16     |                                         |                |          |                |                |                |                |                | 100            | 90<br>a<br>100 | 20<br>a<br>55  | 5<br>a<br>30  | 0<br>a<br>10 | 0<br>a<br>5 |
| 9 <sup>A</sup> | 3/8"<br>a<br>Nº8      |                                         |                |          |                |                |                |                |                |                | 100            | 85<br>a<br>100 | 10<br>a<br>40 | 0<br>a<br>10 | 0<br>a<br>5 |

Fuente: ASTM C33-03 (34).

## **Características del agregado fino:**

### **Peso Unitario o Peso Aparente:** (NTP 400.017), (ASTM C – 29)

Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m<sup>3</sup>. Su valor depende de condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría y contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación aplicado, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc. Se identifican los dos tipos siguientes:

### **Peso Unitario Suelto (P.U.S.)**

Es el peso unitario que se obtiene al llenar el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión.

### **Peso Unitario Compactado o Varillado (P.U.C.)**

Es el peso unitario que se obtiene cuando se ejerce presión (compactación) al llenar el recipiente en tres capas, dando 25 golpes en cada capa con una varilla de 5/8" y 60 cm de longitud y de extremo redondeado.

### **Peso Específico y Absorción Agregados Finos:** (NTP 400.022), (ASTM C-128)

El peso específico, gravedad específica o densidad real es la relación entre el peso del material y su volumen. Su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. El peso específico de las arenas varía entre 2.5 y 2.7 g/cm<sup>3</sup>; las arenas húmedas con igual volumen aparente, pesan menos que las secas debido a que recubren de una película de

agua que la hace ocupar mayor volumen. El volumen de huecos de una arena natural oscila entre un mínimo de 26% para las arenas de granos uniformes y hasta de 55% para las de granos finos (Benites, 2011).

Su valor se toma en cuenta para realizar la dosificación de la mezcla, así como para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

Según Ari (2002), en esta definición se toma en cuenta tres relaciones a usar:

- a) Peso Específico de Masa ( $PE_{masa}$ ): Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total (incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material).
- b) Peso Específico de Masa Saturado- Superficialmente Seco ( $PE_{sse}$ ): Relación entre el peso de la masa del agregado saturado superficialmente seco y el volumen mismo.
- c) Peso Específico Aparente ( $PE_{aparente}$ ): Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de la masa del mismo.

#### **Porcentaje de Absorción:**

Diferencia en el peso del agregado fino superficialmente seco y el peso del material secado al horno a 100 -110°C por un periodo de 24 horas, dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

Físicamente, es la capacidad del agregado fino de absorber el agua en contacto con éste. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

**Contenido de Humedad:** (NTP 339.185), (ASTM C-566)

Diferencia entre el peso del agregado fino natural y el peso del agregado secado en horno a 100 - 110 °C por un periodo de 24 horas, multiplicado por 100. Físicamente es la cantidad de agua que contiene el agregado fino.

### **Granulometría del Agregado Fino (NTP 400.012)**

Ésta se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de granos de arena del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200 de la serie Tyler; correspondiendo a la fracción que pasa la N° 200 la que tiene trascendencia entre el agregado y la pasta, por afectar a la resistencia. La granulometría deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas entre la N° 4 y la 100 de la serie Tyler; y, no debiéndose retener más del 45 % en dos tamices consecutivos cualesquiera.

La calidad del concreto depende básicamente de las propiedades del mortero, especialmente de la granulometría y otras características de la arena; y, como no se puede modificar la granulometría de la arena a diferencia de lo que sucede con el agregado grueso, que se puede cribar y almacenar separadamente sin dificultad, la atención principal, entonces, se dirige al control de su homogeneidad (Ari, 2002). El ensayo de granulometría del agregado fino se efectuará bajo la Norma Técnica NTP 400.012.

Los límites de distribución granulométrica según la Norma Técnica NTP 400.037 y la Norma ASTM C – 33, se muestra en la tabla siguiente:



**Tabla N° 2. Límites granulométricos según normas NTP 400.037 y ASTM C – 33.**

| Malla             | Porcentaje que pasa |
|-------------------|---------------------|
| 9.5 mm (3/8 – in) | 100                 |
| 4.75 mm (N° 4)    | 95 a 100            |
| 2.36 mm (N° 8)    | 80 a 100            |
| 1.18mm (N° 16)    | 50 a 85             |
| 600 µm (N° 30)    | 25 a 60             |
| 300 µm (N° 50)    | 10 a 30             |
| 150 µm (N° 100)   | 2 a 10              |

Fuente: ASTM C33-03 (34).

#### **Módulo de Finura:** (Norma NTP. 400.011)

Índice aproximado que representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena; se usa para controlar la uniformidad de los agregados. Según la Norma Técnica NTP.400.011 se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100.

En la interpretación del módulo de finura, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena *trabajabilidad* y reduce segregación y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia; además, la norma establece que la arena debe tener un Módulo de Finura no menor de 2.35 ni mayor que 3.15 (Ari, 2002). Según la Norma Técnica NTP 400.011, se considera que el módulo de finura de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.3 y 3.1, donde un valor menor que 2.0 indica una arena fina, 2.5 una arena de finura media y más de 3.0 una arena gruesa. De acuerdo a la ASOCEM, en la apreciación del módulo de finura, se estiman que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena *trabajabilidad* y reducida segregación; y las que se

encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia (Benites, 2011).

### **Superficie Específica:**

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado fino por unidad de peso; en su determinación se consideran dos supuestos: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas.

### **Material que pasa la malla N° 200:** (NTP 400.018), (ASTM C-117)

Material constituido por arcilla y limo que se presenta recubriendo el agregado grueso o en forma de partículas sueltas mezclado con la arena. En el primer caso, afecta la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla; en consecuencia, el ensayo permite determinar, en porcentaje, la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado pétreo.

La ASTM C-33 establece límites para las sustancias perjudiciales; así, por ejemplo, con relación al material más fino que pasa la malla N° 200 indica que éste tiene trascendencia entre el agregado y la pasta, afectando la resistencia; por otro lado, las mezclas requieren una mayor cantidad de agua, por lo que se acostumbra limitarlos entre el 3% al 5%, aunque valores superiores hasta del orden del 7% no necesariamente causarán un efecto pernicioso notable que no pueda contrarrestarse mejorando el diseño de mezclas, bajando la relación agua/cemento y/o optimizando la granulometría (Benites, 2011).

La Norma Técnica NTP 400.018 establece el procedimiento para determinar por vía húmeda el contenido de polvo o material que pasa

por el tamiz normalizado de 75 µm (N° 200), en el agregado emplearse en la elaboración de concretos y morteros. Las partículas de arcilla y otras partículas de agregado que son dispersadas por el agua, así como los materiales solubles en agua, serán removidas del agregado durante el ensayo.

*% que pasa la malla N° 200*

$$= \frac{\text{Peso de la muestra lavada y secada}}{\text{Peso de la muestra lavada y secada}} \times 100$$

### **1.2.3. Diseño de Mezcla**

*“El Diseño y Control de Mezclas de Concreto es la principal referencia de la tecnología de concreto de la industria de cemento y concreto desde su primera edición en los años 20. En 2002, se ha publicado la decimocuarta edición, totalmente revisada, para reflejar las informaciones más actualizadas sobre normas, especificaciones y métodos de ensayo de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM), la Asociación Americana de los Funcionarios de las Autopistas Estatales y del Transporte (AASHTO) y el Instituto Americano del Concreto” (ACI) (17)*

El diseño de mezclas incluye, entre otras, la determinación del peso unitario (densidad), rendimiento de materiales y contenido de aire.

Se basa en ciertos criterios en los que intervienen la relación arena / piedra y las relaciones agua/cemento; siendo necesario contar con información de las propiedades de los agregados fino y grueso, siguientes: granulometría, peso específico, contenido de humedad, porcentaje de absorción, peso unitario suelto, peso

unitario compactado, módulo de finura, tamaño nominal máximo (del agregado grueso).

### **Método de mezclado**

El proceso de mezclado de los diseños de mezcla será el siguiente:

- Se humedecerá la mezcladora, de capacidad de 40 litros.
- El agua de mezclado se dividirá en dos partes: la primera parte, en un litro y la segunda parte, el agua restante que será añadida al inicio de la mezcla.
- Luego, se incorporará la piedra y en seguida se le dará un número de cinco revoluciones a la mezcladora.
- Seguidamente se añadirá la arena con el cemento, tapando la boca de la mezcladora para evitar pérdida de material, se dejará mezclando los materiales durante un minuto.
- Después del periodo de mezcla de los materiales, se observará la condición de la mezcla resultante, como ésta se encuentra en una condición seca y se le irá añadiendo el agua restante del litro de agua separada inicialmente, incorporándola poco a poco durante el periodo de mezclado.
- El periodo de mezclado comprenderá 5 minutos para todos los diseños de mezcla.

### **A. Propiedades del concreto en estado fresco**

#### **Peso unitario: (N.T.P. 339.046), (ASTM C – 138)**

Es el peso varillado por unidad de volumen de una muestra representativa de concreto. Se expresa en kg/m<sup>3</sup>. Depende del tipo de agregado empleado, resultando de ello concretos livianos, normales y pesados, cuando el peso unitario está entre 400 a 1700, 1800 a 2500

y mayor de 2500 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Se emplea principalmente para comprobar el rendimiento de la mezcla, al comparar el peso unitario del diseño con el real de obra.

El ensayo del peso unitario determina el grado de densidad del concreto. El peso unitario de una mezcla depende del tipo de agregado empleado, si se utilizan agregados gruesos se alcanzan valores de peso unitario de hasta 5200 kg/m<sup>3</sup>.

### **Consistencia (Asentamiento: (NTP 339.035), (ASTM C - 143)**

La consistencia del concreto fresco es la capacidad de la masa de concreto para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. La consistencia se modifica fundamentalmente por la variación del contenido de agua en la mezcla. En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado depende de varios factores; se requiere más agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado. El ensayo para medir la consistencia del concreto se denomina ensayo slump y consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico (Cono de Abrams), midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado (38)

### **Contenido de Aire: (NTP 339.046)**

El ensayo de contenido de aire se realiza para determinar qué cantidad de vacíos tiene internamente el concreto en toda su masa. Cuanto más aire tenga internamente la resistencia del concreto en la compresión disminuye.

### **Exudación (NTP 339.077)**

Es la propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo, de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades del agua y la masa plástica del concreto. La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego la importancia es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener. Se expresa en porcentaje. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fino es la moliendo de éste y mayor sea el porcentaje de material menor que la malla N° 100 la exudación será menor, pues retiene el agua de mezcla (38).

## **B. Propiedades del Concreto Endurecido**

### **Resistencia a la Compresión: (NTP 339.034)**

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos de compresión; depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, expresada en términos de relación agua /cemento en peso. A esta característica mecánica afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a un elemento adicional constituido por la calidad de los agregados, que constituyen complemento de la estructura del concreto; y, el curado que es el complemento del proceso de hidratación, permite el desarrollo o alcance de las características del concreto.

### 1.3. Definición de términos básicos

- **Acero Wirand FF3:** alambre de acero trefilado para el refuerzo del hormigón.
- **Fibras de Acero:** pequeños elementos metálicos alargados utilizados como refuerzo en diferentes tipos de estructuras.
- **Fibras Metálicas:** son producidas con alambres de acero con bajo contenido de carbono, se usan para refuerzo estructural de hormigón.

## CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1. Descripción de Problema

El concreto es de los materiales de construcción más utilizado en el mundo (39), con un rápido avance de su demanda en infraestructuras, (40), debido a la facilidad de manejarlo, así como su importante componente estructural (41), con capacidades de resistencia al fuego, y además, “[...]económico, ya que se puede crear en el mismo sitio donde se lleva a cabo la construcción...” (41).

Tan solo al 2022, el aumento de producción del concreto a nivel mundial, fue de 7.6% en su segundo trimestre, alcanzando los 24,94 millones de m<sup>3</sup>, respecto al año anterior, según la Asociación Nacional Española de Fabricantes de Hormigón Preparado (ANEFHOP ANEFHOP) (42); por su parte, el cemento alcanzó los 2.100 millones de toneladas métricas, siendo China el líder por excelencia el principal productor (43).

De esta alta demanda de producción, surge la necesidad de preguntarse cuál es la utilidad que se le va dar al concreto. Bajo esta premisa, se han desarrollado trabajos que establecen diseños y por tanto procesos que permiten el ingreso de nuevos materiales en el proceso de producción (44) con el fin de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.

En América latina, el uso del cemento es de 4.9% (45), alcanzando un volumen de 114,50 millones de toneladas al 2021. Siendo el sector de la construcción su mayor demandante; sin embargo, al 2022, este sector tuvo una desaceleración marcado por la postpandemia (46), países latinoamericanos como Brasil, Argentina y Perú superaron los niveles de producción anteriores a la pandemia, indicando una tendencia positiva en la región (47).

En el Perú, el BCR, indicó que el sector construcción registró un incremento de 4,90% en octubre de 2022 (48), con un consumo de cemento de 1,28% (49) hasta agosto de 2022, producto del mayor avance



de obras públicas (50), por tanto el sector construcción es un dinamizador natural (51).

Estos datos revelan la importancia del concreto porque se puede sintetizar que su uso “[...] *es tan básico... y un compuesto con el cual se puede jugar y experimentar para cumplir diferentes tareas y objetivos*” (2, p.1), sobre todo cuando existe la necesidad de mejorar sus propiedades mecánicas con la adición de algún material o aditivo.

## **2.2. Formulación del proyecto**

En Loreto, se suele construir con concreto “Cemento -Arena”, debido a la falta de agregados gruesos, en proyectos de procedencia privada, frecuentemente. Una región donde la construcción es el cuarto Indicador de la Actividad Productiva Departamental, según el Informe Técnico N° 01 del cuarto trimestre de 2022 (53) y donde además, la inversión pública creció 13,8 % al 2022 (54). Siendo responsables de este crecimiento los proyectos públicos y privados, configurando un contexto de relevancia para despertar el interés de investigación sobre el principal material de construcción, en la región.

Tan solo entre proyectos del gobierno nacional, local y regional, al 2022 se tenía al menos 459 millones de inversión (54), toda vez que esta región tiene una característica particular de producción especial del concreto, donde el agregado fino, es traído de Pucallpa, y en el sector privado, solo se trabaja de la forma “cemento – arena”.

Por tanto, en este contexto, cobra notable importancia, mejorar las propiedades mecánicas de este material, a fin de garantizar su durabilidad e innovación, con un referente que aporte las propiedades necesarias, que, además, entre otras cosas, minorice el costo y tiempo de traslado del agregado grueso, en una región donde el consumo del cemento es de 13 868 363 toneladas al 2021(55).

Al 2017, se tenía el registro de al menos el 55,0% de viviendas propias y en el que el material predominante para su construcción (2021),

es de Ladrillo o bloque de cemento, según el Informe, Loreto Compendio Estadístico 2022(55). Tan solo en Maynas, al menos 21 545 viviendas tienen estas características.

Esta investigación se formula a partir de la observación sistemática de la realidad regional que se refleja en la ciudad de Iquitos, como ámbito de estudio. Donde a lo largo de los años, se ha visto el método de producción del concreto en el ámbito privado, es “cemento -arena”, con diseños propios con material de la región, y que en general, configuran un referente de mejora e importancia para su tratamiento.

Se precisa que el concreto, que está normado en la Norma Técnica de Edificación, E.060 Concreto Armado, tiene una composición conformada por Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos, según lo indica (18), existiendo una varianza en su composición, entre este y el concreto cemento -arena que se usa en la ciudad de Iquitos, y en gran parte del departamento de Loreto. Es por ello que esta investigación, presentará una propuesta de mejora de este material con adición de fibras de acero Wirand FF3.

### **2.2.2. Problema general**

¿Cuánto es la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú - 2022?

### **2.2.3. Problemas específicos**

1. ¿Cómo es la es la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en la trabajabilidad de la consistencia del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022?

2. ¿Cómo es la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en la resistencia a la compresión del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022?
3. ¿Cuánto es la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en el costo de la elaboración del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022?

## 2.3. Hipótesis

### Hipótesis de trabajo

La adición de fibras de acero Wirand FF3, influyen en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.

Para la prueba estadística de la Hipótesis se plantea:

- **Hipótesis Alternativa (H1):** La adición de fibras de acero Wirand FF3, influyen en la trabajabilidad de la consistencia del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.
- **Hipótesis Alternativa (H2):** La influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, se relaciona con la resistencia a la compresión del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.
- **Hipótesis Alternativa (H3):** La adición de fibras de acero Wirand FF3, influyen en el costo de la elaboración del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.

## 2.4. Variables

### 2.4.2. Identificación de variables

**Variable independiente:**

**X<sub>1</sub>:** Influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3

**Variable dependiente:**

**Y<sub>1</sub>:** Las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú - 2022”.

**2.4.3. Operacionalización de Variables e Indicadores.**

**Tabla 2.** Operacionalización de Variables e indicadores

| Variable                                                                                                       | Definición Conceptual                                                                                                                    | Definición Operacional                            | Indicadores                                                                                                  | Índice                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>Y<sub>1</sub>: Las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú - 2022”.</b> | Estado fresco: estado del concreto cemento -arena, que en estado fresco adquieren un comportamiento ante la adición de un elemento.      | Propiedades físicas del concreto cemento -arena   | - Granulometría<br>- Relación a/c<br>- Consistencia<br>- Peso unitario<br>- Contenido de aire<br>- Exudación | - gr<br>- a/c<br>- pulg<br>- m <sup>3</sup><br>- %<br>- ml  |
|                                                                                                                | Estado endurecido del concreto cemento -arena, que adquiere nuevos valores en sus propiedades mecánicas, tras la adición de un elemento. | Propiedades mecánicas del concreto cemento -arena | - Resistencia a la compresión<br>- Resistencia a la flexión de la viga.<br>- Módulo de elasticidad estático. | - kg/cm <sup>2</sup> ó Mpa<br>- MPa<br>- N / m <sup>2</sup> |

*Se considera solamente la variable operacional o variable problema.*

**2.5. Objetivos**

**2.5.2. Objetivo general**

Determinar la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.

**2.5.3. Objetivos específicos**

1. Determinar la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en la trabajabilidad de la consistencia del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.

2. Determinar la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en la resistencia a la compresión del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.
3. Determinar la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en el costo de la elaboración del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022

## **2.6. Justificación de la Investigación**

La justificación de este trabajo de investigación se hace efectiva, toda vez que su único objetivo, que es mejorar las propiedades del concreto con adición de fibras de acero FF. Por qué significa un aporte al diseño y mejora de este material de construcción en la Amazonia Peruana.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y diseño de la investigación

#### 3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de estudio es Experimental.

#### 3.1.2. Diseño de la Investigación

La investigación pertenece al diseño experimental, transeccional correlacional.

**Tabla 3. Diseño de la Investigación.**

|   |                |
|---|----------------|
|   | O <sub>y</sub> |
|   | r              |
| M | O <sub>x</sub> |
|   | r              |
|   | O <sub>z</sub> |

Donde:

M: Muestra de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de Fibras de acero FF3.

O: Muestra con adición de 15kg de Fibras de acero FF3, a los 7 y 28 días.

X1: Adición de sacarosa.

Y2: Propiedades físicas y mecánicas de concreto cemento-arena.

#### 3.1.3. Población y Muestra

##### A. Población:

Para nuestra investigación la población estará constituida por el universo de probetas de concreto con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

##### B. Muestra:

Las muestras estarán conformadas de la siguiente manera:

##### Muestra Patrón:

Conformada por concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , de  $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ , con verificación de resistencia a los 7 y 28 días, sin adición de fibras de acero.

**Tabla 4. Distribución de muestra patrón**

| <b>MUESTRA PATRÓN</b> |                       |             |           |           |
|-----------------------|-----------------------|-------------|-----------|-----------|
| <b>Dosificación</b>   | <b>Propiedad</b>      | <b>Días</b> |           |           |
|                       |                       | <b>7</b>    | <b>14</b> | <b>28</b> |
| Sin fibra de acero.   | E. Compresión         | 9           | 9         | 9         |
|                       | Flexión a la viga     | 9           | 9         | 9         |
|                       | Módulo de elasticidad | 9           | 9         | 9         |
| Sub Total             |                       | 27          | 27        | 27        |
| TOTAL                 |                       | 81 unidades |           |           |

**Muestra de Investigación:**

Conformada por concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de Fibras de acero de FF3, de 15cmx15cm, con verificación a los 7 y 28 días.

**Tabla 5. Distribución de muestra de investigación**

| <b>MUESTRA DE INVESTIGACIÓN</b>               |                       |             |           |           |
|-----------------------------------------------|-----------------------|-------------|-----------|-----------|
| <b>Dosificación</b>                           | <b>Propiedad</b>      | <b>Días</b> |           |           |
|                                               |                       | <b>7</b>    | <b>14</b> | <b>28</b> |
| Con adición de 15kg de fibra de acero de FF3. | E. Compresión         | 9           | 9         | 9         |
|                                               | Flexión a la viga     | 9           | 9         | 9         |
|                                               | Módulo de elasticidad | 9           | 9         | 9         |
| Sub Total                                     |                       | 27          | 27        | 27        |
| TOTAL                                         |                       | 81 unidades |           |           |

**3.1.4. Técnicas:**

Las principales técnicas que se emplearán en esta investigación para la recolección de los datos serán:

- Observación de laboratorio
- Análisis de contenido.

**3.1.5. Instrumentos:**

- Guías de observación
- Fichas de registro

**3.1.6. Procedimiento de recolección de datos**

La recolección de datos estuvo conformada por:

- **Trabajo de gabinete:**

Consistió en la elaboración de las fichas de registro de información.

- **Trabajo de Campo:**

Consistió en la recolección de muestras de agregado fino desde la cantera "Comana Rio Amazonas", frente a la Comunidad Astoria, ubicada al margen izquierdo del Río Amazonas, partiendo desde la ciudad de Iquitos.

Posteriormente el agregado fino fue trasladado al Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la UCP de la Universidad Científica del Perú.

- **Trabajo de gabinete o Laboratorio:**

Para la investigación experimental se realizaron 162 unidades de probetas tal como se describe en la sección III: Metodología, ítem 3.1, 3.1.3 Población y muestra, tablas **Tabla 4** y **Tabla 5**. Los ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, citadas en la Sección de II: Planteamiento del Problema, ítem 2.5.3; se realizaron a los 7, 14 y 28 días.

Se utilizaron las metodologías de ensayo: ASTM C39 "método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto" y ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) que consiste en ensayar una probeta de sección prismática de 15 cm. x 15 cm. x 50 cm, apoyándola sobre dos soportes rotulados separados 45 cm. y aplicando carga a los tercios de la luz libre (a 15 cm. de cada extremo) falladas a flexión.



**Tabla 6. Normativa de aplicación**

| <b>ENSAYO</b>                                                                                                                    | <b>Norma Técnica Peruana: NTP</b> | <b>Norma Técnica ASTM: ASTM</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Muestreo de los agregados                                                                                                        | NTP 400.010                       | ASTM C 702<br>ASTM D-75         |
| Requisitos para clasificación de agregados                                                                                       |                                   | ASTM C-33                       |
| Límites de gradación del agregado fino                                                                                           | NTP 400.037                       | ASTM C-33                       |
| Peso unitario o peso aparente del agregado fino: Peso Unitario Suelto (P.U.S.) y Peso Unitario Compactado o varillado (P.U.C.)   | NTP 400.017                       | ASTM C -29                      |
| Peso específico, gravedad específica o densidad real; y, absorción de agregados finos                                            | NTP 400.022                       | ASTM C-128                      |
| Contenido de humedad del agregado fino                                                                                           | NTP 339.185                       | ASTM C-566                      |
| Granulometría del agregado fino                                                                                                  | NTP 400.012                       |                                 |
| Módulo de finura                                                                                                                 | NTP 400.011                       | ASTM C-125                      |
| Material fino que pasa la malla N° 200 (o sustancias perjudiciales)                                                              | NTP 400.018                       | ASTM C-117                      |
| Límites de gradación del agregado grueso                                                                                         | NTP 400.037                       | ASTM C-33                       |
| Peso unitario o peso aparente del agregado grueso: Peso Unitario Suelto (P.U.S.) y Peso Unitario Compactado o varillado (P.U.C.) | NTP 400.017                       | ASTM C- 29                      |
| Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso                                                                    | NTP 400.022                       | ASTM C-127                      |
| Contenido de Humedad del agregado grueso                                                                                         | NTP 339.185                       | ASTM C-566                      |
| Granulometría del agregado grueso                                                                                                | NTP 400.012                       | ASTM C-136                      |
| Módulo de finura del agregado grueso                                                                                             | NTP 400.011                       |                                 |
| Agregado Global (mezcla de agregado grueso y fino participante en la mezcla): Curvas Teóricas y Husos Totales                    |                                   | ASTM C-33<br>Husos DIM 1045     |

**ENSAYO DE PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO**

**Tabla 7.** Propiedades del concreto en estado fresco – normativa.

| <b>Ensayo</b>               | <b>Norma Técnica Peruana: NTP</b> | <b>Norma Técnica ASTM: ASTM</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Peso unitario               | NTP 339.046                       | ASTM C-138                      |
| Consistencia (Asentamiento) | NTP 339.035                       | ASTM C- 143                     |

## ENSAYO DE PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

**Tabla 8.** Propiedades del concreto en estado endurecido – normativa.

| Ensayo                      | Norma Técnica Peruana: NTP | Norma Técnica ASTM: ASTM |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Refrentado de testigos      | NTP 339.037 (2008)         |                          |
| Resistencia a la compresión | NTP 339.034                | ASTM C-39                |

### 3.2. Técnicas de Procesamiento y Análisis de datos de la Información

El procesamiento de la información se realizará de forma mecánica/computarizada.

Para el registro de los resultados, tras las observaciones, se usará fichas de registro o formatos de laboratorio, los mismos que serán digitados para ser transformados en información digital.

Los procesadores de datos serán los siguientes:

- Word: Para elaboración de informe
- Excel: Procesamiento de datos y gráficos obtenidos de laboratorio
- SPSS: Prueba estadística

#### 3.2.1. Técnicas de Procesamiento

El procesamiento de datos será realizado mediante la formulación de organizadores visuales.

- a. Tablas
- b. Gráficos

#### 3.2.2. Análisis de datos

Las variables de respuesta se evaluarán estadísticamente mediante la aplicación del análisis de varianza (ANOVA) para un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$  (5%) y un intervalo de confianza  $(1 - \alpha) = 0.95$  (95%).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Determinación de la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3.

En esta sección se presenta los resultados de los ensayos realizados a 1m<sup>3</sup> de concreto de cemento -arena, con adición de fibras de acero de FF3, realizado en la ciudad de Iquitos.

Para el cumplimiento de objetivos, se realizó el diseño de mezcla con adición de 15kg, 25kg y 35kg de fibras de acero para cada m<sup>3</sup> de concreto.

Posteriormente se realizaron los ensayos de E. Compresión, Flexión a la viga, Tracción Indirecta y Módulo de elasticidad, que se describen en la **Tabla 4** y **Tabla 5**.

Así mismo, según resultados, el agregado fino (arena) utilizada en la investigación tiene un módulo de fineza de 1.44 y un peso específico de 2.653 gr/cc. Un peso unitario suelto de 1448 kg/m<sup>3</sup>, un peso unitario compactado de 1605 kg/m<sup>3</sup> y un porcentaje de absorción de 0.24%. El cemento utilizado es de la marca Cemento amazónico, de un peso específico de 3.05 gr/cc y un peso unitario de 1500 kg/m<sup>3</sup>. La única relación agua / cemento utilizado fue la  $A/c = 0.60$ .

Las propiedades en estado endurecido del **concreto patrón** (sin fibra) fueron: Resistencia a la compresión a los 7 días fue de 196 kg/m<sup>3</sup> que representa el 73% de la resistencia que alcanzó a los 28 días que fue 239 kg/m<sup>3</sup>. A la tracción a los 7 días alcanzó una resistencia de 19.3kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días de 21.1 kg/m<sup>3</sup>. La resistencia a la flexión medida a los 28 días fue de 41 kg/cm<sup>2</sup>. El módulo elástico promedio medido a los 28 días fue 203 352 kg/cm<sup>2</sup> y el coeficiente de Poisson de 0.276.

**4.1.1. Determinación de la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en la trabajabilidad de la consistencia del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.**

**RESULTADOS AL ESTADO FRESCO:**

**Tabla 9.** Resumen de datos de diseño de mezcla.

| <b>DISEÑO DE MEZCLA</b>           |    |             |             |
|-----------------------------------|----|-------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN                       | C  | AF          | AGUA        |
| Dosificación En Peso              | 1  | 2.63        | 22.10 lt/m3 |
| Dosificación En Volumen           | 1  | 2.61        | 22.10 lt/m3 |
| <b>CONSISTENCIA Y TEMPERATURA</b> |    |             |             |
| Consistencia                      | 4" | Temperatura | 31.3°C      |

**Tabla 10.** Composición de 1m3 de concreto fresco corregido.

| <b>COMPOSICIÓN DE 1M3 DE CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL</b> |           |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------|
| Descripción                                                                             | Peso (kg) | Volumen Absoluto (m3) |
| Cemento                                                                                 | 494.99    | 0.162                 |
| Agregado fino (Estado S.S.S*)                                                           | 1262.82   | 0.477                 |
| Agua                                                                                    | 297.01    | 0.297                 |
| Aire atrapado                                                                           | 0.00      | 0.064                 |

**4.1.2. Determinación de la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en la resistencia a la compresión del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.**

**RESULTADOS AL ESTADO ENDURECIDO**

**Tabla 11.** Valores de 1m<sup>3</sup> de concreto en estado endurecido - Muestra patrón

| <b>MUESTRA PATRÓN (sin adición de fibra de acero)</b> |                          |                                                 |                |                |
|-------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|----------------|----------------|
| <b>Dosificación</b>                                   | <b>ENSAYO</b>            | <b>Resistencia promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |                |                |
|                                                       |                          | <b>MUESTRA PATRÓN</b>                           |                |                |
|                                                       |                          | <b>7 días</b>                                   | <b>14 días</b> | <b>28 días</b> |
|                                                       |                          |                                                 |                |                |
| Relación a/c:<br>0.60                                 | E. Compresión            | 196                                             | -              | 239            |
|                                                       | Flexión a la viga        |                                                 | -              | 41             |
|                                                       | Tracción Indirecta       | 19.3                                            | -              | 21.1           |
|                                                       |                          | Módulo elástico                                 |                |                |
|                                                       | Módulo de elasticidad de | M1<br>210.787                                   | M2<br>204.812  | M3<br>194.457  |
|                                                       | Módulo de Poisson        | M1<br>0.301                                     | M2<br>0.260    | M3<br>0.267    |

**Tabla 12.** Valores de 1m<sup>3</sup> de concreto en estado endurecido – M. nvestigación 15kg.

| <b>MUESTRA DE INVESTIGACIÓN – 15KG FIBRA FF3</b> |                          |                                                 |                |                |
|--------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|----------------|----------------|
| <b>Dosificación</b>                              | <b>ENSAYO</b>            | <b>Resistencia promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |                |                |
|                                                  |                          | <b>MUESTRA 1</b>                                |                |                |
|                                                  |                          | <b>7 días</b>                                   | <b>14 días</b> | <b>28 días</b> |
|                                                  |                          |                                                 | -              |                |
| Relación a/c:<br>0.60                            | E. Compresión            | 197                                             | -              | 271            |
|                                                  | Flexión a la viga        | -                                               | -              | 41             |
|                                                  | Tracción Indirecta       | 23.5                                            | -              | 30.5           |
|                                                  |                          | Módulo elástico                                 |                |                |
|                                                  | Módulo de elasticidad de | M1<br>205.531                                   | M2<br>220.946  | M3<br>228.558  |
|                                                  | Módulo de Poisson        | M1<br>0.286                                     | M2<br>0.271    | M3<br>0.246    |

**Tabla 13.** Valores de 1m<sup>3</sup> de concreto en estado endurecido – M.

Investigación 25kg de FF3

| <b>MUESTRA DE INVESTIGACIÓN – 25KG FIBRA FF3</b> |                          |                                                 |                |                |
|--------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|----------------|----------------|
| <b>Dosificación</b>                              | <b>ENSAYO</b>            | <b>Resistencia promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |                |                |
|                                                  |                          | <b>MUESTRA INVESTIGACIÓN 25KG</b>               |                |                |
|                                                  |                          | <b>7 días</b>                                   | <b>14 días</b> | <b>28 días</b> |
|                                                  |                          |                                                 |                |                |
| Relación a/c:<br>0.60                            | E. Compresión            | 212                                             | -              | 268            |
|                                                  | Flexión a la viga        | -                                               | -              | 43             |
|                                                  | Tracción Indirecta       | 30.3                                            |                | 36.1           |
|                                                  |                          | Módulo elástico                                 |                |                |
|                                                  | Módulo de elasticidad de | M1<br>220.612                                   | M2<br>225.509  | M3<br>250.978  |
|                                                  | Módulo de Poisson        | M1<br>0.280                                     | M2<br>0.298    | M3<br>0.305    |

**Tabla 14.** Valores de 1m<sup>3</sup> de concreto en estado endurecido – M.

Investigación 35kg de FF3

| <b>MUESTRA DE INVESTIGACIÓN – 35KG FIBRA FF3</b> |                          |                                                 |                |                |
|--------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|----------------|----------------|
| <b>Dosificación</b>                              | <b>ENSAYO</b>            | <b>Resistencia promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |                |                |
|                                                  |                          | <b>MUESTRA 2</b>                                |                |                |
|                                                  |                          | <b>7 días</b>                                   | <b>14 días</b> | <b>28 días</b> |
|                                                  |                          |                                                 |                |                |
| Relación a/c:<br>0.60                            | E. Compresión            | 214                                             | -              | 263            |
|                                                  | Flexión a la viga        | -                                               | -              | 45             |
|                                                  | Tracción Indirecta       | 31.6                                            |                | 34.7           |
|                                                  |                          | Módulo elástico                                 |                |                |
|                                                  | Módulo de elasticidad de | M1<br>206.592                                   | M2<br>212.061  | M3<br>230.928  |
|                                                  | Módulo de Poisson        | M1<br>0.310                                     | M2<br>0.225    | M3<br>0.390    |

Tabla 15. Resumen de resultados – Concreto estado endurecido

| <b>RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO</b> |                                               |                |                           |                |                        |                        |                |                |                          |                |                |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------|---------------------------|----------------|------------------------|------------------------|----------------|----------------|--------------------------|----------------|----------------|
| <b>DESCRIPCION</b>                                                  | <b>RESISTENCIA A LA COMPRESION<br/>KG/CM2</b> |                | <b>TRACCION INDIRECTA</b> |                | <b>FELXION DE VIGA</b> | <b>MODULO ELASTICO</b> |                |                | <b>MODULO DE POISSON</b> |                |                |
|                                                                     | <b>7</b>                                      | <b>28</b>      | <b>7</b>                  | <b>28</b>      |                        | <b>28</b>              | <b>7</b>       | <b>14</b>      | <b>28</b>                | <b>7</b>       | <b>14</b>      |
| <b>MUESTRA PATRÓN<br/>(SIN FIBRAS)</b>                              | <b>196</b>                                    | <b>239</b>     | <b>19.3</b>               | <b>21.1</b>    | <b>41</b>              | <b>210.787</b>         | <b>204.812</b> | <b>194.457</b> | <b>0.301</b>             | <b>0.26</b>    | <b>0.267</b>   |
| CON FIBRAS 15 KG                                                    | 197                                           | 271            | 23.5                      | 30.5           | 41                     | 205.531                | 220.946        | 228.558        | 0.286                    | 0.271          | 0.246          |
| CON FIBRAS 25 KG                                                    | 212                                           | 268            | 30.3                      | 36.1           | 43                     | 220.612                | 225.509        | 250.978        | 0.28                     | 0.298          | 0.305          |
| CON FIBRAS 35 KG                                                    | 214                                           | 264            | 31.6                      | 34.7           | 45                     | 206.592                | 212.061        | 230.928        | 0.31                     | 0.225          | 0.39           |
| <b>COMPARACION EN PORCENTAJES (%) VS MUESTRA PATRON</b>             |                                               |                |                           |                |                        |                        |                |                |                          |                |                |
| <b>DIAS DE ENSAYO</b>                                               | <b>7</b>                                      | <b>28</b>      | <b>7</b>                  | <b>28</b>      | <b>28</b>              | <b>7</b>               | <b>14</b>      | <b>28</b>      | <b>7</b>                 | <b>14</b>      | <b>28</b>      |
| <b>MUESTRA PATRÓN<br/>(CON FIBRAS)</b>                              | <b>100.00%</b>                                | <b>100.00%</b> | <b>100.00%</b>            | <b>100.00%</b> | <b>100.00%</b>         | <b>100.00%</b>         | <b>100.00%</b> | <b>100.00%</b> | <b>100.00%</b>           | <b>100.00%</b> | <b>100.00%</b> |
| CON FIBRAS 15 KG                                                    | 100.51%                                       | 113.39%        | 121.76%                   | 144.55%        | 100.00%                | 97.51%                 | 107.88%        | 117.54%        | 95.02%                   | 104.23%        | 92.13%         |
| CON FIBRAS 25 KG                                                    | 108.16%                                       | 112.13%        | 156.99%                   | 171.09%        | 104.88%                | 104.66%                | 110.11%        | 129.07%        | 93.02%                   | 114.62%        | 114.23%        |
| CON FIBRAS 35 KG                                                    | 109.18%                                       | 110.46%        | 163.73%                   | 164.45%        | 109.76%                | 98.01%                 | 103.54%        | 118.76%        | 102.99%                  | 86.54%         | 146.07%        |

**4.1.3. Determinación de la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en el costo de la elaboración del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.**

La influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en el costo de la elaboración del concreto cemento – arena, se puede ver en las tablas comparativas.

Para el cumplimiento de este objetivo, se estimó los costos unitarios actualizados al 2023, correspondiente a la ciudad de Iquitos, de un concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> según normativa NTP 339.034 y ASTM C-39, costo unitario del mortero estructural de  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> usado en la región, y finalmente el costo unitario de un concreto de  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibras de acero FF3, preparado para esta investigación.

Para efectos de esta investigación se compararon precios, según la siguiente tabla:

**Tabla 16.** Precios de concreto  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup> por m<sup>3</sup>– Iquitos.

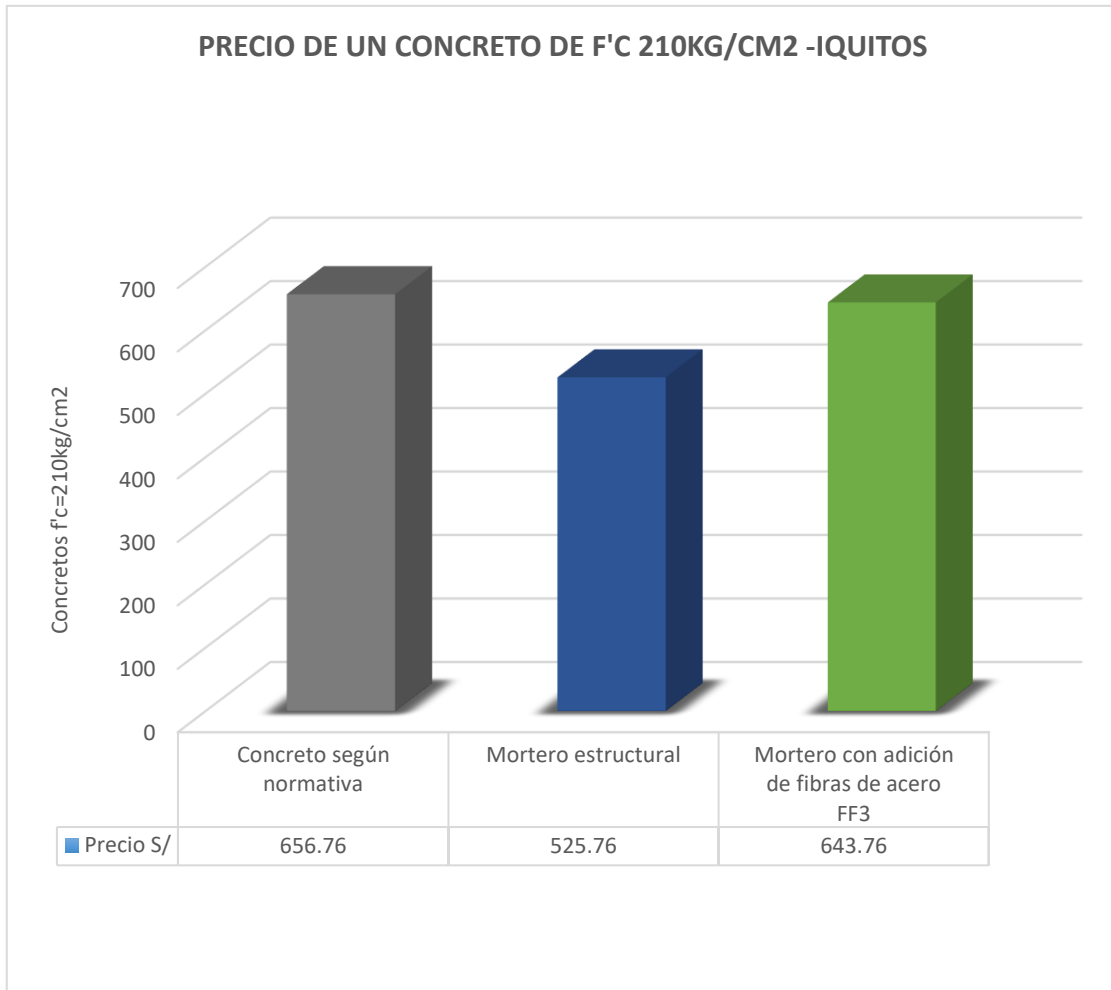
| Concreto                                   | Resistencia                  | Precio S/ | Diferencia de precios respecto al concreto según normativa | Diferencia de precios respecto al concreto con adición de acero | Promedio S/ |
|--------------------------------------------|------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------|
| Concreto según normativa                   | $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> | 656.76    | -                                                          | 13.00                                                           | 608.76      |
| Mortero estructural                        | $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> | 525.76    | 131.00                                                     | 118.00                                                          |             |
| Mortero con adición de fibras de acero FF3 | $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> | 643.76    | 13.00                                                      | -                                                               |             |



Descripción: En la **Tabla 16**, se muestra los precios unitarios de los concretos que se prepara en la ciudad metropolitana de Iquitos, con un precio promedio estimado en 608.76 por m<sup>3</sup>. Ver anexos

- El precio del concreto elaborado con normativa peruana, se incrementa en un total de 13.00 soles por m<sup>3</sup>, con resistencia de  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>, por encima del concreto elaborado con fibra de acero. La diferencia está estimada en relación al precio que se incrementa por la cantidad de agregado grueso.
  
- El precio del concreto elaborado con normativa peruana, se incrementa en 131 soles, respecto al mortero estructural que se elabora comúnmente en Iquitos, pues en este caso, se incrementa la cantidad de cemento portland.
  
- El precio entre Mortero con adición de fibras de acero FF3, según diseño óptimo, se incrementa en 118 soles, respecto al mortero estructural que se elabora comúnmente en Iquitos, pues en este caso, se incrementa el precio por la presencia de las fibras de acero y la permanencia del cemento portland en un porcentaje similar al concreto estructural.

**Gráfico 1.** Precios de concreto f'c 210kg/cm2 por m3– Iquitos.



Es preciso indicar que el **Gráfico 1**, muestra un comparativo a nivel de resultados ejecutados in situ, sobre precios de concretos en Iquitos y el concreto de investigación. No se estima tiempo de traslado de agregados gruesos y/o materiales, porque no compete al área de investigación.

Sin embargo, se menciona que el agregado grueso es transportado a Iquitos con una antelación de 15 días como mínimo, en embarcación fluvial para ser puesto en obra.

## **CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este capítulo presentamos las conclusiones a las que llegamos en este trabajo de investigación, así mismo, recomendaciones en base a la experiencia desarrollada en la misma por su gran singularidad, entre otros alcances desarrollados respecto a temas en el mismo sentido y con similar desarrollo de investigación.

### **5.1. Discusión**

La investigación realizada, denominada “Influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú - 2022”, encontró, que la adición de fibras mejora considerablemente sus propiedades en estado endurecido, en relación a uno fabricado de forma convencional, en la ciudad de Iquitos. Si bien, no están diseñados como un concreto Hormigón, coinciden con Mármol (2010), quien concluyó que los concretos que tienen fibra de acero en su diseño, al tener rotura a flexo tracción dúctil, aumentan mucho la tenacidad y mejoran considerablemente la resistencia a la fatiga (1).

Estos resultados coinciden con Sandoval (2022), que menciona que las fibras de acero pueden ser incorporadas en el concreto, según objetivo de utilidad; quien realizó, adiciones de fibra de acero en porcentajes de dosificación de 1%, 2%, 3% y 4% en función al volumen del concreto para diseños de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, con fibras de acero KF 80/60 de 0.75 mm de diámetro y 60.00 mm de largo (5, p.61).

Por su parte, Maceda y Samillan (2022), encontró que la adición de 5% (37.27kg/m<sup>3</sup>) de fibras de acero, alcanza un Slump (cm) de 6.15, lo cual es aceptable para nuestro diseño de mezcla con adición de 35kg de fibra de acero, si consideramos que no comprende agregado grueso.

En el mismo sentido, en el esfuerzo a la compresión, se encontró resultados similares con su diseño de 5% de adición de fibras de acero, el cual alcanzó resistencia promedio de 174.52kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 224.04 kg/cm<sup>2</sup>

a los 28 días, valores que están dentro de nuestro rango de diseño con adición de 35kg por cada 1m<sup>3</sup>, en el cual obtuvimos una ventaja de resistencia a la compresión de 212kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 268 kg/cm<sup>2</sup> a los 27 días (5, p. 29). Ante estos resultados, resaltamos que nuestro diseño no contiene % de agregado grueso. Su muestra con porcentaje de adición de 10% de fibra de acero, alcanzó a los 7 días un promedio de 185.29kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días, 229.77kg/cm<sup>2</sup>, valores de resistencia a la compresión, que están debajo de nuestra muestra con 15kg de fibras de acero, el cual alcanzó en promedio 197kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 271kg/cm<sup>2</sup> a los 28, respectivamente (5, p.30)

En cuanto a la resistencia a la flexión, Maceda y Samillan (2022), encontraron su resistencia máxima con su muestra con 15% de fibras de acero. a los 28 días con 5% de fibra de acero, alcanzaron 25.71 kg/cm<sup>2</sup>, con 10% de fibra de acero, alcanzaron 26.28 kg/cm<sup>2</sup> y con 15% de fibra de acero, alcanzaron 26.82 kg/cm<sup>2</sup>, por debajo de lo encontrado en esta investigación, donde alcanzamos valores de 41kg/cm<sup>2</sup> (15kg de fibra de acero), 43 kg/cm<sup>2</sup> (25kg de fibra de acero) y 45kg/cm<sup>2</sup> (25kg de fibra de acero), a los 28 días.

En el ámbito nacional, Porras y Moreno, 2022, obtuvieron valores por debajo de lo alcanzado por esta esta investigación, en cuanto a esfuerzos a la compresión a los 7 días, alcanzando con diseño de 25kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, 191.75kg/cm (3, p.101), de resistencia a la compresión, para un diseño objetivo de 280kg/cm<sup>2</sup> respecto a los 210kg/cm<sup>2</sup> de nuestro diseño.

Sin embargo, a los 28 días, alcanzaron 316.83kg/cm<sup>2</sup> (3, p.102) de resistencia a la compresión, valor muy superior a los 268 kg/cm<sup>2</sup> que se logró en esta investigación con la misma proporción de fibras de acero. Es válido resaltar que la composición de la mezcla de concreto de los autores mencionados líneas arriba del presente párrafo, corresponde a un concreto convencional, que difiere con el concreto cemento - arena, que presentamos en esta investigación.

Por su parte Sandoval (2022), encontró valores similares en la resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con la cantidad de 2 % (44.80 kg/m<sup>3</sup>), respecto a esta investigación lo cual está 2.45% por encima de lo encontrado por esta investigación (5, p.61).

Sin embargo, Martínez y Salas (2021), en su tesis "Porcentaje de fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos – Trujillo, 2021 ", analizaron probetas de concreto simple y con fibras de acero, que, a los 28 días de curado, la muestra patrón alcanzó una  $f'c = 365.96 \text{ kg/cm}^2$  y cuando se usó 2% de fibras se obtuvo  $f'c = 383.20 \text{ kg/cm}^2$ , superando al patrón en 4.41%. (6, p.112).

Julca y Olivos (2021), encontraron que las características físicas y mecánicas del concreto estructural con adición fibras de acero se incrementan, comparado con un concreto convencional. Conclusión que es compatible con nuestra investigación, toda vez que el concreto presenta mejoras en su estructura (7, p.35).

## **5.2. Conclusiones**

Tal como lo señala la sección de objetivos de esta investigación, se logró determinar la influencia de la adición de fibras de acero FF3, en el concreto elaborado a base de cemento – arena, con diseño, relación a/c 0.60, en la ciudad de Iquitos.

A la luz de los resultados, concluimos:

### **Hipótesis de trabajo**

La adición de fibras de acero Wirand FF3, influyen en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.

Para la prueba estadística de la Hipótesis se plantea:

1. La adición de fibras metálicas tipo Wirand FF3, sí influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento- arena, con lo cual la hipótesis general ha quedado confirmada.
2. La adición de fibras de acero tipo Wirand FF3, sí influye en la consistencia del concreto cemento – arena, puesto que, con la relación agua / cemento de 0.60, con arena de un módulo de fineza de 1.44 y con cemento Portland tipo 1 de la marca Cemento Amazónico, se alcanzó un slump de 4.5” en el concreto patrón y en el concreto con las tres dosificaciones de fibra se logró menores slump; quedando confirmada la hipótesis secundaria H1.
3. La adición de fibras de acero tipo Wirand FF3, sí influye en la resistencia a la compresión del concreto cemento – arena, puesto que, con la relación agua / cemento de 0.60, con arena de un módulo de fineza de 1.44 y con cemento Portland tipo I de la marca Cemento

Amazónico, se alcanzó una resistencia a la compresión a los 7 días de 196 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días una de 239 kg/cm<sup>2</sup> en el concreto patrón y en el concreto con adición de 15 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> y 35 kg/m<sup>3</sup> de fibra se alcanzó 197 kg/cm<sup>2</sup> y 271 kg/cm<sup>2</sup>, 214 kg/cm<sup>2</sup> y 263 kg/cm<sup>2</sup> y 212 kg/cm<sup>2</sup> y 268 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 y 28 días, respectivamente; con lo cual la hipótesis H2 ha quedado confirmada.

4. La adición de fibras de acero tipo Wirand FF3, sí influye en la resistencia a la flexión del concreto cemento – arena, puesto que, con la relación agua / cemento de 0.60, con arena de un módulo de fineza de 1.44 y con cemento Portland tipo I de la marca Cemento Amazónico, se alcanzó una resistencia a la flexión a los 28 días de 41 kg/cm<sup>2</sup> en el concreto patrón y en el concreto con adición de 15 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> y 35 kg/m<sup>3</sup> de fibra se alcanzó una resistencia de 41 kg/cm<sup>2</sup>, 43 kg/cm<sup>2</sup> y 45 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.
5. La adición de fibras de acero tipo Wirand FF3, sí influye en la resistencia a la tracción del concreto cemento – arena, puesto que, con la relación agua / cemento de 0.60, con arena de un módulo de fineza de 1.44 y con cemento Portland tipo I de la marca Cemento Amazónico, se alcanzó una resistencia a la tracción a los 7 días de 19.3 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días una de 21.1 kg/cm<sup>2</sup> en el concreto patrón y en el concreto con adición de 15 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> y 35 kg/m<sup>3</sup> de fibra se alcanzó una resistencia de 23.5 kg/cm<sup>2</sup> y 30.5 kg/cm<sup>2</sup>, 30.3 kg/cm<sup>2</sup> y 36.1 kg/cm<sup>2</sup> y 31.6 kg/cm<sup>2</sup> y 34.7 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 y 28 días, respectivamente.
6. La adición de fibras de acero tipo Wirand FF3, sí influye en el módulo elástico del concreto cemento – arena, puesto que, con la relación agua / cemento de 0.60, con arena de un módulo de fineza de 1.44 y con cemento Portland tipo I de la marca Cemento Amazónico, se alcanzó un valor de módulo elástico estático a los 28 días de 203 352

kg/cm<sup>2</sup> (Coeficiente de Poisson de 0.276) en el concreto patrón y en el concreto con adición de 15 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> y 35 kg/m<sup>3</sup> de fibra se alcanzó un módulo de 219135 kg/cm<sup>2</sup> (Coeficiente de Poisson de 0.268), 232366 kg/cm<sup>2</sup> (Coeficiente de Poisson de 0.294) y 216527 kg/cm<sup>2</sup> (Coeficiente de Poisson de 0.308), respectivamente.

7. Por otro lado, encontramos que el diseño que ha demostrado mejor resistencia a la flexión, ha sido el concreto con 35kg de adición de fibras de acero, alcanzando 45kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, el diseño con 15kg de fibra de acero obtuvo los mismos valores del concreto cemento - arena patrón, con 41kg/cm<sup>2</sup>, mientras que al agregar 25kg de acero, se obtuvo 43kg/cm<sup>2</sup>.

8. La resistencia a la tracción indirecta, con muestra de investigación patrón alcanzó 19.3kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 21.1kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

El incremento es significativo en la primera muestra de investigación con la adición de 15kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero tipo Wirand FF3, que alcanza 23.5kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 30.5kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días; notoriamente el cambio se incrementa con la adición de 25kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero tipo Wirand FF3, alcanzando 30.3 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 36.1 kg/cm<sup>2</sup> a los 28, y finalmente con 35kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero tipo Wirand FF3, se encontró 31.6kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 34.7kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. El valor más alto se obtuvo a los 28 días con 25kg de fibra tipo Wirand FF3, respecto a la muestra patrón.

El módulo elástico de la muestra patrón a los 7 días, con diseño de  $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$  y relación  $a/c = 0.60$ , fue el siguiente; Testigo 1: alcanzó un  $ME = 210.787$  y  $M. \text{ Poisson} = 0.301$ ; Testigo 2,  $ME = 204.812$  y  $M. \text{ Poisson} = 0.260$ ; Testigo 3,  $ME = 194.457$  y  $M. \text{ Poisson} = 0.267$ .

Con 15kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero: T1,  $ME = 205.531$  y  $M. \text{ Poisson} = 0.286$ ; T2,  $ME = 220.946$  y  $M. \text{ Poisson} = 0.271$ ; T3,  $ME = 228.558$  y  $M. \text{ Poisson} = 0.246$ .



Con 25 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero: T1, ME= 220.612 y M. Poisson=0.280; T2, ME= 225.507 y M. Poisson=0.298; T3, ME= 250.978 y M. Poisson=0.305.

Con 35kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero: T1, ME= 206.592 y M. Poisson=0.310; T2, ME= 212.061 y M. Poisson=0.225; T3, ME= 230.928 y M. Poisson=0.390.

9. El precio del concreto elaborado con normativa peruana, se incrementa en un total de 13.00 soles por m<sup>3</sup>, con resistencia de f'c 210kg/cm<sup>2</sup>, por encima del concreto elaborado con fibra de acero. La diferencia está estimada en relación al precio que se incrementa por la cantidad de agregado grueso.
10. El precio del concreto elaborado con normativa peruana, se incrementa en 131 soles, respecto al mortero estructural que se elabora comúnmente en Iquitos, pues en este caso, se incrementa la cantidad de cemento portland.
11. El precio entre Mortero con adición de fibras de acero FF3, según diseño óptimo, se incrementa en 118 soles, respecto al mortero estructural que se elabora comúnmente en Iquitos, pues en este caso, se incrementa el precio por la presencia de las fibras de acero y la permanencia del cemento portland en un porcentaje similar al concreto estructural.

### **5.3. Recomendaciones.**

- Se recomienda desarrollar investigación de concreto cemento - arena, con adición de fibras de acero, que busquen lograr un diseño óptimo, según utilidad del concreto.
- Trabajar las fibras de acero, como componente final, para la realización de la mezcla del concreto, pues esta no es muy

manejable y puede causar daño al recipiente que lo contiene, toda vez que se presenta una manipulación que requiera velocidad para el mezclado, caso específico, en las mezcladoras.

- Trabajar con diferentes relaciones de a/c, y una resistencia que se desea alcanzar, a fin de lograr el diseño óptimo.
- Investigar si la composición del concreto cemento -arena, con fibra de acero, no sufre deterioros en el tiempo, es decir, si su calidad es óptima en el tiempo, puesto que, en Loreto, las lluvias pueden influenciar en su estructura y propiedades.
- Se recomienda estimar el tiempo de traslado de materiales como agregados gruesos y fibras de acero, y su influencia en el precio de la elaboración de concretos.

## Referencias Bibliográficas

1. MÁRMOL SALAZAR, Patricia Cristina. *Hormigones con fibras de acero características mecánicas*. PhD Thesis. Caminos, 2010.
2. RUIZ-VALENCIA, D., RODRÍGUEZ, F. and LEÓN-NEIRA, M. Estudio del comportamiento a la fatiga de una mezcla de concreto para pavimentos reforzada con fibras metálicas. *Revista ingeniería de construcción*. Online. August 2017. Vol. 32, no. 2, p. 45–58.
3. PORRAS LAURA, Kimberly Katherine and RÍOS MORALES, Kremlin Jonny. Análisis del comportamiento físico y mecánico del concreto al adicionar fibra de metal para su uso en pavimentos rígidos en la ciudad de Huancayo, 2021.2022.
4. MACEDA LEÓN, Rodolfo Faustino and SAMILLAN GONZALES, José Modesto. Incorporación de fibras de acero en el concreto estructural  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para incrementar su resistencia mecánica, la Victoria, Chiclayo, Lambayeque, 2021. 2022.
5. SANDOVAL SIESQUEN, Fernando Edilberto. Efectos de la incorporación de fibras de acero en las propiedades mecánicas del concreto con aditivo plastificante, Lambayeque 2020. 2022.
6. MARTINEZ ORUNA, Erick Natan and SALAS RIOS, Sharon Lissete. Porcentaje de fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos–Trujillo, 2021. 2021.
7. JULCA LALANGUI, Jeyci Enrique and OLIVOS RUGEL, Ricardo Aldair. Diseño de concreto estructural  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  incorporando fibras de acero, para incrementar su resistencia-Tumbes-2021. 2021.
8. VARGAS ORTIZ, Guadalupe Brigitte and YATACO BARREDA, Alvaro Gustavo. Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos. 2020.
9. CARRERA DELEDESMA, Sarita Beatriz. Resistencia a compresión de un concreto  $f' c=210\text{ kg/cm}^2$  sustituyendo agregado fino por fibras y virutas de acero, Ancash-2019. 2020.
10. CTRES. Usos de la Fibra de Acero / Metálica. Online. 2020.

11. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE ACI. ACI 302 «Guía para la construcción de losas y pisos de concreto», los motivos de falla más frecuentes.
12. MACCAFERRI AMÉRICA LATINA. *Fibras*. 2021.
13. SOTIL LEVY, Alfredo José and ZEGARRA RIVEROS, Jorge Eduardo. Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido. 2015.
14. MACCAFERRI - PERÚ. *Fibras Wirand y Fibromac*. 2009.
15. MEHTA, P. K. and MONTEIRO, Paulo J. M. *Concrete: Structure, Properties, and Materials*. . Englewood Cliffs, N.J, 1992. ISBN 978-0-13-175621-2.
16. KJELLEN, Knut O. and JUSTNES, Harald. Revisiting the microstructure of hydrated tricalcium silicate—a comparison to Portland cement. *Cement and Concrete Composites*. Online. November 2004. Vol. 26, no. 8, p. 947–956.
17. KOSMATKA, Steven H., PANARESE, William C. and BRINGAS, Manuel Santiago. *Diseño y control de mezclas de concreto*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1992.
18. NORMA E. 060. *CONCRETO ARMADO*. 2009. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN.
19. NILSON, Arthur H. and DARWIN, David. *Diseño de estructuras de concreto*. . McGraw-Hill Colombia, 1999.
20. SANJUÁN BARBUDO, Miguel Ángel and CHINCHÓN YEPES, Servando. *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*. . Universidad de Alicante, 2014.
21. MCCORMAC, Jack C. and BROWN, Russell. *Diseño de concreto reforzado*. . Alfaomega Grupo Editor, 2011.
22. HARMSEN, Teodoro E. *Diseño de estructuras de concreto armado*. . Fondo editorial PUCP, 2005.

23. RIVVA L., Enrique. *Diseño de Mezclas*. Online. Miraflores, Lima-Perú, 1992.
24. ASTM C150. Especificación Normalizada para Cemento Portland| Designación C 150 07. Online. 2007.
25. BAQUERIZO, Luis G., MATSCHEI, Thomas, SCRIVENER, Karen L., SAEIDPOUR, Mahsa, THORELL, Alva and WADSÖ, Lars. Methods to determine hydration states of minerals and cement hydrates. *Cement and Concrete Research*. November 2014. Vol. 65, p. 85–95.
26. GOMÁ, F. *El cemento Portland y otros aglomerantes*. Reverte, 1979. ISBN 978-84-7146-192-6.
27. GUZMAN, Diego Sánchez de. *TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO*. Pontificia Universidad Javeriana, 2001. ISBN 978-958-9247-04-4.
28. NTP 400.037. Agregados de Concreto. In : *NORMA TÉCNICA PERUANA*. Online. 2018.
29. NTP 400.010. GREGADOS. Extracción y preparación de las muestras. In : *NORMA TÉCNICA PERUANA*. 2016.
30. ASTM C 702. Ensayos y trabajos de investigación. In : Online. 2015.
31. NEVILLE, Adam M. and BROOKS, Jeffrey John. *Concrete technology*. Longman Scientific & Technical England, 1987.
32. DARWIN, David, DOLAN, Charles William and NILSON, Arthur H. *Design of concrete structures*. . McGraw-Hill Education New York, NY, USA:, 2016.
33. NILSON, Arthur H. *Design of prestressed concrete*. 1978.
34. ASTM C33-03. Especificación Normalizada de Agregados para Concreto. 2015.
35. RIVVA LÓPEZ, Enrique. *Supervisión del concreto en obra*. Fondo Editorial del Instituto de la Construcción y Gerencia. Perú, 2004.
36. JIMÉNEZ, P., GARCÍA, A. and MORÁN, F. *Hormigón armado*. *Barcelona: Gustavo Gili*. 2000.
37. RIVVA LÓPEZ, Enrique. *Diseño de mezclas*. *Lima. Perú*. 2007.

38. ARI, I. Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland Tipo I. *Lima: UNI*. 2002.
39. OROZCO, M., AVILA, Y., RESTREPO, S. and PARODY, Alexander. Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. *Revista ingeniería de construcción*. 2018. Vol. 33, no. 2, p. 161–172.
40. PEREZ, Mireya. *Concreto: Material de Construcción del siglo XXI*. Online. 2022.
41. ESTUPIÑAN, Diego Fernando Jaimes and CABALLERO, Jhonatan Javier García. Importancia del concreto en el campo de la construcción. *Formación Estratégica*. 14 November 2020. Vol. 2, no. 1, p. 1–13.
42. ASOCIACIÓN NACIONAL ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE HORMIGÓN PREPARADO, ANEFHOP. *Producción de Concreto al segundo Trimestre de 2022*. 2022.
43. STATISTA. *Países líderes en producción de cemento a nivel mundial en 2022(en millones de toneladas métricas)*. 2022.
44. OSORIO, JESÚS DAVID. TENDENCIAS DE LA TECNOLOGÍA DEL CONCRETO: TIPOS DE CONCRETOS. *360 EN CONCRETO*. Online. 7 June 2022.
45. REVISTA CEMENTO & CONCRETO. *PARTICIPACIÓN POR REGIONES EN LA PRODUCCIÓN DE CEMENTO 2021 P (%)*. 2021.
46. JLL SEE A BRIGHTER WAY. *Panorama de la construcción Desafíos de una región con mercados variables*. Reporte de construcción | América Latina | 2023. 2023.
47. GRUPO PASQUEL. *Tendencias y Perspectivas para la Construcción en América Latina en 2023*. 2022.
48. INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. *Informe Técnico N° 06 -junio 2022 Producción Nacional*. 2022.
49. INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. *Consumo Interno de Cemento*. 2022.

50. BANCO DE RESERVA DEL PERÚ. *EL SECTOR CONSTRUCCIÓN AUMENTÓ 4,2% EN OCTUBRE. 2022.*
51. COMEX PERÚ. *EL SECTOR CONSTRUCCIÓN REGISTRÓ UN CRECIMIENTO INTERANUAL DEL 4.9% EN ABRIL DE 2022. 2022.*
52. JAIMES ESTUPIÑAN, Diego Fernando, GARCÍA CABALLERO, Jhonatan Javier García and RONDÓN PEÑARANDA, Juan José. *Importancia del concreto en el campo de la construcción. Formación Estratégica. 2020. Vol. 2, no. 1, p. 1–13.*
53. INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. *Informe Técnico Indicador de la Actividad Productiva Departamental Cuarto Trimestre 2022 N° 01-Marzo 2023: Indicador de la Actividad Productiva Departamental. 2023.*
54. BCRP, Banco Central de Reserva del Perú. *LORETO: Síntesis de Actividad Económica OCTUBRE 2022. 2022.*
55. INEI, Instituto Nacional de Estadística. *Loreto Compendio Estadístico 2022. 2022.*

# **ANEXOS**



# **ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

| Título: “INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO WIRAND FF3, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA, IQUITOS, PERÚ - 2022”           |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                |                                                                                              |                                                                                                                                             |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Problema                                                                                                                                                              | Objetivos                                                                                                                                                         | Hipótesis                                                                                                                                                      | Variables                                                                                    | Indicadores                                                                                                                                 | Índices                                                       | Metodología                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| General                                                                                                                                                               | General                                                                                                                                                           | Ho                                                                                                                                                             | Independiente                                                                                |                                                                                                                                             |                                                               | Tipo de Investigación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ¿Cuánto es la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú - 2022?      | Determinar la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022   | <b>La adición de fibras de acero Wirand FF3, influyen en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.</b>           | X1: Influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3                                   |                                                                                                                                             | -kg/m3<br>-mm<br>-gr<br>-a/c                                  | Experimental                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Específico                                                                                                                                                            | Específico                                                                                                                                                        | Alternas                                                                                                                                                       | Dependiente                                                                                  |                                                                                                                                             | -pulg<br>-m3<br>-%<br>-ml<br>-kg/cm2 ó Mpa<br>-MPa<br>-N / m² | Diseño                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ¿Cómo es la es la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en la trabajabilidad de la consistencia del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022? | Determinar la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en la trabajabilidad de la consistencia del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022. | La adición de fibras de acero Wirand FF3, influyen en la trabajabilidad de la consistencia del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.                 |                                                                                              | - Adición de fibra<br>- Tamaño de agregado<br>- Granulometría<br>- Relación a/c<br>- Consistencia<br>- Peso unitario<br>- Contenido de aire |                                                               | Transeccional -correlacional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ¿Cómo es la es la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en la resistencia a la compresión del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022?       | Determinar la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en la resistencia a la compresión del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022        | La influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, se relaciona con la resistencia a la compresión del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022. | Y1: Las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú - 2022”. | Exudación<br>- Resistencia a la compresión<br>- Resistencia a la flexión de la viga.<br>- Módulo de elasticidad estático.                   |                                                               | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;"> <math display="block">\begin{matrix} &amp; O_y &amp; \\ &amp; r &amp; \\ M &amp; O_x &amp; \\ &amp; r &amp; \\ &amp; O_z &amp; \end{matrix}</math> </div> Población: Probetas con resistencia con $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .                                             |
| ¿Cuánto es la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en el costo de la elaboración del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022?               | Comprobar la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en el costo de la elaboración del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022             | La adición de fibras de acero Wirand FF3, influyen en el costo de la elaboración del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.                           |                                                                                              |                                                                                                                                             |                                                               | <u>Muestra patrón:</u> concreto de $210 \text{ kg/cm}^2$ , de $15\text{cm} \times 15\text{cm}$ , con verificación de resistencia a los 7 y 28 días, sin adición de fibras de acero.<br><u>Muestra de Investigación:</u> concreto de $210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de Fibras de acero de FF3, de $15\text{cm} \times 15\text{cm}$ , con verificación a los 7 y 28 días. |

# **ANEXO 2: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

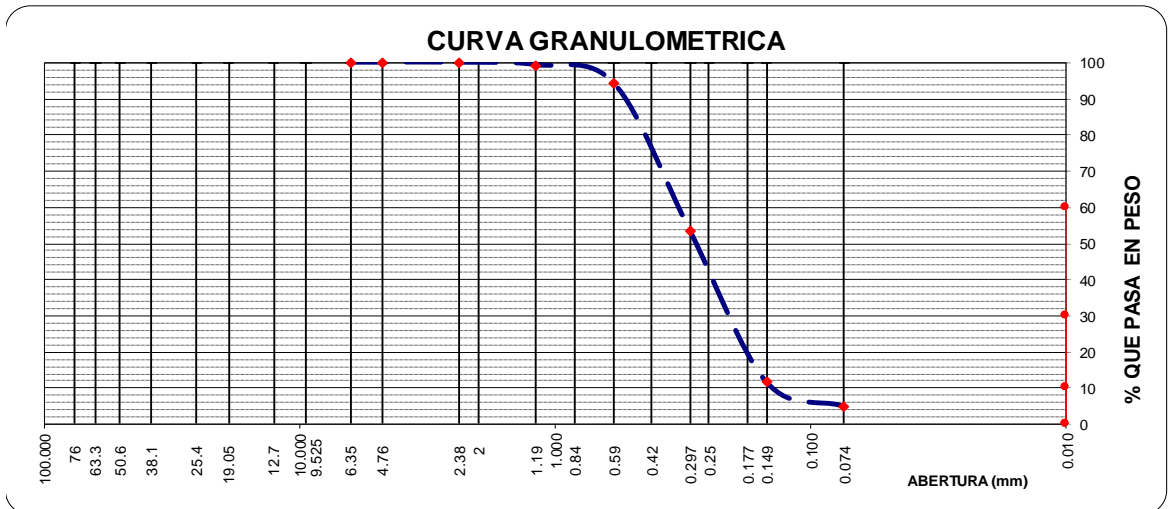
**Tabla 17.** Análisis granulométrico de agregado fino -M1



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM C - 136**

**DATOS DE CAMPO**

| Tamices<br>ASTM | Abertura<br>mm. | Peso<br>Retenido | %Retenido<br>Parcial | %Retenido<br>Acumulado | % Que Pasa | OBSERVACIONES      |
|-----------------|-----------------|------------------|----------------------|------------------------|------------|--------------------|
| 3"              | 76.000          |                  |                      |                        |            |                    |
| 2 1/2"          | 63.300          |                  |                      |                        |            |                    |
| 2"              | 50.600          |                  |                      |                        |            |                    |
| 1 1/2"          | 38.100          |                  |                      |                        |            |                    |
| 1"              | 25.400          |                  |                      |                        |            |                    |
| 3/4"            | 19.050          |                  |                      |                        |            |                    |
| 1/2"            | 12.700          |                  |                      |                        |            |                    |
| 3/8"            | 9.525           |                  |                      |                        |            |                    |
| 1/4"            | 6.350           |                  |                      |                        |            |                    |
| N°04            | 4.760           |                  |                      |                        |            |                    |
| N°08            | 2.380           | 0.01             | 0.00                 | 0.00                   | 100.00     |                    |
| N°16            | 1.190           | 2.69             | 0.67                 | 0.68                   | 99.32      | <b>MÓDULO DE</b>   |
| N°30            | 0.590           | 20.46            | 5.13                 | 5.81                   | 94.19      | <b>FINEZA :</b>    |
| N°50            | 0.297           | 162.48           | 40.75                | 46.55                  | 53.45      | <b>SUPERFICIE</b>  |
| N°100           | 0.149           | 166.67           | 41.80                | 88.35                  | 11.65      | <b>ESPECÍFICA:</b> |
| N°200           | 0.074           | 26.96            | 6.76                 | 95.11                  | 4.89       | <b>1.41</b>        |
| Pasa N°200      |                 | 19.50            | 4.89                 |                        |            | <b>64.95</b>       |



- ESPECIFICACIONES** : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.
- OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por el solicitante.
- RESULTADOS** : Arena mal graduada con limo, de color blanco, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como - .  
 El módulo de fineza del agregado es 1.41.

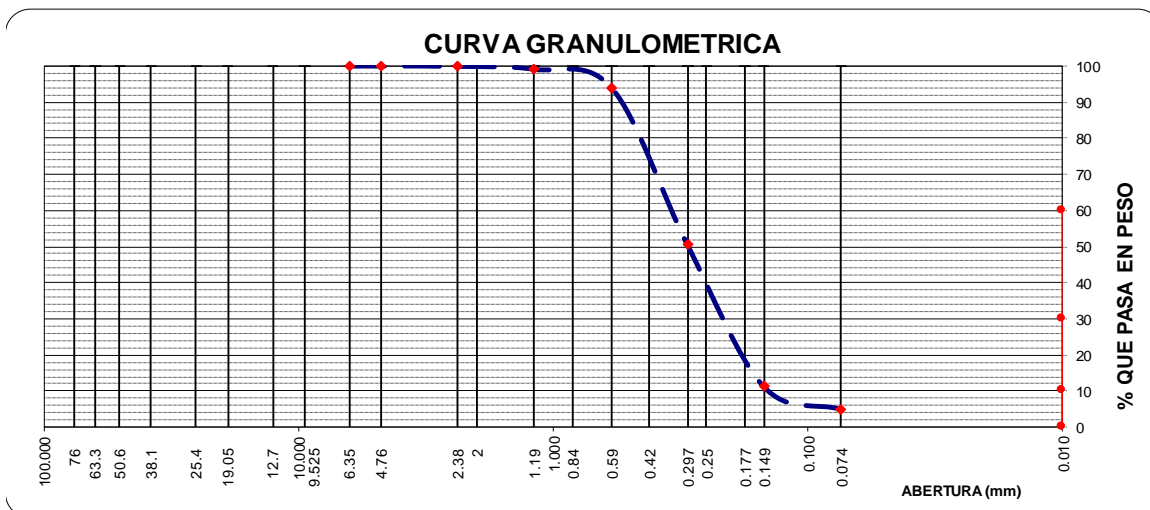
**Tabla 18.** Análisis granulométrico de agregado fino -M2.



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM C - 136**

**DATOS DE CAMPO**

| Tamices<br>ASTM | Abertura<br>mm. | Peso<br>Retenido | %Retenido |           | % Que Pasa | OBSERVACIONES                      |
|-----------------|-----------------|------------------|-----------|-----------|------------|------------------------------------|
|                 |                 |                  | Parcial   | Acumulado |            |                                    |
| 3"              | 76.000          |                  |           |           |            |                                    |
| 2 1/2"          | 63.300          |                  |           |           |            |                                    |
| 2"              | 50.600          |                  |           |           |            |                                    |
| 1 1/2"          | 38.100          |                  |           |           |            |                                    |
| 1"              | 25.400          |                  |           |           |            |                                    |
| 3/4"            | 19.050          |                  |           |           |            |                                    |
| 1/2"            | 12.700          |                  |           |           |            |                                    |
| 3/8"            | 9.525           |                  |           |           |            |                                    |
| 1/4"            | 6.350           |                  |           |           |            |                                    |
| N°04            | 4.760           |                  |           |           | 99.91      |                                    |
| N°08            | 2.380           |                  |           |           | 99.11      |                                    |
| N°16            | 1.190           | 3.74             | 0.80      | 0.89      | 99.11      | <b>MÓDULO DE<br/>FINEZA : 1.45</b> |
| N°30            | 0.590           | 24.25            | 5.19      | 6.08      | 93.92      |                                    |
| N°50            | 0.297           | 203.02           | 43.47     | 49.55     | 50.45      | <b>ESPECÍFICA:<br/>63.76</b>       |
| N°100           | 0.149           | 183.24           | 39.23     | 88.78     | 11.22      |                                    |
| N°200           | 0.074           | 29.69            | 6.36      | 95.14     | 4.86       |                                    |
| Pasa N°200      |                 | 22.72            | 4.86      |           |            |                                    |



**ESPECIFICACIONES** : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

**RESULTADOS** : Arena mal graduada con limo, de color blanco, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como - .  
 El módulo de fineza del agregado es 1.45.

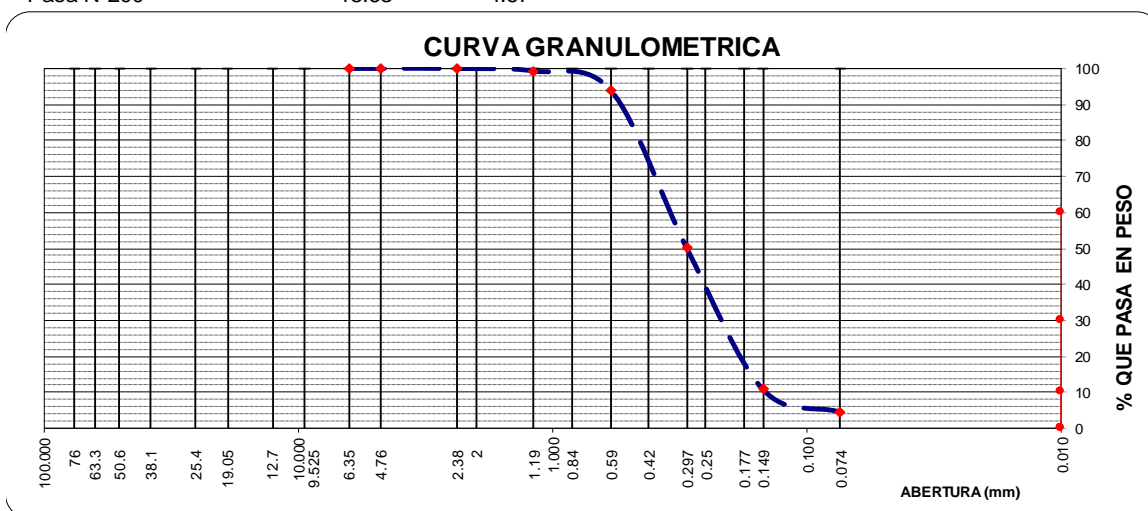
**Tabla 19.** Análisis granulométrico de agregado fino -M3.



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM C - 136**

**DATOS DE CAMPO**

| Tamices<br>ASTM | Abertura<br>mm. | Peso<br>Retenido | %Retenido |           | % Que Pasa | OBSERVACIONES             |
|-----------------|-----------------|------------------|-----------|-----------|------------|---------------------------|
|                 |                 |                  | Parcial   | Acumulado |            |                           |
| 3"              | 76.000          |                  |           |           |            |                           |
| 2 1/2"          | 63.300          |                  |           |           |            |                           |
| 2"              | 50.600          |                  |           |           |            |                           |
| 1 1/2"          | 38.100          |                  |           |           |            |                           |
| 1"              | 25.400          |                  |           |           |            |                           |
| 3/4"            | 19.050          |                  |           |           |            |                           |
| 1/2"            | 12.700          |                  |           |           |            |                           |
| 3/8"            | 9.525           |                  |           |           |            |                           |
| 1/4"            | 6.350           |                  |           |           |            |                           |
| N°04            | 4.760           |                  |           |           | 100.00     |                           |
| N°08            | 2.380           | 0.06             | 0.02      | 0.02      | 99.98      |                           |
| N°16            | 1.190           | 2.76             | 0.69      | 0.71      | 99.29      |                           |
| N°30            | 0.590           | 21.85            | 5.48      | 6.19      | 93.81      | <b>MÓDULO DE FINEZA :</b> |
| N°50            | 0.297           | 173.96           | 43.63     | 49.82     | 50.18      | <b>SUPERFICIE</b>         |
| N°100           | 0.149           | 156.26           | 39.19     | 89.02     | 10.98      | <b>ESPECÍFICA:</b>        |
| N°200           | 0.074           | 25.16            | 6.31      | 95.33     | 4.67       | <b>1.46</b>               |
| Pasa N°200      |                 | 18.63            | 4.67      |           |            | <b>63.86</b>              |



**ESPECIFICACIONES :** El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

**RESULTADOS :** Arena mal graduada con limo, de color blanco, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como - .  
 El módulo de fineza del agregado es 1.46.

**Tabla 20.** Peso Unitario del agregado fino.



**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO**  
**ASTM C - 29**

| <b>N° DE ENSAYOS</b>                  | <b>1</b> | <b>2</b>     | <b>3</b> |
|---------------------------------------|----------|--------------|----------|
| PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)         | 6980     | 7003         | 7017     |
| PESO DE MOLDE (gr.)                   | 2906     | 2906         | 2906     |
| PESO DE MUESTRA                       | 4074     | 4097         | 4111     |
| VOLUMEN DE MOLDE                      | 2827     | 2827         | 2827     |
| PESO UNITARIO                         | 1.441    | 1.449        | 1.454    |
| <b>PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)</b> |          | <b>1,448</b> |          |

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1448 Kg/m3.



**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO**  
**ASTM C - 29**

| <b>N° DE ENSAYOS</b>                  | <b>1</b> | <b>2</b>     | <b>3</b> |
|---------------------------------------|----------|--------------|----------|
| PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)         | 7410     | 7449         | 7475     |
| PESO DE MOLDE (gr.)                   | 2906     | 2906         | 2906     |
| PESO DE MUESTRA                       | 4504     | 4543         | 4569     |
| VOLUMEN DE MOLDE                      | 2827     | 2827         | 2827     |
| PESO UNITARIO                         | 1.593    | 1.607        | 1.616    |
| <b>PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)</b> |          | <b>1,605</b> |          |

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1605 Kg/m3

**Tabla 21.** Cantidad de material que pasa por el tamiz N° 200.



CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200  
ASTM C - 117

| N° DE ENSAYOS                             | 1      | 2           | 3      |
|-------------------------------------------|--------|-------------|--------|
| PESO DE MUESTRA + TARA (gr)               | 430.29 | 435.78      | 581.17 |
| PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)        | 413.18 | 418.24      | 552.93 |
| PESO DE TARA (gr)                         | 79.69  | 81.37       | 77.65  |
| % QUE PASA LA MALLA N°200                 | 4.88   | 4.95        | 5.61   |
| <b>PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200</b> |        | <b>5.15</b> |        |

**Tabla 22.** Gravedad Específica del agregado.



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO  
ASTM C - 128

Agregado Fino

| N° DE ENSAYOS                                | 1      | 2      | 3       | PROMEDIO     |
|----------------------------------------------|--------|--------|---------|--------------|
| <b>A</b> Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)  | 222.74 | 297.72 | 287.17  |              |
| <b>B</b> Peso Frasco + H2O                   | 707.46 | 676.32 | 719.23  |              |
| <b>C</b> Peso Frasco + H2O + A = (A+B)       | 930.20 | 974.04 | 1006.40 |              |
| <b>D</b> Peso de Mat. + H2O en el Frasco     | 846.00 | 860.79 | 898.14  |              |
| <b>E</b> Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)   | 84.20  | 113.25 | 108.26  |              |
| <b>F</b> Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C) | 222.13 | 297.13 | 286.50  |              |
| <b>G</b> Vol. Masa = (E-A+F)                 | 83.59  | 112.66 | 107.59  |              |
| Peso Específico Bulk (Base Seca)= (F/E)      | 2.638  | 2.624  | 2.646   | <b>2.636</b> |
| Peso Específico Bulk (Base Saturada)= (A/E)  | 2.645  | 2.629  | 2.653   | <b>2.642</b> |
| Peso Específico Aparente (Base Seca)=(F/G)   | 2.657  | 2.637  | 2.663   | <b>2.653</b> |
| % de Absorción = ((A-F)/F)*100               | 0.27   | 0.20   | 0.23    | <b>0.24</b>  |

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

**RESULTADOS :** El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2.653 gr/cc.  
El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.24%.



## **ANEXO 3: DISEÑO DE MEZCLA**

**Tabla 23.** Diseño de Mezcla de concreto

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### INFORMACION

#### A. MATERIALES

##### 1. CEMENTO

|                 |   |                        |
|-----------------|---|------------------------|
| Marca y Tipo    | : | <b>AMAZÓNICO</b>       |
| Peso Especifico | : | 3.05 gr/cc             |
| Peso Unitario   | : | 1500 kg/m <sup>3</sup> |

##### 2. AGREGADOS

###### AGREGADO FINO

|                          |   |                         |
|--------------------------|---|-------------------------|
| Peso Especifico          | : | 2.636 gr/cc             |
| Porcentaje de Absorción  | : | 0.24 %                  |
| Peso Unitario Suelto     | : | 1,448 Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Unitario Compactado | : | 1,605 Kg/m <sup>3</sup> |
| Modulo de Fineza         | : | 1.44                    |
| Humedad para Diseño      | : | <b>3.34 %</b>           |

#### B. CARACTERISTICAS

##### 3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

|                             |   |                |                    |                                     |
|-----------------------------|---|----------------|--------------------|-------------------------------------|
| Estimación de Agua          | : | <b>290</b>     | Lts/m <sup>3</sup> |                                     |
| Relacion Agua/Cemento (A/C) | : | <b>0.60</b>    |                    |                                     |
| Factor Cemento              | : | <b>C=A/Rac</b> | 290.00 / 0.6       | = 483.3 = 11.37 Bls./m <sup>3</sup> |
| Contenido de Aire Atrapado  | : | <b>8.50</b>    | %                  |                                     |

#### C. CALCULO

##### 4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

|                                   |   |               |   |                      |
|-----------------------------------|---|---------------|---|----------------------|
| Cemento                           | : | 483.3 / 3050  | = | 0.158 m <sup>3</sup> |
| Agua                              | : | 290.00 / 1000 | = | 0.290 m <sup>3</sup> |
| Aire Atrapado                     | : | 8.50 / 100    | = | 0.085 m <sup>3</sup> |
|                                   |   |               |   | 0.533 m <sup>3</sup> |
| Volumen Absoluto de los agregados | : | 1.000 - 0.533 | = | 0.467 m <sup>3</sup> |
| Peso del Agregado Fino            | : | 0.467 x 2636  | = | 1229.8 kg            |

##### 5. VALORES DE DISEÑO

|               |   |                          |
|---------------|---|--------------------------|
| Cemento       | : | 483.3 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua          | : | 290.0 Lts/m <sup>3</sup> |
| Agregado Fino | : | 1229.8 Kg/m <sup>3</sup> |

#### 6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

|                             |   |                           |   |                           |
|-----------------------------|---|---------------------------|---|---------------------------|
| Peso Humedo del A. Fino     | : | $1229.80 \times 1.0334$   | = | 1270.85 Kg/m <sup>3</sup> |
| Humedad Superficial A. Fino | : | $3.34 - 0.24$             | = | 3.10 %                    |
| Aporte de Humedad A. Fino   | : | $1229.80 \times 0.030974$ | = | 38.0924 Lts.              |
| Agua Efectiva de Diseño     | : | $290.00 - 38.09$          | = | 251.91 Lts.               |

#### 7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

|               |   |                          |
|---------------|---|--------------------------|
| Cemento       | : | 483.3 Kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua          | : | 251.9 Lts/m <sup>3</sup> |
| Agregado Fino | : | 1270.8 Kg/m <sup>3</sup> |

#### 8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

|               |   |                     |   |       |
|---------------|---|---------------------|---|-------|
| Cemento       | : | $483.30 / 483.30$   | = | 1.00  |
| Agregado Fino | : | $1270.85 / 483.30$  | = | 2.63  |
| Agua          | : | $0.52 \times 42.50$ | = | 22.10 |

|                             |   |          |   |             |   |              |                    |
|-----------------------------|---|----------|---|-------------|---|--------------|--------------------|
|                             |   | <b>C</b> |   | <b>AF</b>   |   | <b>Agua</b>  |                    |
| <b>DOSIFICACIÓN EN PESO</b> | : | <b>1</b> | : | <b>2.63</b> | : | <b>22.10</b> | Lts/m <sup>3</sup> |

#### 9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie<sup>3</sup>)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1496.33 Kg/m<sup>3</sup>

|                                |   |          |   |             |   |              |                    |
|--------------------------------|---|----------|---|-------------|---|--------------|--------------------|
|                                |   | <b>C</b> |   | <b>AF</b>   |   | <b>Agua</b>  |                    |
| <b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN</b> | : | <b>1</b> | : | <b>2.61</b> | : | <b>22.10</b> | Lts/m <sup>3</sup> |

#### 10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

|               |   |           |
|---------------|---|-----------|
| Cemento       | : | 42.5 Kg   |
| Agregado Fino | : | 111.8 Kg  |
| Agua Efectiva | : | 22.1 Lts. |

**PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**  
**ASTM C-138**

Relación agua/cemento: **0.60**

**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO**

|                                 | PESO              | VOLUMEN ABSOLUTO |
|---------------------------------|-------------------|------------------|
| CEMENTO :                       | 483.30 kg         | 0.15846 m3       |
| AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) : | 1233.00 kg        | 0.46571 m3       |
| AGUA :                          | 290.00 kg         | 0.29000 m3       |
| <b>TOTAL DE MATERIALES</b>      | <b>2006.30 kg</b> | <b>0.914 m3</b>  |

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2006.30 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2194.68 \text{ kg/m}^3$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

|                                       |                |       |       |
|---------------------------------------|----------------|-------|-------|
| (A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)       | 8720           | 8710  | 8775  |
| (B) PESO DE MOLDE (g)                 | 2906           | 2906  | 2906  |
| (C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)           | 5814           | 5804  | 5869  |
| (D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)            | 2827           | 2827  | 2827  |
| (D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)           | 2.057          | 2.053 | 2.076 |
| <b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b> | <b>2.05483</b> |       |       |
| <b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b> | <b>2054.83</b> |       |       |

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2006.3 \text{ kg.}}{2054.83 \text{ kg/m}^3} = 0.976382 \text{ m}^3$$

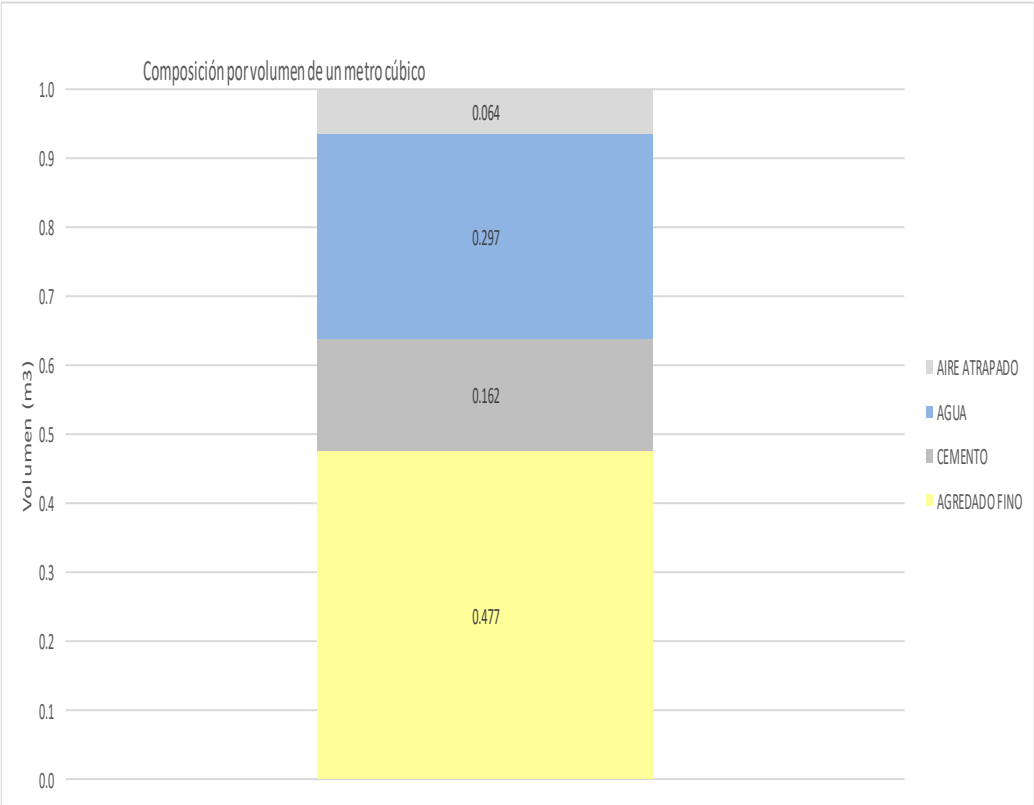
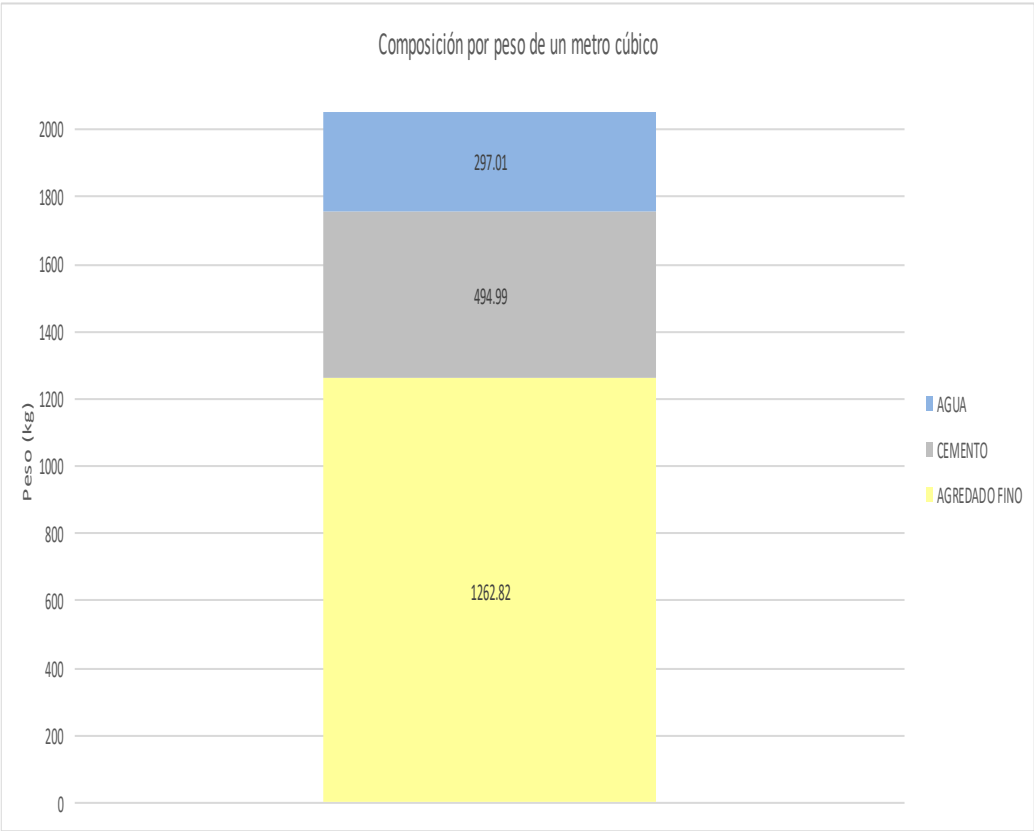
$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.976382 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.976$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{483.3 \text{ m}^3.}{0.976382 \text{ m}^3} = 494.99 \text{ kg/m}^3 = 11.65 \text{ bolsas/}$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 6.37 % Método gravimétrico  
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 31.3 °C  
 ASENTAMIENTO DE MEZCLA 4"

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

|                                 | PESO              | VOLUMEN ABSOLUTO |
|---------------------------------|-------------------|------------------|
| CEMENTO :                       | 494.99 kg         | 0.162 m3         |
| AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) : | 1262.82 kg        | 0.477 m3         |
| AGUA :                          | 297.01 lts.       | 0.297 m3         |
| AIRE ATRAPADO                   | 0.00              | 0.064 m3         |
| <b>TOTAL :</b>                  | <b>2054.83 kg</b> | <b>1.0000 m3</b> |



# ANEXO 4: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

|    |                            |         |
|----|----------------------------|---------|
| A: | MUESTRA PATRÓN             |         |
|    | RELACIÓN A/C: 0.60.        |         |
|    | CANTIDAD DE FIBRA:0kg.     |         |
|    | DIAS DE CURADO:7días.....  | pág. 83 |
|    | DIAS DE CURADO:28días..... | pág. 84 |
| B: | MUESTRA DE INVESTIGACIÓN   |         |
|    | RELACIÓN A/C: 0.60.        |         |
|    | CANTIDAD DE FIBRA:15kg.    |         |
|    | DIAS DE CURADO:7días.....  | pág. 87 |
|    | DIAS DE CURADO:28días..... | pág. 88 |
|    | CANTIDAD DE FIBRA:25kg.    |         |
|    | DIAS DE CURADO:7días.....  | pág. 91 |
|    | DIAS DE CURADO:7días.....  | pág. 92 |
|    | CANTIDAD DE FIBRA:35kg.    |         |
|    | DIAS DE CURADO:7días.....  | pág. 95 |
|    | DIAS DE CURADO:7días.....  | pág. 96 |

# **MUESTRA PATRÓN**

**RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN**

**RELACIÓN A/C: 0.60**

**SIN FIBRA**

**Tabla 24.** Ensayo a la compresión a los 7 días de curado-Muestra Patrón

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

### SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

**0.60**

Cantidad de fibra por m3: 0 kg

7 días de curado

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 10.06      | 141.3          | 14,406         | 79.485     | 181                | <b>196</b>       |
| 2       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 10.02      | 157.4          | 16,045         | 78.776     | 204                |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 10.05      | 152.7          | 15,574         | 79.248     | 197                |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 10.07      | 166.3          | 16,956         | 79.564     | 213                |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 10.03      | 159.2          | 16,229         | 79.012     | 205                |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 10.03      | 153.4          | 15,641         | 79.012     | 198                |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 10.04      | 157.1          | 16,024         | 79.169     | 202                |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 10.02      | 127.9          | 13,037         | 78.776     | 165                |                  |

|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 15.40               |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 237.13   |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 7.86               |



**Tabla 25.** Ensayo a la compresión a los 7 días de curado-Muestra Patrón.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

### SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.60**      Cantidad de fibra por m3: 0 kg      28 días de curado

| Nº Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 10.01      | 181.0          | 18,453         | 78.697     | 234                | <b>239</b>       |
| 2       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 10.07      | 187.5          | 19,116         | 79.564     | 240                |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 9.97       | 157.3          | 16,044         | 77.991     | 206                |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 10.02      | 194.0          | 19,779         | 78.854     | 251                |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 9.93       | 178.4          | 18,192         | 77.444     | 235                |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 9.99       | 192.7          | 19,653         | 78.383     | 251                |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 9.94       | 185.0          | 18,864         | 77.522     | 243                |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 10.00      | 191.1          | 19,482         | 78         | 250                |                  |

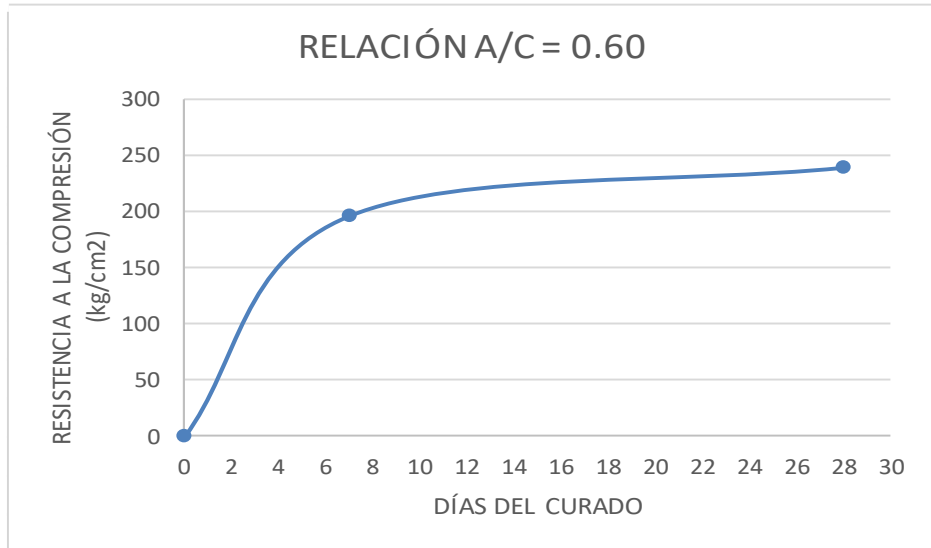
|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 14.91               |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 222.21   |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 6.24               |

**Gráfico 2.** R. Compresión desde los 7 a los 28 días. M. Patrón.

| <b>RELACIÓN A/C = 0.6</b> |                                                        |             |
|---------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|
|                           | <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |             |
| <b>7 DÍAS</b>             | <b>196</b>                                             | <b>82%</b>  |
| <b>28 DÍAS</b>            | <b>239</b>                                             | <b>100%</b> |



# **MUESTRA DE INVESTIGACIÓN**

**RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN**

**RELACIÓN A/C: 0.60**

**FIBRA: 15 kg**

**Tabla 26.** E. Compresión, a/c 0.60, 7 días de curado, 15kg de fibra de acero.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

**0.60**

Cantidad de fibra por m3: 15 kg

7 días de curado

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 10.15      | 153.3          | 15,632         | 80.914     | 193                | <b>197</b>       |
| 2       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 10.01      | 154.8          | 15,789         | 78.697     | 201                |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 9.92       | 154.0          | 15,708         | 77.288     | 203                |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 10.04      | 139.3          | 14,203         | 79.091     | 180                |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 10.02      | 148.2          | 15,109         | 78.776     | 192                |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 10.00      | 156.9          | 15,999         | 78.54      | 204                |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 9.93       | 148.2          | 15,109         | 77.444     | 195                |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 10.00      | 161.6          | 16,476         | 78.461     | 210                |                  |

|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 9.29                |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 86.21    |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 4.71               |

**Tabla 27. E. Compresión, a/c 0.60, 28 días de curado, 15kg de fibra de acero.**

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

**0.60**

Cantidad de fibra por m3: 15 kg

28 días de curado

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 9.95       | 203.4          | 20,736         | 77.678     | 267                | <b>271</b>       |
| 2       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 10.02      | 216.1          | 22,032         | 78.776     | 280                |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 9.99       | 202.9          | 20,685         | 78.383     | 264                |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 10.00      | 209.0          | 21,309         | 78.54      | 271                |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 9.95       | 205.3          | 20,939         | 77.756     | 269                |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 9.92       | 209.9          | 21,402         | 77.288     | 277                |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 9.97       | 187.4          | 19,111         | 78.069     | 245                |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 9.92       | 220.6          | 22,496         | 77         | 292                |                  |

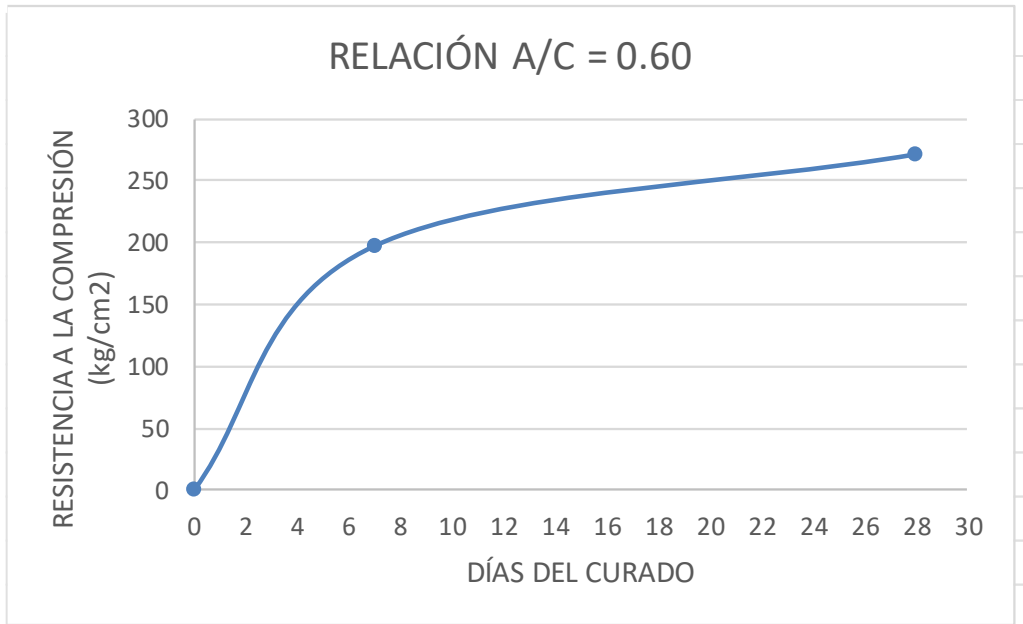
|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 13.64               |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 185.98   |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 5.03               |

**Gráfico 3.** R. Compresión a los 7 y 28 días, 15kg fibra de acero.

| <b>RELACIÓN A/C = 0.6</b> |                                                        |             |
|---------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|
|                           | <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |             |
| <b>7 DÍAS</b>             | <b>197</b>                                             | <b>73%</b>  |
| <b>28 DÍAS</b>            | <b>271</b>                                             | <b>100%</b> |



# **MUESTRA DE INVESTIGACIÓN**

**RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN**

**RELACIÓN A/C: 0.60**

**FIBRA: 25 kg**

**Tabla 28.** E. Compresión, a/c 0.60, 7 días de curado, 25kg de fibra de acero.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

### SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.60**      Cantidad de fibra por m3: 25 kg      7 días de curado

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.85       | 162.9          | 16,610         | 76.124     | 218                | <b>214</b>       |
| 2       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.97       | 169.9          | 17,320         | 78.069     | 222                |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 10.00      | 159.3          | 16,245         | 78.54      | 207                |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.99       | 166.9          | 17,016         | 78.383     | 217                |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.94       | 173.5          | 17,693         | 77.6       | 228                |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.86       | 160.9          | 16,408         | 76.356     | 215                |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 10.00      | 154.0          | 15,707         | 78.461     | 200                |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.95       | 155.0          | 15,801         | 77.678     | 203                |                  |

|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 9.65                |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 93.07    |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 4.51               |



**Tabla 29.** E. Compresión, a/c 0.60, 7 días de curado, 25kg de fibra de acero.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

### SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.60**      Cantidad de fibra por m3: 25 kg      28 días de curado

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.99       | 200.5          | 20,448         | 78.383     | 261                | <b>263</b>       |
| 2       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.96       | 201.2          | 20,520         | 77.835     | 264                |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.94       | 200.6          | 20,456         | 77.6       | 264                |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.88       | 200.2          | 20,413         | 76.589     | 267                |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.96       | 193.7          | 19,749         | 77.835     | 254                |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.89       | 202.5          | 20,644         | 76.821     | 269                |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.98       | 205.7          | 20,977         | 78.148     | 268                |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.96       | 196.7          | 20,057         | 78         | 257                |                  |

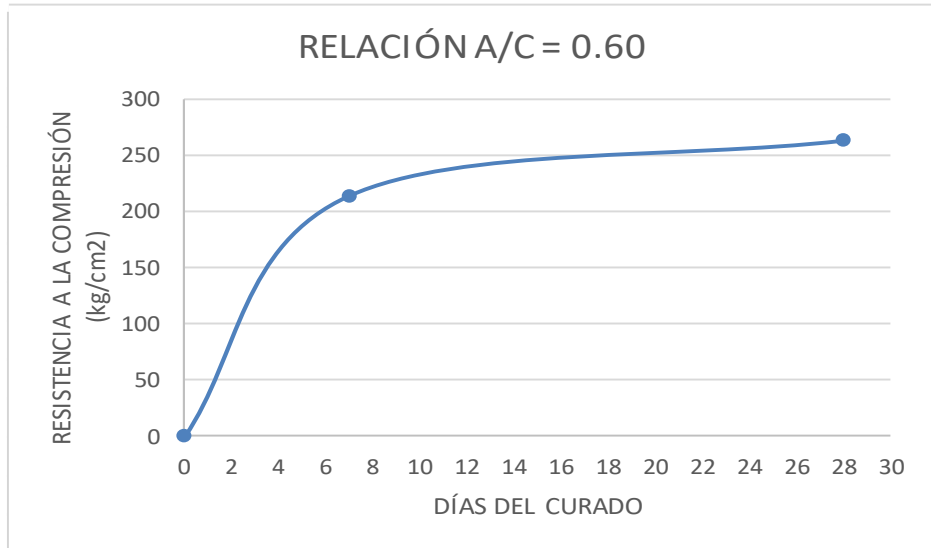
|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 5.35                |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 28.57    |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 2.03               |

**Gráfico 4.** R. Compresión a los 7 y 28 días, 25kg fibra de acero.

| <b>RELACIÓN A/C = 0.6</b> |                                                        |             |
|---------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|
|                           | <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |             |
| <b>7 DÍAS</b>             | <b>214</b>                                             | <b>81%</b>  |
| <b>28 DÍAS</b>            | <b>263</b>                                             | <b>100%</b> |



# **MUESTRA DE INVESTIGACIÓN**

**RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN**

**RELACIÓN A/C: 0.60**

**FIBRA: 35 kg**

**Tabla 30.** E. Compresión, a/c 0.60, 7 días de curado, 35kg de fibra de acero.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

### SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.60**      Cantidad de fibra por m<sup>3</sup>: 35 kg      7 días de curado

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm <sup>2</sup> ) | Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|----------------|----------------|-------------------------|---------------------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 21/03/2023       | 28/03/2023      | 7           | 9.88       | 162.8          | 16,604         | 76.666                  | 217                             | <b>212</b>       |
| 2       | TESTIGO                     | 21/03/2023       | 28/03/2023      | 7           | 9.97       | 171.1          | 17,448         | 77.991                  | 224                             |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 21/03/2023       | 28/03/2023      | 7           | 9.95       | 145.2          | 14,810         | 77.756                  | 190                             |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 21/03/2023       | 28/03/2023      | 7           | 9.95       | 151.5          | 15,444         | 77.756                  | 199                             |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 21/03/2023       | 28/03/2023      | 7           | 9.88       | 162.8          | 16,604         | 76.666                  | 217                             |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 21/03/2023       | 28/03/2023      | 7           | 9.88       | 162.8          | 16,596         | 76.589                  | 217                             |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 21/03/2023       | 28/03/2023      | 7           | 9.97       | 168.2          | 17,152         | 77.991                  | 220                             |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 21/03/2023       | 28/03/2023      | 7           | 10.01      | 165.4          | 16,861         | 78.697                  | 214                             |                  |

|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 11.59               |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 134.21   |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 5.46               |

**Tabla 31. E. Compresión, a/c 0.60, 28 días de curado, 35kg de fibra de acero.**

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

### SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.60**      Cantidad de fibra por m3: 35 kg      28 días de curado

| Nº Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.84       | 214.1          | 21,834         | 76.047     | 287                | <b>268</b>       |
| 2       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.87       | 199.6          | 20,349         | 76.511     | 266                |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.98       | 211.7          | 21,583         | 78.148     | 276                |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.95       | 201.4          | 20,538         | 77.756     | 264                |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.94       | 199.5          | 20,340         | 77.6       | 262                |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 10.00      | 201.0          | 20,491         | 78.54      | 261                |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.96       | 203.2          | 20,719         | 77.835     | 266                |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.97       | 200.8          | 20,474         | 78         | 262                |                  |

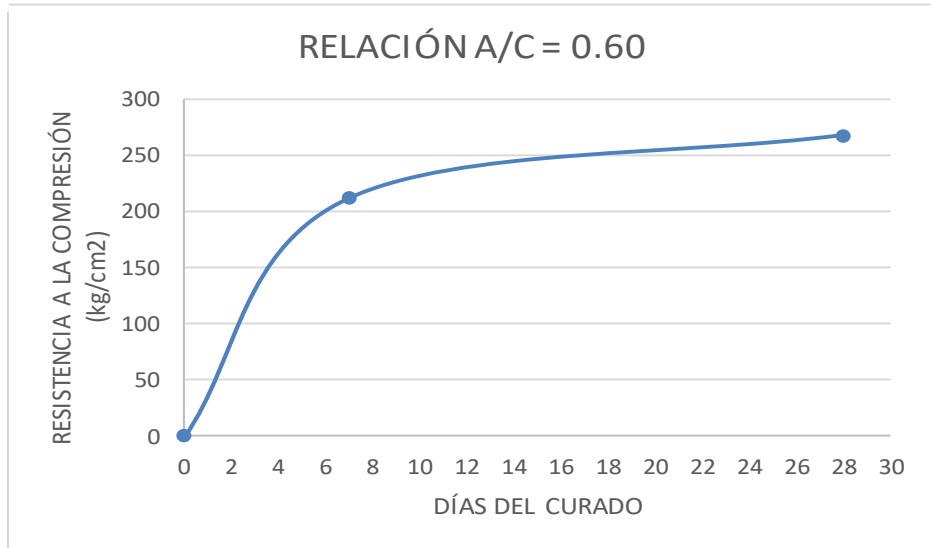
|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 9.02                |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 81.43    |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 3.37               |

**Gráfico 5.** Compresión a los 7 y 28 días, 35kg fibra de acero.

| <b>RELACIÓN A/C = 0.6</b> |                                                        |             |
|---------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|
|                           | <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm<sup>2</sup>)</b> |             |
| <b>7 DÍAS</b>             | <b>212</b>                                             | <b>79%</b>  |
| <b>28 DÍAS</b>            | <b>268</b>                                             | <b>100%</b> |



# ANEXO 5: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

**A: MUESTRA PATRÓN**

RELACIÓN A/C: 0.60.

CANTIDAD DE FIBRA:0kg.

DIAS DE CURADO: 28 días.....pág. 100

**B: MUESTRA DE INVESTIGACIÓN**

RELACIÓN A/C: 0.60.

CANTIDAD DE FIBRA:15kg.

DIAS DE CURADO:28días.....pág. 102

RELACIÓN A/C: 0.60

CANTIDAD DE FIBRA:25kg.

DIAS DE CURADO:28 días.....pág. 102

RELACIÓN A/C: 0.60

CANTIDAD DE FIBRA:35kg.

DIAS DE CURADO:28 días.....pág. 103

# **MUESTRA PATRÓN**

## **RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**



**Tabla 32. E. Resistencia a la flexión, a/c 0.60, muestra patrón, 28 días.**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO**  
 DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ  
**ASTM C - 78**

Relacion agua/cemento: **0.60** 0 kg de fibra por m3

| N° Mst.             | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Ancho Prom. | Alto Prom. | Luz Prom. | Carga Max. (KN)    | Carga Max. (Kgf) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Prom. |
|---------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|-------------|------------|-----------|--------------------|------------------|--------------------|---------------|
| 1                   | TESTIGO VIGA                | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 15.13       | 15.44      | 46.50     | 28.5               | 2,904            | 37                 |               |
| 2                   | TESTIGO VIGA                | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 15.32       | 15.39      | 46.50     | 34.5               | 3,514            | 45                 | <b>41</b>     |
| 3                   | TESTIGO VIGA                | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 15.41       | 15.39      | 46.50     | 30.8               | 3,140            | 40                 |               |
| DESVIACIÓN ESTANDAR |                             |                  |                 | VARIANZA    |             |            |           | COEF. DE VARIACION |                  |                    |               |
| 4.04                |                             |                  |                 | 16.33       |             |            |           | 9.86               |                  |                    |               |

**MUESTRA DE  
INVESTIGACIÓN  
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**Tabla 33.** Resistencia a la flexión, a/c 0.60, 15kg fibra de acero, 28 días.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO**  
DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ  
**ASTM C - 78**

Relacion agua/cemento: **0.60** 15 kg de fibra por m3

| N° Mst.             | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días)        | Ancho Prom. | Alto Prom. | Luz Prom. | Carga Max. (KN) | Carga Max. (Kgf) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Prom. |  |
|---------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------------|-------------|------------|-----------|-----------------|------------------|--------------------|---------------|--|
| 1                   | TESTIGO VIGA                | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28                 | 15.18       | 15.34      | 46.50     | 28.3            | 2,883            | 38                 |               |  |
| 2                   | TESTIGO VIGA                | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28                 | 15.44       | 15.41      | 46.50     | 32.6            | 3,327            | 42                 | <b>41</b>     |  |
| 3                   | TESTIGO VIGA                | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28                 | 15.43       | 15.40      | 46.50     | 33.1            | 3,374            | 43                 |               |  |
| DESVIACIÓN ESTANDAR |                             | VARIANZA         |                 | COEF. DE VARIACION |             |            |           |                 |                  |                    |               |  |
| 2.65                |                             | 7.00             |                 | 6.45               |             |            |           |                 |                  |                    |               |  |

**Tabla 34.** Resistencia a la flexión, a/c 0.60, 25kg fibra de acero, 28 días.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO**  
DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ  
**ASTM C - 78**

Relacion agua/cemento: **0.60** 25 kg de fibra por m3

| N° Mst.             | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días)        | Ancho Prom. | Alto Prom. | Luz Prom. | Carga Max. (KN) | Carga Max. (Kgf) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Prom. |  |
|---------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------------|-------------|------------|-----------|-----------------|------------------|--------------------|---------------|--|
| 1                   | TESTIGO VIGA                | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28                 | 15.42       | 15.45      | 46.50     | 32.6            | 3,320            | 42                 |               |  |
| 2                   | TESTIGO VIGA                | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28                 | 15.43       | 15.20      | 46.50     | 34.7            | 3,537            | 46                 | <b>43</b>     |  |
| 3                   | TESTIGO VIGA                | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28                 | 15.25       | 15.50      | 46.50     | 32.8            | 3,338            | 42                 |               |  |
| DESVIACIÓN ESTANDAR |                             | VARIANZA         |                 | COEF. DE VARIACION |             |            |           |                 |                  |                    |               |  |
| 2.31                |                             | 5.33             |                 | 5.37               |             |            |           |                 |                  |                    |               |  |

**Tabla 35.** Resistencia a la flexión, a/c 0.60, 35kg fibra de acero, 28 días.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO**  
 DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ  
**ASTM C - 78**

Relacion agua/cemento: **0.60** 35 kg de fibra por m3

| N° Mst.             | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Ancho Prom. | Alto Prom. | Luz Prom. | Carga Max. (KN)    | Carga Max. (Kgf) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Prom. |
|---------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|-------------|------------|-----------|--------------------|------------------|--------------------|---------------|
| 1                   | TESTIGO VIGA                | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 15.61       | 15.39      | 46.50     | 36.6               | 3,727            | 47                 |               |
| 2                   | TESTIGO VIGA                | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 15.58       | 15.43      | 46.50     | 35.0               | 3,568            | 45                 | <b>45</b>     |
| 3                   | TESTIGO VIGA                | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 15.91       | 15.43      | 46.50     | 34.8               | 3,547            | 44                 |               |
| DESVIACIÓN ESTANDAR |                             |                  |                 | VARIANZA    |             |            |           | COEF. DE VARIACION |                  |                    |               |
| 1.53                |                             |                  |                 | 2.33        |             |            |           | 3.39               |                  |                    |               |

# ANEXO 6: ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

## A: MUESTRA PATRÓN

RELACIÓN A/C: 0.60.

CANTIDAD DE FIBRA:0kg.

DIAS DE CURADO: 7 días.....pág. 106

DIAS DE CURADO: 28 días.....pág. 107

## B: MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

RELACIÓN A/C: 0.60.

CANTIDAD DE FIBRA:15kg.

DIAS DE CURADO: 7 días.....pág. 109

DIAS DE CURADO:28días.....pág. 110

RELACIÓN A/C: 0.60

CANTIDAD DE FIBRA:25kg.

DIAS DE CURADO: 7 días.....pág. 111

DIAS DE CURADO:28días.....pág. 112

RELACIÓN A/C: 0.60

CANTIDAD DE FIBRA:35kg.

DIAS DE CURADO: 7 días.....pág. 113

DIAS DE CURADO:28días.....pág. 114

# **MUESTRA PATRÓN**

## **RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA**

**Tabla 36.** Resistencia a la Tracción Indirecta, a los 7 días – Muestra Patrón

## ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/cemento: **0.60**      Cantidad de fibra por m3: 0 kg

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Long. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 10.02      | 20.39      | 62.9           | 6,412          | 78.776     | 20.0               | <b>19.3</b>      |
| 2       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 9.98       | 20.35      | 59.0           | 6,013          | 78.148     | 18.9               |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 10.01      | 20.48      | 49.0           | 4,999          | 78.697     | 15.5               |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 9.90       | 20.75      | 67.7           | 6,903          | 76.977     | 21.4               |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 10.01      | 20.54      | 66.9           | 6,818          | 78.697     | 21.1               |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 9.89       | 20.72      | 53.7           | 5,474          | 76.821     | 17.0               |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 9.96       | 20.58      | 79.4           | 8,097          | 77.913     | 25.2               |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 21/03/2023      | 7           | 9.99       | 20.31      | 48.5           | 4,941          | 78.383     | 15.5               |                  |

|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 3.18                |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 10.09    |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 16.46              |

**Tabla 37.** Resistencia a la Tracción Indirecta, a los 7 días – Muestra Patrón

## ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/cemento: **0.60**      Cantidad de fibra por m3: 0 kg

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Long. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 9.88       | 20.82      | 52.5           | 5,355          | 76.666     | 16.6               | <b>21.1</b>      |
| 2       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 9.99       | 20.31      | 70.8           | 7,214          | 78.304     | 22.6               |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 9.98       | 20.63      | 71.1           | 7,247          | 78.148     | 22.4               |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 10.15      | 20.85      | 77.7           | 7,920          | 80.914     | 23.8               |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 9.94       | 20.77      | 85.5           | 8,716          | 77.522     | 26.9               |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 10.00      | 20.41      | 63.3           | 6,451          | 78.54      | 20.1               |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 9.96       | 20.30      | 47.5           | 4,842          | 77.835     | 15.3               |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 14/03/2023       | 11/04/2023      | 28          | 9.97       | 20.42      | 65.1           | 6,642          | 77.991     | 20.8               |                  |

|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 4.08                |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 16.63    |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 19.33              |



# **MUESTRA DE INVESTIGACIÓN**

## **RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA**

**Tabla 38.** Resistencia a la Tracción Indirecta, a los 7 días, 15kg de fibra de acero

## ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/cemento:

**0.60**

Cantidad de fibra por m3: 15 kg

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Long. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 10.18      | 20.19      | 70.5           | 7,186          | 81.313     | 22.3               | <b>23.5</b>      |
| 2       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 9.93       | 20.57      | 74.3           | 7,580          | 77.444     | 23.6               |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 9.96       | 20.30      | 75.5           | 7,694          | 77.913     | 24.2               |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 9.91       | 20.53      | 74.5           | 7,598          | 77.055     | 23.8               |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 10.02      | 20.36      | 72.0           | 7,346          | 78.854     | 22.9               |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 9.94       | 20.29      | 76.3           | 7,778          | 77.522     | 24.6               |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 9.98       | 20.36      | 77.3           | 7,883          | 78.148     | 24.7               |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 22/03/2023      | 7           | 10.03      | 20.80      | 70.4           | 7,181          | 78.933     | 21.9               |                  |

|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 0.88                |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 0.78     |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 3.76               |

**Tabla 39. R. Tracción Indirecta, a los 28 días, 15kg de fibra de acero**

## ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/cemento:

**0.60**

Cantidad de fibra por m3: 15 kg

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Long. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 9.93       | 20.28      | 110.6          | 11,273         | 77.444     | 35.6               | <b>30.5</b>      |
| 2       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 9.89       | 20.32      | 89.0           | 9,079          | 76.821     | 28.8               |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 9.92       | 20.27      | 81.3           | 8,289          | 77.21      | 26.3               |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 9.94       | 20.30      | 83.1           | 8,471          | 77.522     | 26.7               |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 10.01      | 20.41      | 106.8          | 10,885         | 78.618     | 33.9               |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 9.89       | 20.63      | 100.4          | 10,238         | 76.744     | 32.0               |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 10.09      | 20.61      | 96.0           | 9,790          | 79.881     | 30.0               |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 15/03/2023       | 12/04/2023      | 28          | 9.94       | 20.71      | 96.0           | 9,786          | 77.6       | 30.3               |                  |

|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 3.54                |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 12.51    |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 11.59              |

**Tabla 40. R. Tracción Indirecta, a los 7 días, 25 kg de fibra de acero.**

## ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/cemento: **0.60**      Cantidad de fibra por m3: 25 kg

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Long. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.92       | 20.55      | 92.6           | 9,445          | 77.21      | 29.5               | <b>30.3</b>      |
| 2       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.92       | 20.56      | 103.0          | 10,503         | 77.288     | 32.8               |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.96       | 20.18      | 86.9           | 8,865          | 77.913     | 28.1               |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.88       | 20.50      | 98.4           | 10,029         | 76.666     | 31.5               |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.98       | 20.34      | 80.1           | 8,163          | 78.226     | 25.6               |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.94       | 20.16      | 113.0          | 11,525         | 77.6       | 36.6               |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 10.00      | 20.62      | 94.5           | 9,638          | 78.461     | 29.8               |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.91       | 20.58      | 89.3           | 9,102          | 77.133     | 28.4               |                  |

|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 3.53                |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 12.46    |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 11.65              |

**Tabla 41.** R. Tracción Indirecta, a los 28 días, 25 kg de fibra de acero.

## ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/cemento: **0.60**      Cantidad de fibra por m3: 25 kg

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Long. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.87       | 20.62      | 129.1          | 13,162         | 76.434     | 41.2               | <b>36.1</b>      |
| 2       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.86       | 20.63      | 112.2          | 11,441         | 76.279     | 35.8               |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.94       | 20.28      | 125.9          | 12,841         | 77.6       | 40.6               |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 10.03      | 20.68      | 126.1          | 12,861         | 78.933     | 39.5               |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.95       | 20.23      | 101.7          | 10,374         | 77.756     | 32.8               |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.96       | 20.13      | 101.3          | 10,332         | 77.835     | 32.8               |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.94       | 20.24      | 104.8          | 10,684         | 77.522     | 33.8               |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.92       | 20.28      | 100.2          | 10,212         | 77.288     | 32.3               |                  |

|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 3.72                |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 13.82    |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 10.30              |

**Tabla 42. R. Tracción Indirecta, a los 7 días, 35 kg de fibra de acero.**

**ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/cemento: **0.60**      Cantidad de fibra por m3: 35 kg

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Long. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.92       | 20.62      | 109.8          | 11,195         | 77.21      | 34.9               | <b>31.6</b>      |
| 2       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.92       | 20.68      | 96.5           | 9,836          | 77.21      | 30.5               |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.99       | 20.53      | 103.7          | 10,572         | 78.304     | 32.8               |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 10.00      | 20.45      | 108.0          | 11,014         | 78.54      | 34.3               |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.98       | 20.35      | 103.2          | 10,519         | 78.148     | 33.0               |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.97       | 20.30      | 87.8           | 8,956          | 77.991     | 28.2               |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.98       | 20.37      | 87.9           | 8,960          | 78.226     | 28.1               |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 24/03/2023      | 7           | 9.92       | 20.37      | 95.5           | 9,735          | 77.21      | 30.7               |                  |

|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 2.79                |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 7.76     |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 8.81               |

**Tabla 43. R.** Tracción Indirecta, a los 28 días, 35 kg de fibra de acero.

## ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/cemento: **0.60**      Cantidad de fibra por m3: 35 kg

| N° Mst. | Estructura o Identificación | Fecha de Vaciado | Fecha de Ensayo | Edad (días) | Diam. (cm) | Long. (cm) | Carga Max.(KN) | Carga Max.(Kg) | Area (cm2) | Res. Obt. (Kg/cm2) | Resist. Promedio |
|---------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------|------------|------------|----------------|----------------|------------|--------------------|------------------|
| 1       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.97       | 20.49      | 109.4          | 11,152         | 78.069     | 34.8               | <b>34.7</b>      |
| 2       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.96       | 20.71      | 124.2          | 12,660         | 77.913     | 39.1               |                  |
| 3       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.92       | 20.36      | 106.7          | 10,876         | 77.288     | 34.3               |                  |
| 4       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.92       | 20.56      | 112.6          | 11,481         | 77.21      | 35.9               |                  |
| 5       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 10.00      | 20.37      | 97.9           | 9,984          | 78.54      | 31.2               |                  |
| 6       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.95       | 20.82      | 123.1          | 12,554         | 77.678     | 38.6               |                  |
| 7       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.92       | 20.43      | 90.8           | 9,254          | 77.288     | 29.1               |                  |
| 8       | TESTIGO                     | 17/03/2023       | 14/04/2023      | 28          | 9.92       | 20.69      | 109.2          | 11,133         | 77.21      | 34.6               |                  |

|                     |
|---------------------|
| DESVIACIÓN ESTANDAR |
| 3.65                |

|          |
|----------|
| VARIANZA |
| 13.30    |

|                    |
|--------------------|
| COEF. DE VARIACION |
| 10.51              |

# ANEXO 7: MÓDULO ELÁSTICO

## A: MUESTRA PATRÓN

RELACIÓN A/C: 0.60.

CANTIDAD DE FIBRA:0kg.

TESTIGO 1.....pág. 117

TESTIGO 2 .....pág. 119

TESTIGO 3 .....pág. 121

## B: MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

RELACIÓN A/C: 0.60.

CANTIDAD DE FIBRA:15kg.

TESTIGO 1 .....Pág. 124

TESTIGO 2 .....Pág. 126

TESTIGO 3 .....Pág. 128

## B: MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

RELACIÓN A/C: 0.60.

CANTIDAD DE FIBRA:25kg.

TESTIGO 1 .....Pág. 130

TESTIGO 2 .....Pág. 132

TESTIGO 3 .....Pág. 134

## B: MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

RELACIÓN A/C: 0.60.

CANTIDAD DE FIBRA:35kg.

TESTIGO 1 .....Pág. 136

TESTIGO 2 .....Pág. 138

TESTIGO 3 .....Pág. 140





# **MUESTRA PATRÓN**

**MÓDULO ELÁSTICO**

**RELACIÓN A/C: 0.60**

**SIN FIBRA**

**Tabla 44. Testigo 1-Módulo elástico, 0 kg de fibra de acero.**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

**1**

**TESTIGO - 0.60 0 kg de fibra por metro cúbico de concreto**

**DATOS DE PROBEI:**

Diametro (cm) : 9.98  
 Área (cm<sup>2</sup>) : 78.23  
 Fecha de vaciado : 14/03/2023  
 Fecha de ensayo : 11/04/2023

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2) **239**  
 LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm) 135  
 DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm) 99.8

| CARGA (kg) | ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm) | DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm) | DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL | DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1000       | 12.78                          | 0.0060000                     | 0.0017560                    | 0.0000444                         | 0.0000176                        |
| 2000       | 25.57                          | 0.0145000                     | 0.0035120                    | 0.0001074                         | 0.0000352                        |
| 3000       | 38.35                          | 0.0220000                     | 0.0052680                    | 0.0001630                         | 0.0000528                        |
| 4000       | 51.13                          | 0.0290000                     | 0.0074630                    | 0.0002148                         | 0.0000748                        |
| 5000       | 63.91                          | 0.0370000                     | 0.0087800                    | 0.0002741                         | 0.0000880                        |
| 6000       | 76.70                          | 0.0455000                     | 0.0109750                    | 0.0003370                         | 0.0001100                        |
| 7000       | 89.48                          | 0.0545000                     | 0.0127310                    | 0.0004037                         | 0.0001276                        |
| 8000       | 102.26                         | 0.0640000                     | 0.0149260                    | 0.0004741                         | 0.0001496                        |
| 9000       | 115.05                         | 0.0735000                     | 0.0175600                    | 0.0005444                         | 0.0001760                        |
| 10000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 11000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 12000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 13000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 14000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |

**INTERPOLACION PARA S1 Y e2**

|        |           |   |              |
|--------|-----------|---|--------------|
| 12.78  | 0.0000444 |   |              |
| X      | 0.0000500 | X | 13.92 s1     |
| 25.57  | 0.0001074 |   |              |
| 102.26 | 0.0004741 |   |              |
| 95.60  | Y         | Y | 0.0004375 e2 |
| 115.05 | 0.0005444 |   |              |

**INTERPOLACION PARA et1' para S1**

|       |           |   |               |
|-------|-----------|---|---------------|
| 12.78 | 0.0000176 |   |               |
| 13.92 | Y         | Y | 0.0000192 et1 |
| 25.57 | 0.0000352 |   |               |

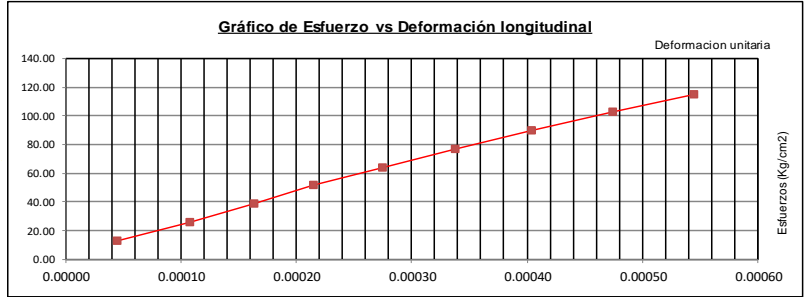
**INTERPOLACION PARA et2' para S2**

|        |           |   |               |
|--------|-----------|---|---------------|
| 102.26 | 0.0001496 |   |               |
| 95.60  | Y         | Y | 0.0001359 et2 |
| 115.05 | 0.0001760 |   |               |

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).**

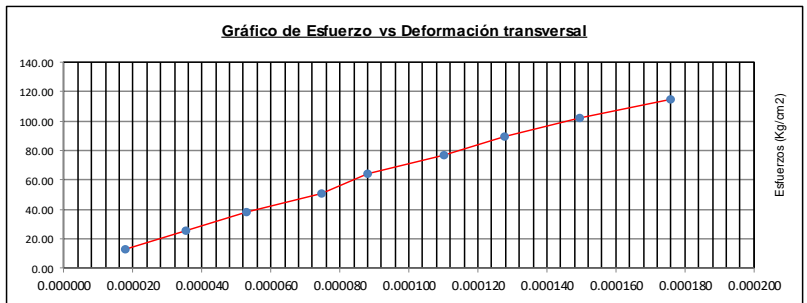
**S1** (Esfuerzo a 0.00005) **13.92**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**S2** (40% Esfuerzo máx.) **95.60**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004375**

**MODULO ELASTICO 210,787**



**et1** (Esfuerzo a 0.00005) **0.0000192**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**et2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0001359**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004375**

**MODULO DE POISSON 0.301**



**Tabla 45. Testigo 2-Módulo elástico, 0 kg de fibra de acero.**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

**2**

**TESTIGO - 0.60 0 kg de fibra por metro cúbico de concreto**

**DATOS DE PROBE1:**

Diametro (cm) : 10.02  
 Área (cm<sup>2</sup>) : 78.85  
 Fecha de vaciado : 14/03/2023  
 Fecha de ensayo : 11/04/2023

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM<sup>2</sup>) **239**  
 LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm) 135  
 DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm) 100.2

| CARGA (kg) | ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm) | DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm) | DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL | DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1000       | 12.68                          | 0.0060000                     | 0.0021950                    | 0.0000444                         | 0.0000219                        |
| 2000       | 25.36                          | 0.0140000                     | 0.0043900                    | 0.0001037                         | 0.0000438                        |
| 3000       | 38.05                          | 0.0215000                     | 0.0061460                    | 0.0001593                         | 0.0000613                        |
| 4000       | 50.73                          | 0.0295000                     | 0.0065850                    | 0.0002185                         | 0.0000657                        |
| 5000       | 63.41                          | 0.0385000                     | 0.0092190                    | 0.0002852                         | 0.0000920                        |
| 6000       | 76.09                          | 0.0475000                     | 0.0100970                    | 0.0003519                         | 0.0001008                        |
| 7000       | 88.78                          | 0.0555000                     | 0.0118530                    | 0.0004111                         | 0.0001183                        |
| 8000       | 101.46                         | 0.0650000                     | 0.0136090                    | 0.0004815                         | 0.0001358                        |
| 9000       | 114.14                         | 0.0745000                     | 0.0153650                    | 0.0005519                         | 0.0001533                        |
| 10000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 11000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 12000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 13000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 14000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |

**INTERPOLACION PARA S1 Y e2**

12.68 0.0000444  
 X 0.0000500 **X** 13.88 s1  
 25.36 0.0001037

101.46 0.0004815  
 95.60 Y **Y** 0.0004490 e2  
 114.14 0.0005519

**INTERPOLACION PARA et1' para S1**

12.68 0.0000219  
 13.88 Y **Y** 0.0000240 et1  
 25.36 0.0000438

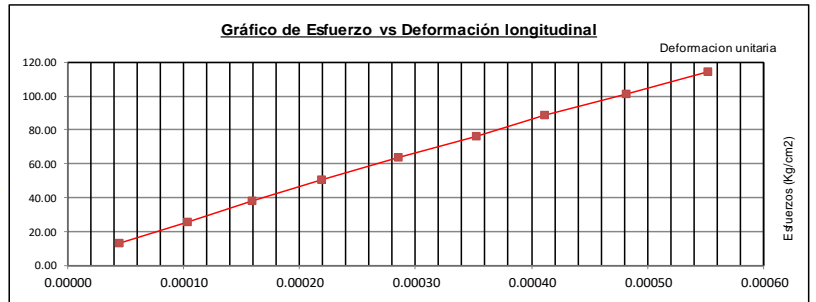
**INTERPOLACION PARA et2' para S2**

101.46 0.0001358  
 95.60 Y **Y** 0.0001277 et2  
 114.14 0.0001533

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).**

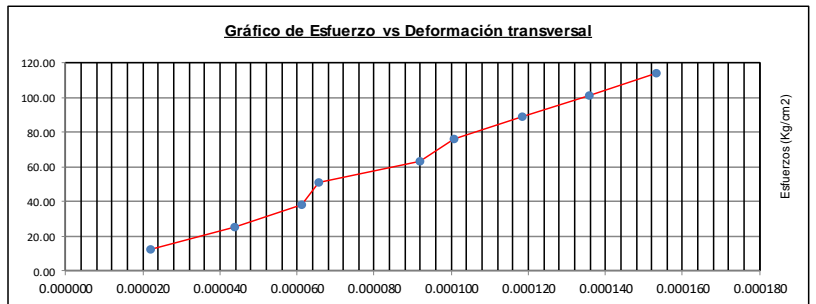
**S1** (Esfuerzo a 0.00005) **13.88**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**S2** (40% Esfuerzo máx.) **95.60**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004490**

**MODULO ELASTICO 204,812**



**et1** (Esfuerzo a 0.00005) **0.0000240**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**et2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0001277**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004490**

**MODULO DE POISSON 0.260**



**Tabla 46. Testigo 3-Módulo elástico, 0 kg de fibra de acero.**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

**3**

**TESTIGO - 0.60 0 kg de fibra por metro cúbico de concreto**

**DATOS DE PROBEI:**

Diametro (cm) : 9.96  
 Área (cm<sup>2</sup>) : 77.91  
 Fecha de vaciado : 14/03/2023  
 Fecha de ensayo : 11/04/2023

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM<sup>2</sup>) **239**  
 LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm) 135  
 DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm) 99.6

| CARGA (kg) | ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm) | DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm) | DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL | DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1000       | 12.84                          | 0.0070000                     | 0.0013170                    | 0.0000519                         | 0.0000132                        |
| 2000       | 25.67                          | 0.0155000                     | 0.0030730                    | 0.0001148                         | 0.0000309                        |
| 3000       | 38.51                          | 0.0235000                     | 0.0048290                    | 0.0001741                         | 0.0000485                        |
| 4000       | 51.34                          | 0.0320000                     | 0.0061460                    | 0.0002370                         | 0.0000617                        |
| 5000       | 64.18                          | 0.0415000                     | 0.0079020                    | 0.0003074                         | 0.0000793                        |
| 6000       | 77.01                          | 0.0500000                     | 0.0092190                    | 0.0003704                         | 0.0000926                        |
| 7000       | 89.85                          | 0.0595000                     | 0.0118530                    | 0.0004407                         | 0.0001190                        |
| 8000       | 102.68                         | 0.0700000                     | 0.0136090                    | 0.0005185                         | 0.0001366                        |
| 9000       | 115.52                         | 0.0800000                     | 0.0153650                    | 0.0005926                         | 0.0001543                        |
| 10000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 11000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 12000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 13000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 14000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |

**INTERPOLACION PARA S1 Y e2**

|        |           |   |              |
|--------|-----------|---|--------------|
| 12.84  | 0.0000519 |   |              |
| X      | 0.0000500 | X | 12.45 s1     |
| 25.67  | 0.0001148 |   |              |
|        |           |   |              |
| 102.68 | 0.0005185 |   |              |
| Y      | 95.60     | Y | 0.0004776 e2 |
|        | 115.52    |   |              |

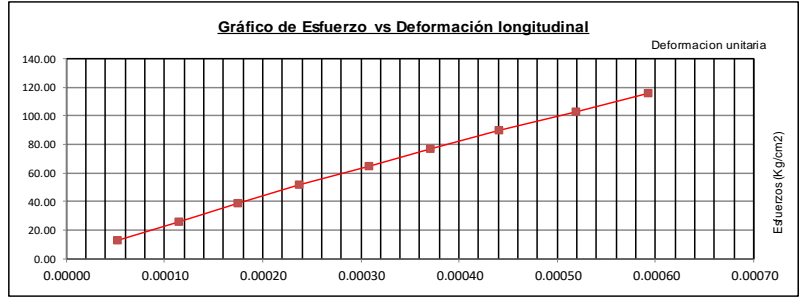
**INTERPOLACION PARA et1' para S1**

|                                        |           |   |               |
|----------------------------------------|-----------|---|---------------|
| 12.84                                  | 0.0000132 |   |               |
| Y                                      | 12.45     | Y | 0.0000127 et1 |
|                                        | 25.67     |   |               |
|                                        |           |   |               |
| <b>INTERPOLACION PARA et2' para S2</b> |           |   |               |
|                                        | 102.68    |   |               |
|                                        | Y         | Y | 0.0001268 et2 |
|                                        | 115.52    |   |               |

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)**

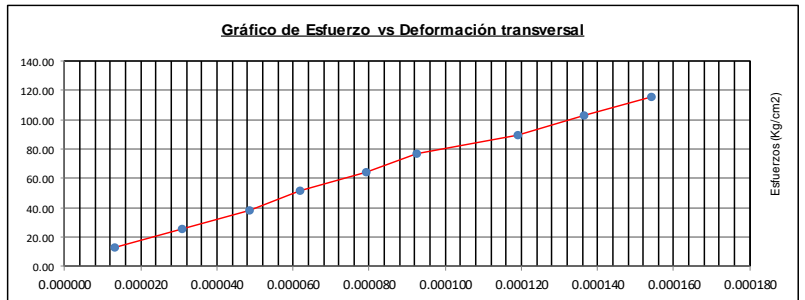
**S1** (Esfuerzo a 0.00005) **12.45**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**S2** (40% Esfuerzo máx.) **95.60**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004776**

**MODULO ELASTICO 194,457**



**et1** (Esfuerzo a 0.00005) **0.0000127**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**et2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0001268**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004776**

**MODULO DE POISSON 0.267**





**MUESTRA DE  
INVESTIGACIÓN  
MÓDULO ELÁSTICO  
RELACIÓN A/C: 0.60  
CON FIBRA**

**Tabla 47.** Testigo 1-Módulo elástico, 15kg de fibra de acero.



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD  
 ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN  
 ASTM C - 469**

**1**

**TESTIGO - 0.60 15 kg de fibra por metro cúbico de concreto**

**DATOS DE PROBE]:**

|                           |            |                                       |        |
|---------------------------|------------|---------------------------------------|--------|
| Diametro (cm) :           | 10.09      |                                       |        |
| Área (cm <sup>2</sup> ) : | 79.88      |                                       |        |
| Fecha de vaciado :        | 15/03/2023 | ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM <sup>2</sup> ) | 271    |
| Fecha de ensayo :         | 12/04/2023 |                                       |        |
|                           |            | LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)     | 135    |
|                           |            | DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)     | 100.85 |

| CARGA (kg) | ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm) | DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm) | DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL | DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1000       | 12.52                          | 0.0055000                     | 0.0008780                    | 0.0000407                         | 0.0000087                        |
| 2000       | 25.04                          | 0.0125000                     | 0.0026340                    | 0.0000926                         | 0.0000261                        |
| 3000       | 37.56                          | 0.0200000                     | 0.0043900                    | 0.0001481                         | 0.0000435                        |
| 4000       | 50.08                          | 0.0290000                     | 0.0061460                    | 0.0002148                         | 0.0000609                        |
| 5000       | 62.59                          | 0.0375000                     | 0.0074630                    | 0.0002778                         | 0.0000740                        |
| 6000       | 75.11                          | 0.0450000                     | 0.0092190                    | 0.0003333                         | 0.0000914                        |
| 7000       | 87.63                          | 0.0540000                     | 0.0109750                    | 0.0004000                         | 0.0001088                        |
| 8000       | 100.15                         | 0.0620000                     | 0.0131700                    | 0.0004593                         | 0.0001306                        |
| 9000       | 112.67                         | 0.0715000                     | 0.0149260                    | 0.0005296                         | 0.0001480                        |
| 10000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 11000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 12000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 13000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 14000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |

**INTERPOLACION PARA S1 Y e2**

|        |           |   |              |
|--------|-----------|---|--------------|
| 12.52  | 0.0000407 |   |              |
| X      | 0.0000500 | X | 14.76 s1     |
| 25.04  | 0.0000926 |   |              |
| 100.15 | 0.0004593 |   |              |
| 108.40 | Y         | Y | 0.0005056 e2 |
| 112.67 | 0.0005296 |   |              |

**INTERPOLACION PARA et1' para S1**

|       |           |   |               |
|-------|-----------|---|---------------|
| 12.52 | 0.0000087 |   |               |
| 14.76 | Y         | Y | 0.0000118 et1 |
| 25.04 | 0.0000261 |   |               |

**INTERPOLACION PARA et2' para S2**

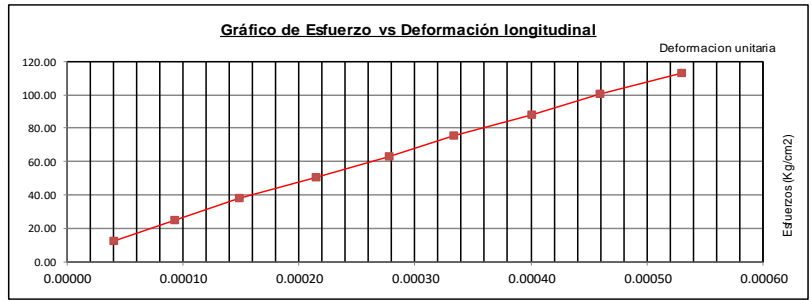
|        |           |   |               |
|--------|-----------|---|---------------|
| 100.15 | 0.0001306 |   |               |
| 108.40 | Y         | Y | 0.0001421 et2 |
| 112.67 | 0.0001480 |   |               |

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).**

**S1** (Esfuerzo a 0.00005)  
**e1** (Deformación a 0.00005)  
**S2** (40% Esfuerzo máx.)  
**e2** (40% Esfuerzo máx.)

**14.76**  
**0.0000500**  
**108.40**  
**0.0005056**

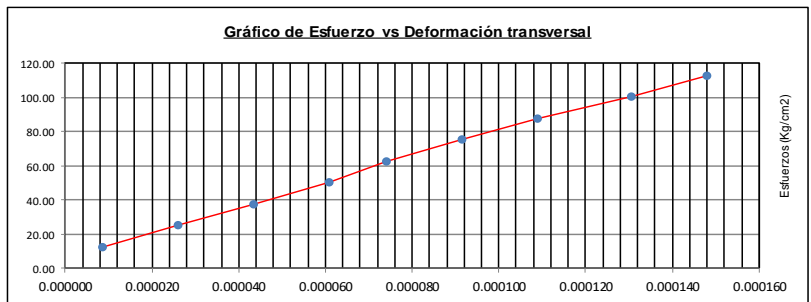
**MODULO ELASTICO 205,531**



**et1** (Esfuerzo a 0.00005)  
**e1** (Deformación a 0.00005)  
**et2** (40% Esfuerzo máx.)  
**e2** (40% Esfuerzo máx.)

**0.0000118**  
**0.0000500**  
**0.0001421**  
**0.0005056**

**MODULO DE POISSON 0.286**



**Tabla 48. Testigo 2-Módulo elástico 15kg de fibra de acero.**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

**1**

**TESTIGO - 0.60 15 kg de fibra por metro cúbico de concreto**

**DATOS DE PROBE1:**

Diametro (cm) : 10.01  
 Área (cm<sup>2</sup>) : 78.7  
 Fecha de vaciado : 15/03/2023  
 Fecha de ensayo : 12/04/2023

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM<sup>2</sup>) **271**  
 LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm) 135  
 DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm) 100.1

| CARGA (kg) | ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm) | DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm) | DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL | DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1000       | 12.71                          | 0.0050000                     | 0.0013170                    | 0.0000370                         | 0.0000132                        |
| 2000       | 25.41                          | 0.0120000                     | 0.0026340                    | 0.0000889                         | 0.0000263                        |
| 3000       | 38.12                          | 0.0180000                     | 0.0043900                    | 0.0001333                         | 0.0000439                        |
| 4000       | 50.83                          | 0.0245000                     | 0.0057070                    | 0.0001815                         | 0.0000570                        |
| 5000       | 63.53                          | 0.0320000                     | 0.0074630                    | 0.0002370                         | 0.0000746                        |
| 6000       | 76.24                          | 0.0405000                     | 0.0096580                    | 0.0003000                         | 0.0000965                        |
| 7000       | 88.95                          | 0.0505000                     | 0.0109750                    | 0.0003741                         | 0.0001096                        |
| 8000       | 101.65                         | 0.0585000                     | 0.0122920                    | 0.0004333                         | 0.0001228                        |
| 9000       | 114.36                         | 0.0675000                     | 0.0136090                    | 0.0005000                         | 0.0001360                        |
| 10000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 11000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 12000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 13000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 14000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |

**INTERPOLACION PARA S1 Y e2**

|       |           |   |          |
|-------|-----------|---|----------|
| 12.71 | 0.0000370 |   |          |
| X     | 0.0000500 | X | 15.89 s1 |
| 25.41 | 0.0000889 |   |          |

|        |           |   |    |
|--------|-----------|---|----|
| 101.65 | 0.0004333 |   |    |
| Y      | 0.0004687 | Y | e2 |
| 114.36 | 0.0005000 |   |    |

**INTERPOLACION PARA et1' para S1**

|       |           |   |     |
|-------|-----------|---|-----|
| 12.71 | 0.0000132 |   |     |
| Y     | 0.0000165 | Y | et1 |
| 25.41 | 0.0000263 |   |     |

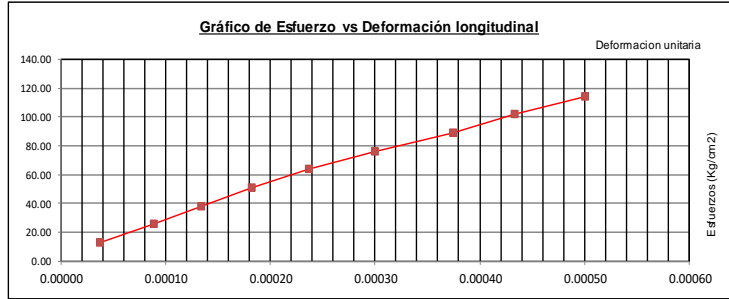
**INTERPOLACION PARA et2' para S2**

|        |           |   |     |
|--------|-----------|---|-----|
| 101.65 | 0.0001228 |   |     |
| Y      | 0.0001298 | Y | et2 |
| 114.36 | 0.0001360 |   |     |

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).**

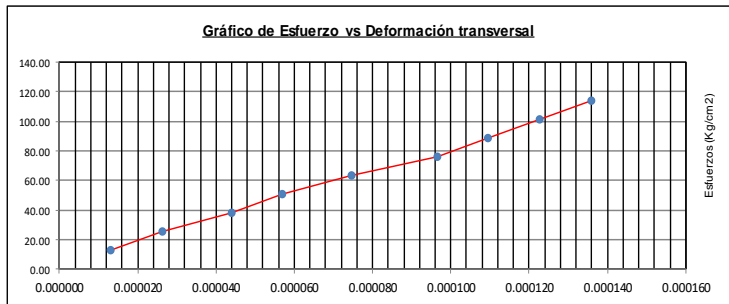
**S1** (Esfuerzo a 0.00005) **15.89**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**S2** (40% Esfuerzo máx.) **108.40**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004687**

**MODULO ELASTICO 220,946**



**et1** (Esfuerzo a 0.00005) **0.0000165**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**et2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0001298**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004687**

**MODULO DE POISSON 0.271**



**Tabla 49. Testigo 3-Módulo elástico, 15 kg. Fibra de acero.**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD  
 ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN  
 ASTM C - 469**

**1**

**TESTIGO - 0.60 15 kg de fibra por metro cúbico de concreto**

**DATOS DE PROBET :**

Diametro (cm) : 10.08  
 Área (cm<sup>2</sup>) : 79.72  
 Fecha de vaciado : 15/03/2023  
 Fecha de ensayo : 12/04/2023

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM<sup>2</sup>) **271**

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm) 135  
 DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm) 100.75

| CARGA (kg) | ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm) | DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm) | DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL | DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1000       | 12.54                          | 0.0060000                     | 0.0017560                    | 0.0000444                         | 0.0000174                        |
| 2000       | 25.09                          | 0.0135000                     | 0.0026340                    | 0.0001000                         | 0.0000261                        |
| 3000       | 37.63                          | 0.0205000                     | 0.0039510                    | 0.0001519                         | 0.0000392                        |
| 4000       | 50.18                          | 0.0270000                     | 0.0048290                    | 0.0002000                         | 0.0000479                        |
| 5000       | 62.72                          | 0.0340000                     | 0.0061460                    | 0.0002519                         | 0.0000610                        |
| 6000       | 75.26                          | 0.0410000                     | 0.0083410                    | 0.0003037                         | 0.0000828                        |
| 7000       | 87.81                          | 0.0490000                     | 0.0100970                    | 0.0003630                         | 0.0001002                        |
| 8000       | 100.35                         | 0.0575000                     | 0.0109750                    | 0.0004259                         | 0.0001089                        |
| 9000       | 112.90                         | 0.0655000                     | 0.0127310                    | 0.0004852                         | 0.0001264                        |
| 10000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 11000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 12000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 13000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 14000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |

**INTERPOLACION PARA S1 Y e2**

|       |           |   |          |
|-------|-----------|---|----------|
| 12.54 | 0.0000444 |   |          |
| X     | 0.0000500 | X | 13.80 s1 |
| 25.09 | 0.0001000 |   |          |

|        |           |   |    |
|--------|-----------|---|----|
| 100.35 | 0.0004259 |   |    |
| Y      | 0.0004639 | Y | e2 |
| 112.90 | 0.0004852 |   |    |

**INTERPOLACION PARA et1' para S1**

|       |           |   |     |
|-------|-----------|---|-----|
| 12.54 | 0.0000174 |   |     |
| Y     | 0.0000183 | Y | et1 |
| 25.09 | 0.0000261 |   |     |

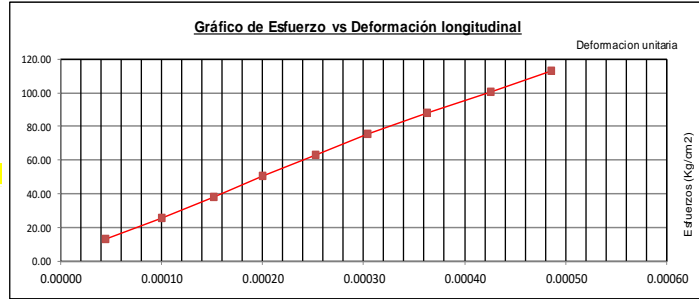
**INTERPOLACION PARA et2' para S2**

|        |           |   |     |
|--------|-----------|---|-----|
| 100.35 | 0.0001089 |   |     |
| Y      | 0.0001201 | Y | et2 |
| 112.90 | 0.0001264 |   |     |

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).**

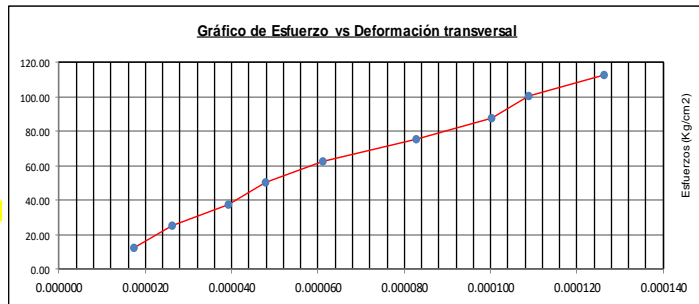
**S1** (Esfuerzo a 0.00005) **13.80**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**S2** (40% Esfuerzo máx.) **108.40**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004639**

**MODULO ELASTICO** **228,558**



**et1** (Esfuerzo a 0.00005) **0.0000183**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**et2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0001201**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004639**

**MODULO DE POISSON** **0.246**



**Tabla 50. Testigo 1-Módulo elástico, 25 kg. Fibra de acero.**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

**1**

**TESTIGO - 0.60 25 kg de fibra por metro cúbico de concreto**

**DATOS DE PROBE1:**

Diametro (cm) : 10.04  
 Área (cm<sup>2</sup>) : 79.09  
 Fecha de vaciado : 17/03/2023  
 Fecha de ensayo : 14/04/2023

**ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2) 263**  
 LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm) 135  
 DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm) 100.35

| CARGA (kg) | ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm) | DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm) | DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL | DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1000       | 12.64                          | 0.0055000                     | 0.0017560                    | 0.0000407                         | 0.0000175                        |
| 2000       | 25.29                          | 0.0120000                     | 0.0035120                    | 0.0000889                         | 0.0000350                        |
| 3000       | 37.93                          | 0.0195000                     | 0.0048290                    | 0.0001444                         | 0.0000481                        |
| 4000       | 50.58                          | 0.0280000                     | 0.0065850                    | 0.0002074                         | 0.0000656                        |
| 5000       | 63.22                          | 0.0350000                     | 0.0079020                    | 0.0002593                         | 0.0000787                        |
| 6000       | 75.86                          | 0.0445000                     | 0.0105360                    | 0.0003296                         | 0.0001050                        |
| 7000       | 88.51                          | 0.0505000                     | 0.0114140                    | 0.0003741                         | 0.0001137                        |
| 8000       | 101.15                         | 0.0595000                     | 0.0131700                    | 0.0004407                         | 0.0001312                        |
| 9000       | 113.79                         | 0.0670000                     | 0.0144870                    | 0.0004963                         | 0.0001444                        |
| 10000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 11000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 12000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 13000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 14000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |

**INTERPOLACION PARA S1 Y e2**

12.64 0.0000407  
 X 0.0000500 **X 15.08** s1  
 25.29 0.0000889

101.15 0.0004407  
**105.20** Y **Y 0.0004585** e2  
 113.79 0.0004963

**INTERPOLACION PARA et1' para S1**

12.64 0.0000175  
**15.08** Y **Y 0.0000209** et1  
 25.29 0.0000350

**INTERPOLACION PARA et2' para S2**

101.15 0.0001312  
**105.20** Y **Y 0.0001354** et2  
 113.79 0.0001444

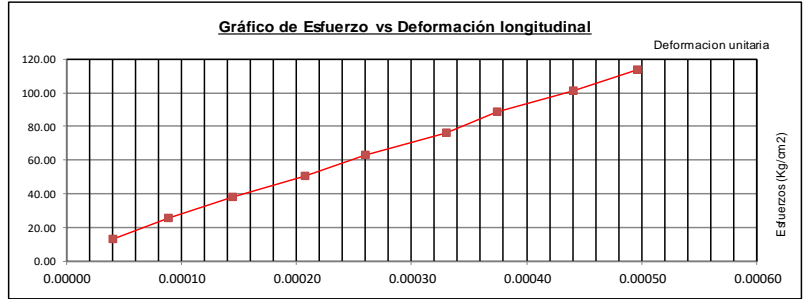


**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)**

**S1** (Esfuerzo a 0.00005)  
**e1** (Deformación a 0.00005)  
**S2** (40% Esfuerzo máx.)  
**e2** (40% Esfuerzo máx.)

**15.08**  
**0.0000500**  
**105.20**  
**0.0004585**

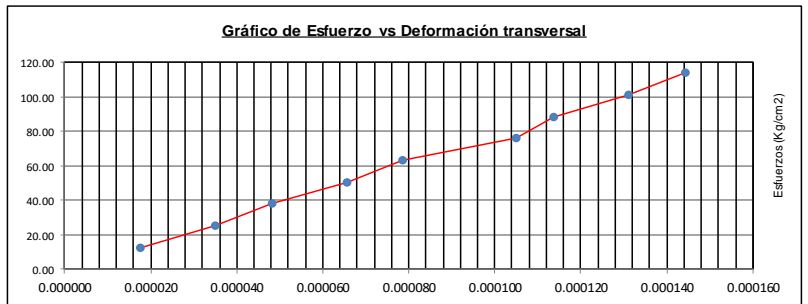
**MODULO ELASTICO 220,612**



**et1** (Esfuerzo a 0.00005)  
**e1** (Deformación a 0.00005)  
**et2** (40% Esfuerzo máx.)  
**e2** (40% Esfuerzo máx.)

**0.0000209**  
**0.0000500**  
**0.0001354**  
**0.0004585**

**MODULO DE POISSON 0.280**



**Tabla 51. Testigo 2-Módulo elástico, 25 kg. Fibra de acero.**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

**2**

**TESTIGO - 0.60 25 kg de fibra por metro cúbico de concreto**

**DATOS DE PROBEI:**

Diametro (cm) : 10.06  
 Área (cm<sup>2</sup>) : 79.41  
 Fecha de vaciado : 17/03/2023  
 Fecha de ensayo : 14/04/2023

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2) **263**  
 LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm) 135  
 DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm) 100.55

| CARGA (kg) | ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm) | DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm) | DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL | DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1000       | 12.59                          | 0.0130000                     | 0.0021950                    | 0.0000963                         | 0.0000218                        |
| 2000       | 25.19                          | 0.0165000                     | 0.0035120                    | 0.0001222                         | 0.0000349                        |
| 3000       | 37.78                          | 0.0195000                     | 0.0048290                    | 0.0001444                         | 0.0000480                        |
| 4000       | 50.37                          | 0.0285000                     | 0.0065850                    | 0.0002111                         | 0.0000655                        |
| 5000       | 62.96                          | 0.0370000                     | 0.0087800                    | 0.0002741                         | 0.0000873                        |
| 6000       | 75.56                          | 0.0470000                     | 0.0096580                    | 0.0003481                         | 0.0000961                        |
| 7000       | 88.15                          | 0.0570000                     | 0.0118530                    | 0.0004222                         | 0.0001179                        |
| 8000       | 100.74                         | 0.0605000                     | 0.0136090                    | 0.0004481                         | 0.0001353                        |
| 9000       | 113.34                         | 0.0755000                     | 0.0153650                    | 0.0005593                         | 0.0001528                        |
| 10000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 11000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 12000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 13000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 14000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |

**INTERPOLACION PARA S1 Y e2**

|        |           |   |              |
|--------|-----------|---|--------------|
| 0.00   | 0.0000000 |   |              |
| X      | 0.0000500 | X | 6.54 s1      |
| 12.59  | 0.0000963 |   |              |
| 100.74 | 0.0004481 |   |              |
| Y      | Y         | Y | 0.0004875 e2 |
| 113.34 | 0.0005593 |   |              |

**INTERPOLACION PARA et1' para S1**

|       |           |   |               |
|-------|-----------|---|---------------|
| 0.00  | 0.0000000 |   |               |
| Y     | Y         | Y | 0.0000113 et1 |
| 12.59 | 0.0000218 |   |               |

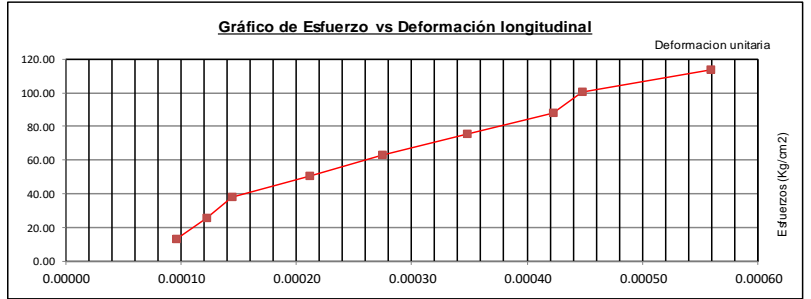
**INTERPOLACION PARA et2' para S2**

|        |           |   |               |
|--------|-----------|---|---------------|
| 100.74 | 0.0001353 |   |               |
| Y      | Y         | Y | 0.0001415 et2 |
| 113.34 | 0.0001528 |   |               |

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).**

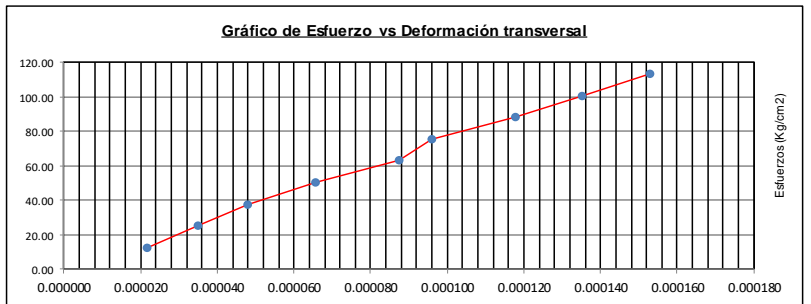
**S1** (Esfuerzo a 0.00005) **6.54**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**S2** (40% Esfuerzo máx.) **105.20**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004875**

**MODULO ELASTICO 225,509**



**et1** (Esfuerzo a 0.00005) **0.0000113**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**et2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0001415**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004875**

**MODULO DE POISSON 0.298**



**Tabla 52. Testigo 3-Módulo elástico, 25 kg. Fibra de acero.**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

**3**

**TESTIGO - 0.60 25 kg de fibra por metro cúbico de concreto**

**DATOS DE PROBE1:**

Diametro (cm) : 10.01  
 Área (cm<sup>2</sup>) : 78.62  
 Fecha de vaciado : 17/03/2023  
 Fecha de ensayo : 14/04/2023

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM<sup>2</sup>) **263**  
 LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm) 135  
 DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm) 100.05

| CARGA (kg) | ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm) | DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm) | DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL | DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1000       | 12.72                          | 0.0065000                     | 0.0013170                    | 0.0000481                         | 0.0000132                        |
| 2000       | 25.44                          | 0.0110000                     | 0.0035120                    | 0.0000815                         | 0.0000351                        |
| 3000       | 38.16                          | 0.0170000                     | 0.0048290                    | 0.0001259                         | 0.0000483                        |
| 4000       | 50.88                          | 0.0235000                     | 0.0065850                    | 0.0001741                         | 0.0000658                        |
| 5000       | 63.60                          | 0.0300000                     | 0.0074630                    | 0.0002222                         | 0.0000746                        |
| 6000       | 76.32                          | 0.0370000                     | 0.0092190                    | 0.0002741                         | 0.0000921                        |
| 7000       | 89.04                          | 0.0440000                     | 0.0109750                    | 0.0003259                         | 0.0001097                        |
| 8000       | 101.76                         | 0.0500000                     | 0.0127310                    | 0.0003704                         | 0.0001272                        |
| 9000       | 114.47                         | 0.0585000                     | 0.0136090                    | 0.0004333                         | 0.0001360                        |
| 10000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 11000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 12000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 13000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 14000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |

**INTERPOLACION PARA S1 Y e2**

12.72 0.0000000  
 X 0.0000500 X 20.52 s1  
 25.44 0.0000815

101.76 0.0003704  
 105.20 Y 0.0003874 e2  
 114.47 0.0004333

**INTERPOLACION PARA et1' para S1**

12.72 0.0000132  
 20.52 Y 0.0000266 et1  
 25.44 0.0000351

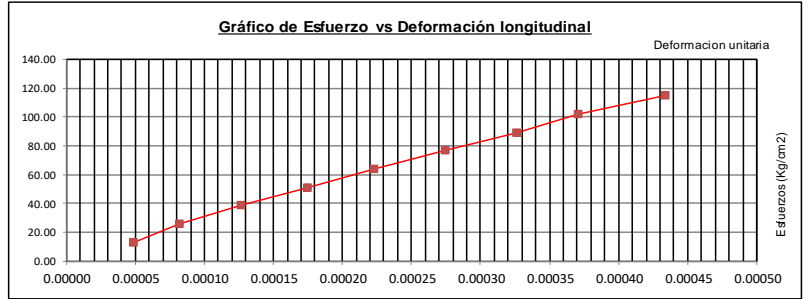
**INTERPOLACION PARA et2' para S2**

101.76 0.0001272  
 105.20 Y 0.0001296 et2  
 114.47 0.0001360

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)**

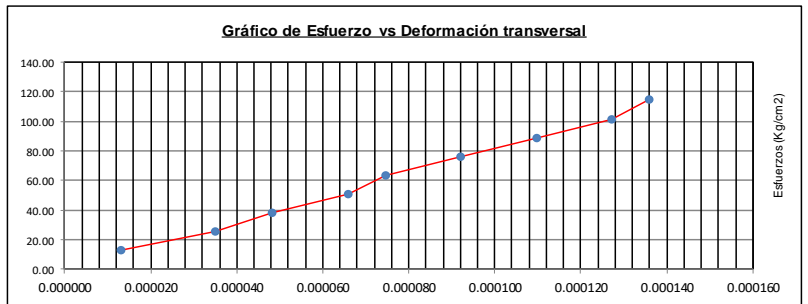
**S1** (Esfuerzo a 0.00005) **20.52**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**S2** (40% Esfuerzo máx.) **105.20**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0003874**

**MODULO ELASTICO 250,978**



**et1** (Esfuerzo a 0.00005) **0.0000266**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**et2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0001296**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0003874**

**MODULO DE POISSON 0.305**



**Tabla 53. Testigo 1-Módulo elástico, 35 kg. Fibra de acero.**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

**1**

**TESTIGO - 0.60 35 kg de fibra por metro cúbico de concreto**

**DATOS DE PROBE1:**

Diametro (cm) : 10.06  
 Área (cm<sup>2</sup>) : 79.49  
 Fecha de vaciado : 17/03/2023  
 Fecha de ensayo : 14/04/2023

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM<sup>2</sup>) **268**  
 LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm) 135  
 DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm) 100.6

| CARGA (kg) | ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm) | DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm) | DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL | DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1000       | 12.58                          | 0.0045000                     | 0.0017560                    | 0.0000333                         | 0.0000175                        |
| 2000       | 25.16                          | 0.0115000                     | 0.0030730                    | 0.0000852                         | 0.0000305                        |
| 3000       | 37.74                          | 0.0210000                     | 0.0052680                    | 0.0001556                         | 0.0000524                        |
| 4000       | 50.32                          | 0.0285000                     | 0.0070240                    | 0.0002111                         | 0.0000698                        |
| 5000       | 62.90                          | 0.0370000                     | 0.0087800                    | 0.0002741                         | 0.0000873                        |
| 6000       | 75.48                          | 0.0440000                     | 0.0109750                    | 0.0003259                         | 0.0001091                        |
| 7000       | 88.06                          | 0.0545000                     | 0.0127310                    | 0.0004037                         | 0.0001266                        |
| 8000       | 100.64                         | 0.0615000                     | 0.0149260                    | 0.0004556                         | 0.0001484                        |
| 9000       | 113.22                         | 0.0700000                     | 0.0166820                    | 0.0005185                         | 0.0001658                        |
| 10000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 11000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 12000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 13000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 14000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |

**INTERPOLACION PARA S1 Y e2**

|       |           |   |          |
|-------|-----------|---|----------|
| 12.58 | 0.0000333 |   |          |
| X     | 0.0000500 | X | 16.63 s1 |
| 25.16 | 0.0000852 |   |          |

|        |           |   |              |
|--------|-----------|---|--------------|
| 100.64 | 0.0004556 |   |              |
| 107.20 | Y         | Y | 0.0004884 e2 |
| 113.22 | 0.0005185 |   |              |

**INTERPOLACION PARA et1' para S1**

|       |           |   |               |
|-------|-----------|---|---------------|
| 12.58 | 0.0000175 |   |               |
| 16.63 | Y         | Y | 0.0000217 et1 |
| 25.16 | 0.0000305 |   |               |

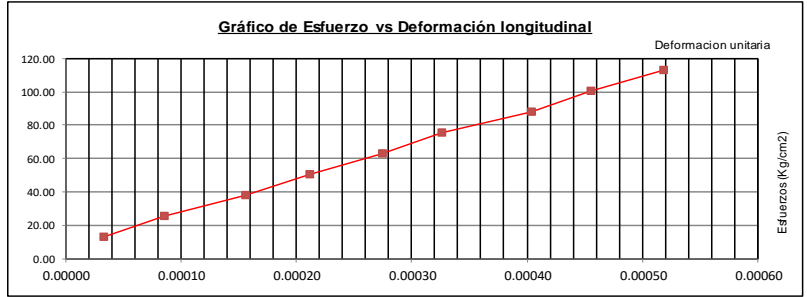
**INTERPOLACION PARA et2' para S2**

|        |           |   |               |
|--------|-----------|---|---------------|
| 100.64 | 0.0001484 |   |               |
| 107.20 | Y         | Y | 0.0001575 et2 |
| 113.22 | 0.0001658 |   |               |

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).**

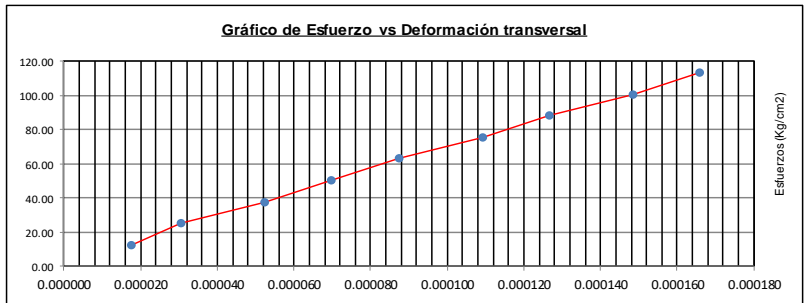
**S1** (Esfuerzo a 0.00005) **16.63**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**S2** (40% Esfuerzo máx.) **107.20**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004884**

**MODULO ELASTICO 206,592**



**et1** (Esfuerzo a 0.00005) **0.0000217**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**et2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0001575**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004884**

**MODULO DE POISSON 0.310**



**Tabla 54. Testigo 2-Módulo elástico, 35 kg. Fibra de acero.**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

**1**

**TESTIGO - 0.60 35 kg de fibra por metro cúbico de concreto**

**DATOS DE PROBEI:**

Diametro (cm) : 10.03  
 Área (cm<sup>2</sup>) : 79.01  
 Fecha de vaciado : 17/03/2023  
 Fecha de ensayo : 14/04/2023

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2) **268**  
 LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm) 135  
 DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm) 100.3

| CARGA (kg) | ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm) | DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm) | DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL | DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1000       | 12.66                          | 0.0080000                     | 0.0017560                    | 0.0000593                         | 0.0000175                        |
| 2000       | 25.31                          | 0.0160000                     | 0.0030730                    | 0.0001185                         | 0.0000306                        |
| 3000       | 37.97                          | 0.0215000                     | 0.0039510                    | 0.0001593                         | 0.0000394                        |
| 4000       | 50.63                          | 0.0305000                     | 0.0052680                    | 0.0002259                         | 0.0000525                        |
| 5000       | 63.28                          | 0.0385000                     | 0.0070240                    | 0.0002852                         | 0.0000700                        |
| 6000       | 75.94                          | 0.0470000                     | 0.0083410                    | 0.0003481                         | 0.0000832                        |
| 7000       | 88.60                          | 0.0550000                     | 0.0100970                    | 0.0004074                         | 0.0001007                        |
| 8000       | 101.25                         | 0.0635000                     | 0.0109750                    | 0.0004704                         | 0.0001094                        |
| 9000       | 113.91                         | 0.0735000                     | 0.0127310                    | 0.0005444                         | 0.0001269                        |
| 10000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 11000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 12000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 13000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 14000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |

**INTERPOLACION PARA S1 Y e2**

12.66 0.0000593  
 X 0.0000500 **X** 10.67 s1  
 25.31 0.0001185

101.25 0.0004704  
 107.20 Y **Y** 0.0005052 e2  
 113.91 0.0005444

**INTERPOLACION PARA et1' para S1**

12.66 0.0000175  
 10.67 Y **Y** 0.0000154 et1  
 25.31 0.0000306

**INTERPOLACION PARA et2' para S2**

101.25 0.0001094  
 107.20 Y **Y** 0.0001176 et2  
 113.91 0.0001269

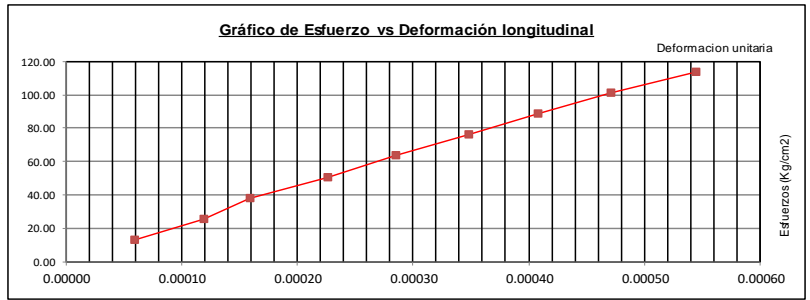


**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).**

**S1** (Esfuerzo a 0.00005)  
**e1** (Deformación a 0.00005)  
**S2** (40% Esfuerzo máx.)  
**e2** (40% Esfuerzo máx.)

**10.67**  
**0.0000500**  
**107.20**  
**0.0005052**

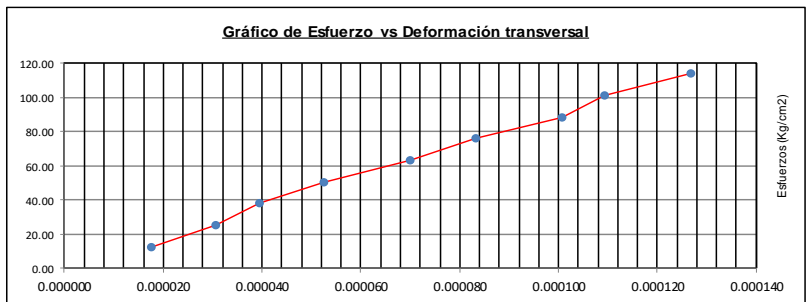
**MODULO ELASTICO 212,061**



**et1** (Esfuerzo a 0.00005)  
**e1** (Deformación a 0.00005)  
**et2** (40% Esfuerzo máx.)  
**e2** (40% Esfuerzo máx.)

**0.0000154**  
**0.0000500**  
**0.0001176**  
**0.0005052**

**MODULO DE POISSON 0.225**



**Tabla 55. Testigo 3-Módulo elástico, 35 kg. Fibra de acero.**



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**  
**ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN**  
**ASTM C - 469**

**1**

**TESTIGO - 0.60 35 kg de fibra por metro cúbico de concreto**

**DATOS DE PROBE1:**

Diametro (cm) : 10.05  
 Área (cm<sup>2</sup>) : 79.25  
 Fecha de vaciado : 17/03/2023  
 Fecha de ensayo : 14/04/2023

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2) **268**  
 LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm) 135  
 DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm) 100.45

| CARGA (kg) | ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> ) | DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm) | DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm) | DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL | DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL |
|------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1000       | 12.62                          | 0.0065000                     | 0.0008780                    | 0.0000481                         | 0.0000087                        |
| 2000       | 25.24                          | 0.0130000                     | 0.0017560                    | 0.0000963                         | 0.0000175                        |
| 3000       | 37.85                          | 0.0200000                     | 0.0039510                    | 0.0001481                         | 0.0000393                        |
| 4000       | 50.47                          | 0.0280000                     | 0.0070240                    | 0.0002074                         | 0.0000699                        |
| 5000       | 63.09                          | 0.0355000                     | 0.0083410                    | 0.0002630                         | 0.0000830                        |
| 6000       | 75.71                          | 0.0440000                     | 0.0100970                    | 0.0003259                         | 0.0001005                        |
| 7000       | 88.33                          | 0.0520000                     | 0.0122920                    | 0.0003852                         | 0.0001224                        |
| 8000       | 100.95                         | 0.0615000                     | 0.0136090                    | 0.0004556                         | 0.0001355                        |
| 9000       | 113.56                         | 0.0620000                     | 0.0201940                    | 0.0004593                         | 0.0002010                        |
| 10000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 11000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 12000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 13000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |
| 14000      |                                |                               |                              |                                   |                                  |

**INTERPOLACION PARA S1 Y e2**

|       |           |   |          |
|-------|-----------|---|----------|
| 12.62 | 0.0000481 |   |          |
| X     | 0.0000500 | X | 13.12 s1 |
| 25.24 | 0.0000963 |   |          |

|        |           |   |              |
|--------|-----------|---|--------------|
| 100.95 | 0.0004556 |   |              |
| 107.20 | Y         | Y | 0.0004574 e2 |
| 113.56 | 0.0004593 |   |              |

**INTERPOLACION PARA et1' para S1**

|       |           |   |               |
|-------|-----------|---|---------------|
| 12.62 | 0.0000087 |   |               |
| 13.12 | Y         | Y | 0.0000090 et1 |
| 25.24 | 0.0000175 |   |               |

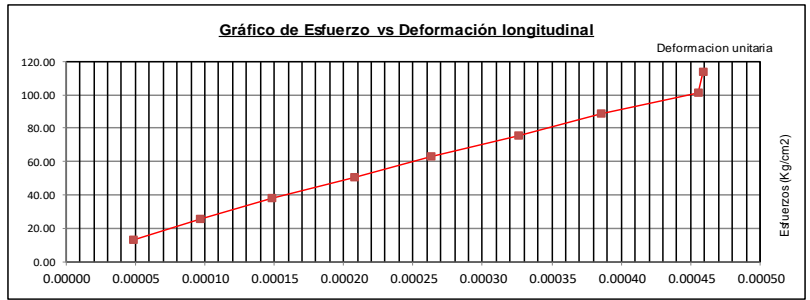
**INTERPOLACION PARA et2' para S2**

|        |           |   |               |
|--------|-----------|---|---------------|
| 100.95 | 0.0001355 |   |               |
| 107.20 | Y         | Y | 0.0001680 et2 |
| 113.56 | 0.0002010 |   |               |

**CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).**

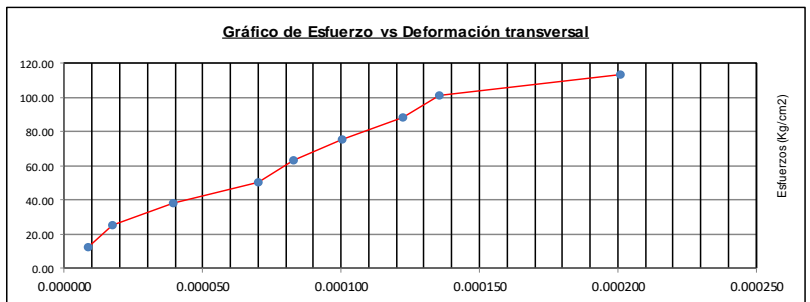
**S1** (Esfuerzo a 0.00005) **13.12**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**S2** (40% Esfuerzo máx.) **107.20**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004574**

**MODULO ELASTICO 230,928**



**et1** (Esfuerzo a 0.00005) **0.0000090**  
**e1** (Deformación a 0.00005) **0.0000500**  
**et2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0001680**  
**e2** (40% Esfuerzo máx.) **0.0004574**

**MODULO DE POISSON 0.390**



# ANEXO 8: COSTO UNITARIO DE CONCRETO

**Determinación de la influencia de la adición de fibras de acero Wirand FF3, en el costo de la elaboración del concreto cemento – arena, Iquitos, Perú – 2022.**

| COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON PRECIOS DE IQUITOS |     |           |        |          |         |   |
|------------------------------------------------------------------|-----|-----------|--------|----------|---------|---|
| RENDIMIENTO                                                      | 20  |           |        |          | JORNADA | 8 |
| UNIDAD                                                           | M3  |           |        |          |         |   |
| DESCRIPCION                                                      | UND | CUADRILLA | PRECIO | CANTIDAD | PARCIAL |   |
| pedra chancada de 1/2"                                           | m3  |           | 450    | 0.53     | 238.50  |   |
| arena fina                                                       | m3  |           | 50     | 0.52     | 26.00   |   |
| cemento Portland                                                 | bol |           | 30     | 9.2      | 276.00  |   |
| operario                                                         | hh  | 2         | 27.37  | 0.8      | 21.90   |   |
| oficial                                                          | hh  | 2         | 21.51  | 0.8      | 17.21   |   |
| peón                                                             | hh  | 8         | 19.46  | 3.2      | 62.27   |   |
| mezcladora                                                       | hm  |           | 15     | 0.4      | 6.00    |   |
| agua                                                             | m3  |           | 10     | 0.184    | 1.84    |   |
| vibrador                                                         | hm  |           | 10     | 0.4      | 4.00    |   |
| herramientas manuales %MO                                        |     | 3         |        | 101.376  | 3.04    |   |
| Precio                                                           |     |           |        |          | 656.76  |   |

| COSTO UNITARIO DE MORTERO ESTRUCTURAL F'c=210 KG/CM2 CON PRECIOS DE IQUITOS |     |           |        |          |         |   |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|--------|----------|---------|---|
| RENDIMIENTO                                                                 | 20  |           |        |          | JORNADA | 8 |
| UNIDAD                                                                      | M3  |           |        |          |         |   |
| DESCRIPCION                                                                 | UND | CUADRILLA | PRECIO | CANTIDAD | PARCIAL |   |
| arena fina                                                                  | m3  |           | 50     | 1.2      | 60.00   |   |
| cemento Portland                                                            | bol |           | 30     | 11.65    | 349.50  |   |
| operario                                                                    | hh  | 2         | 27.37  | 0.8      | 21.90   |   |
| oficial                                                                     | hh  | 2         | 21.51  | 0.8      | 17.21   |   |
| peón                                                                        | hh  | 8         | 19.46  | 3.2      | 62.27   |   |
| mezcladora                                                                  | hm  |           | 15     | 0.4      | 6.00    |   |
| agua                                                                        | m3  |           | 10     | 0.184    | 1.84    |   |
| vibrador                                                                    | hm  |           | 10     | 0.4      | 4.00    |   |
| herramientas manuales %MO                                                   |     | 3         |        | 101.376  | 3.04    |   |
| Precio                                                                      |     |           |        |          | 525.76  |   |

| COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2, CON 15 KG DE FIBRAS CON PRECIOS DE IQUITOS |     |           |        |          |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|--------|----------|---------|
| RENDIMIENTO                                                                           | 20  | JORNADA   |        |          | 8       |
| UNIDAD                                                                                | M3  |           |        |          |         |
| DESCRIPCION                                                                           | UND | CUADRILLA | PRECIO | CANTIDAD | PARCIAL |
| fibra de acero                                                                        | kg  |           | 9.5    | 15       | 142.50  |
| arena fina                                                                            | m3  |           | 50     | 1.1      | 55.00   |
| cemento Portland                                                                      | bol |           | 30     | 11       | 330.00  |
| operario                                                                              | hh  | 2         | 27.37  | 0.8      | 21.90   |
| oficial                                                                               | hh  | 2         | 21.51  | 0.8      | 17.21   |
| peón                                                                                  | hh  | 8         | 19.46  | 3.2      | 62.27   |
| mezcladora                                                                            | hm  |           | 15     | 0.4      | 6.00    |
| agua                                                                                  | m3  |           | 10     | 0.184    | 1.84    |
| vibrador                                                                              | hm  |           | 10     | 0.4      | 4.00    |
| herramientas manuales %MO                                                             |     | 3         |        | 101.376  | 3.04    |
|                                                                                       |     |           |        | Precio   | 643.76  |