

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



**TESIS:**

**“INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS  
DEL CONCRETO  $FC=210\text{KG}/\text{CM}^2$  CON ADICION DE  
FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ EN  
HUANCAYO 2022”**

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

**PRESENTADO POR:**

**BACH. LAZO CASTRO, LUIS ANGEL**

**ASESOR:**

**ING. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:**

**NUEVAS TECNOLOGIAS Y PROCESOS**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2022**

**HOJA PARA CONFORMIDAD DE JURADO**

## **DEDICATORIA**

*A Dios y a mi familia por apoyarme y acompañarme en todo momento.*

*A mi madre por ser la guía y modelo a seguir, por su amor incondicional y por hacer de mí una persona de bien.*

*Y a mi hija que es la fuerza que me permite seguir adelante.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mi asesor y jurados por ser mis guías,  
orientarme y ser modelos para mí de un  
profesional competente.*

*A la Universidad Peruana Los Andes  
por ser mi alma mater y brindarme los  
ambientes y profesionales requeridos  
para el correcto desarrollo como  
profesional y ser humano.*

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0003 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la TESIS; Titulado:

**INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 CON ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ EN HUANCAYO 2022**

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. LAZO CASTRO LUIS ANGEL

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) : ING. GONZALES ROJAS CARLOS

Fue analizado con fecha 05/01/2024; con 240 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de 23 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

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

Huancayo, 05 de enero de 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI  
 JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## CONTENIDO

<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xix</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I .....</b>	<b>3</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
1.1. Descripción real de la problemática.....	3
1.2. Delimitaciones del problema .....	4
1.2.1. Delimitación del entorno Espacial.....	4
1.2.2. Delimitación Temporal.....	5
1.2.3. Delimitación Económica .....	5
1.3. Formulación de la problemática .....	5
1.3.1. Problema General .....	5
1.3.2. Problemas Específicos .....	5
1.4. Justificaciones .....	5
1.4.1. Justificación del entorno Social.....	5
1.4.2. Justificación Teórica.....	6
1.4.3. Justificación Metodológica.....	6
1.5. Objetivos .....	6
1.5.1. Objetivo General.....	6
1.5.2. Objetivos Específicos .....	6
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>7</b>
<b>MARCO TEORICO.....</b>	<b>7</b>

2.1.	Antecedentes .....	7
2.1.1.	Nacionales .....	7
2.1.2.	Internacionales.....	11
2.2.	Bases Teóricas o Científicas .....	16
2.2.1.	El Concreto .....	16
2.2.2.	Dosificación óptima del concreto .....	17
2.2.3.	Relación agua – cemento.....	18
2.2.4.	Propiedades generales del concreto .....	18
2.2.5.	La trabajabilidad del concreto .....	18
2.2.6.	La durabilidad.....	19
2.2.7.	La impermeabilidad .....	19
2.2.8.	El cambio en volumen .....	19
2.2.9.	La resistencia del concreto .....	19
2.2.10.	El escurrimiento plástico .....	20
2.2.11.	La Hermeticidad .....	20
2.2.12.	La Permeabilidad .....	20
2.2.13.	Cemento Portland .....	20
2.2.14.	Los Agregados .....	21
2.2.15.	Normas para la calidad de los Agregados.....	21
2.2.16.	El agua .....	22
2.2.17.	Requisitos de calidad del agua.....	22
2.2.18.	Fibra de algodón .....	23
2.2.19.	Composición Química de la fibra de algodón .....	24
2.2.20.	Función en la construcción .....	24

2.2.21.	La cañaduz .....	25
2.2.22.	Constitución Química de la cañaduz .....	25
2.2.23.	Ventajas de la utilización de cañaduz .....	26
2.2.24.	La ceniza de cañaduz .....	27
2.2.25.	La calcinación .....	27
2.2.26.	Proceso de calcinación .....	28
2.2.27.	Finalidad de la calcinación .....	28
2.3.	Marco Conceptual .....	28
2.3.1.	La granulometría.....	28
2.3.2.	Tamizado .....	29
2.3.3.	Tamaño de la partícula .....	29
2.3.4.	La resistencia a la compresión.....	29
2.3.5.	Resistencia a flexión .....	29
2.3.6.	Resistencia a la tracción indirecta .....	30
2.3.7.	Asentamiento .....	30
<b>CAPITULO III .....</b>		<b>31</b>
<b>HIPOTESIS.....</b>		<b>31</b>
3.1.	Hipótesis General.....	31
3.2.	Hipótesis Especificas .....	31
3.3.	Las Variables .....	31
3.3.1.	Definición conceptual de las Variables .....	31
3.3.2.	Definición operacional de las variables.....	32
3.3.3.	Operacionalización de variables .....	33
<b>CAPITULO IV.....</b>		<b>34</b>

<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>34</b>
4.1. Método de Investigación.....	34
4.2. Tipo de Investigación.....	34
4.3. Nivel de Investigación .....	34
4.4. Diseño de la Investigación .....	35
4.5. Población y muestra.....	35
4.5.1. Población .....	35
4.5.2. Muestra .....	36
4.6. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos .....	36
4.6.1. Técnicas .....	37
4.6.2. Instrumentos para la recolección de datos.....	101
4.7. Técnicas para desarrollo y análisis de datos .....	104
4.7.1. Técnicas de procesamiento .....	104
4.7.2. Análisis de datos .....	105
4.8. Aspectos éticos .....	105
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>107</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>107</b>
5.1. Descripción para el diseño tecnológico .....	107
5.2. Descripción de resultados .....	108
a) Resistencia a la Compresión .....	108
b) Resistencia a la Flexión .....	114
c) Resistencia a la Tracción.....	120
5.3. Contrastación de hipótesis .....	126
5.3.1 Contrastación de hipótesis específica N.º 01 .....	126

5.3.2	Contrastación de hipótesis específica N° 02.....	129
5.4.1.	Contrastación de hipótesis específica N° 03.....	132
5.4.2.	Contrastación de hipótesis general .....	135
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>136</b>	
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>136</b>	
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>140</b>	
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>142</b>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>144</b>	
<b>ANEXOS .....</b>	<b>151</b>	
ANEXO 01. Matriz de consistencia.....	151	
ANEXO 02. Matriz de operacionalización de las variables .....	152	
ANEXO 03. Matriz de operacionalización del instrumento.....	153	
ANEXO 04. Instrumento de investigación y constancia de su aplicación. ....	154	
Resultados de ensayos realizados en laboratorio .....	154	
Certificado de calibración de los equipos .....	184	
Certificados de calidad (INACAL) .....	201	
ANEXO 05. Confiabilidad y validez del instrumento.....	203	
ANEXO 06. La data del procesamiento de datos. ....	206	
ANEXO 07. Consentimiento Informado .....	212	
ANEXO 08. Fotografía de la aplicación del instrumento.....	213	
Panel Fotográfico .....	213	

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Proporciones usualmente utilizadas en construcciones.</i> .....	18
<b>Tabla 2.</b> <i>Limites químicos permisibles para la utilización del agua de mezcla.</i> .....	23
Tabla 3. <i>Análisis de la composición química de la fibra de algodón.</i> .....	24
Tabla 4. <i>Análisis de la constitución química para la ceniza cañaduz.</i> .....	26
<b>Tabla 5.</b> <i>Operacionalización de Variables.</i> .....	33
<b>Tabla 6.</b> <i>Cantidad de muestra.</i> .....	36
<b>Tabla 7.</b> <i>Peso mínimo de las muestras.</i> .....	45
<b>Tabla 8.</b> <i>Muestra mínima de agregado grueso.</i> .....	47
<b>Tabla 9.</b> <i>Requerimiento granulométrico del agregado fino.</i> .....	49
Tabla 10. <i>Requerimiento granulométrico del agregado grueso.</i> .....	50
<b>Tabla 11.</b> <i>Límites permisibles de terrones de arcilla y de partículas friables.</i> .....	52
<b>Tabla 12.</b> <i>Contenido mínimo de muestra.</i> .....	53
<b>Tabla 13.</b> <i>Limite permisible para el material más fino que pasa la malla N° 200</i> .....	54
<b>Tabla 14.</b> <i>Equivalencias entre colores de la placa orgánica y los colores estándar Gardner.</i> .....	56
<b>Tabla 15.</b> <i>Limite permisibles de impurezas orgánicas tolerables en el agregado fino.</i> .....	57
<b>Tabla 16.</b> <i>Limite permisible de perdida en cuanto a ataque de sulfatos.</i> .....	58
<b>Tabla 17.</b> <i>Carga referente a gradación de la muestra.</i> .....	61
<b>Tabla 18.</b> <i>Gradación de muestra ensayada de la arena gruesa.</i> .....	61
<b>Tabla 19.</b> <i>Gradación de muestra ensayada de la piedra chancada.</i> .....	62
<b>Tabla 20.</b> <i>Límite de resistencia mecánica para el agregado grueso.</i> .....	62
<b>Tabla 21.</b> <i>Tamaño de muestra o árido.</i> .....	65
<b>Tabla 22.</b> <i>Materiales específicos para ensayo de equivalente de arena.</i> .....	73
<b>Tabla 23.</b> <i>Peso mínimo para las muestras.</i> .....	74

<b>Tabla 24.</b> <i>Limite permisible en peso para el ensayo.</i> .....	76
<b>Tabla 25.</b> <i>Datos e información del cemento.</i> .....	80
<b>Tabla 26.</b> <i>Propiedades físicas y químicas del cemento.</i> .....	80
<b>Tabla 27.</b> <i>Información específica de los Agregados.</i> .....	81
<b>Tabla 28.</b> <i>Información específica del agua.</i> .....	81
<b>Tabla 29.</b> <i>Información complementaria de la ceniza de cañaduz.</i> .....	82
<b>Tabla 30.</b> <i>Información complementaria de la fibra de algodón.</i> .....	82
<b>Tabla 31.</b> <i>Información complementaria del Diseño de Mezcla.</i> .....	82
<b>Tabla 32.</b> <i>Resistencia media compresiva requerida sin datos disponibles para desviación estándar.</i> .....	82
<b>Tabla 33.</b> <i>Mezcla de acuerdo a su asentamiento o revenimiento.</i> .....	83
<b>Tabla 34.</b> <i>Volumen unitario para el agua.</i> .....	83
<b>Tabla 35.</b> <i>Contenido del aire contenido.</i> .....	83
<b>Tabla 36.</b> <i>Relación agua/cemento.</i> .....	84
<b>Tabla 37.</b> <i>Módulo de fineza para las óptimas condiciones de trabajabilidad por contenido de cemento en sacos.</i> .....	84
<b>Tabla 38.</b> <i>Valores propios de diseño en estado seco.</i> .....	84
<b>Tabla 39.</b> <i>Valores propios de diseño corregidos por humedad.</i> .....	85
<b>Tabla 40.</b> <i>Diseño de mezcla con adicionado al 2% de fibra de algodón y ceniza de cañaduz.</i> .....	85
<b>Tabla 41.</b> <i>Diseño de mezcla con adicionado al 4% de fibra de algodón y ceniza de cañaduz.</i> .....	85
<b>Tabla 42.</b> <i>Diseño de mezcla con adicionado al 4% de fibra de algodón y ceniza de cañaduz.</i> .....	86
<b>Tabla 43.</b> <i>Numero de capas y modo requeridos por espécimen.</i> .....	87
<b>Tabla 44.</b> <i>Diámetro de varilla y número de golpes por capa.</i> .....	88
<b>Tabla 45.</b> <i>Diámetros máximos para especímenes de ensayo.</i> .....	94

<b>Tabla 46.</b> <i>Edades de ensayo y tolerancias admisibles.</i> .....	94
<b>Tabla 47.</b> <i>Límites permisibles de precisión y desviación de los ensayos.</i> .....	97
<b>Tabla 48.</b> <i>Rangos permisibles para aplicación de cargas al espécimen.</i> .....	99
<b>Tabla 49.</b> <i>Fases o pasos de la investigación.</i> .....	103
<b>Tabla 50.</b> <i>Resistencia para la compresión de testigos para la muestra control.</i> .....	108
<b>Tabla 51.</b> <i>Resistencia para compresión de testigos para la muestra adicionando de 2% de fibra de algodón + 2% de ceniza de cañaduz.</i> .....	109
<b>Tabla 52.</b> <i>Resistencia para la compresión de testigos para la muestra adicionando 4% de fibra de algodón + 4% de ceniza de cañaduz.</i> .....	110
<b>Tabla 53.</b> <i>Resistencia para la compresión de testigos para la muestra adicionando 6% de fibra de algodón + 6% de ceniza de cañaduz.</i> .....	111
<b>Tabla 54.</b> <i>Resumen de resultados para la Resistencia a la Compresión (7, 14 y 28 días)</i> .....	112
<b>Tabla 55.</b> <i>Resumen estadístico de resultados de la Resistencia a la Compresión (7, 14 y 28 días)</i> .....	113
<b>Tabla 56.</b> <i>Resultados de Pruebas de Normalidad y Significancia.</i> .....	114
<b>Tabla 57.</b> <i>Resistencia para la flexión de testigos para la muestra control.</i> .....	114
<b>Tabla 58.</b> <i>Resistencia para la flexión de testigos para la muestra adicionando 2% de fibra de algodón + 2% de ceniza de cañaduz.</i> .....	115
<b>Tabla 59.</b> <i>Resistencia para la flexión de testigos para la muestra adicionando 4% de fibra de algodón + 4% de ceniza de cañaduz.</i> .....	116
<b>Tabla 60.</b> <i>Resistencia pra la flexión de testigos para la muestra adicionando 6% de fibra de algodón + 6% de ceniza de cañaduz.</i> .....	117
<b>Tabla 61.</b> <i>Resumen de resultados para la Resistencia a la Flexión (7, 14 y 28 días)</i> .....	118
<b>Tabla 62.</b> <i>Resumen estadístico de resultados de la Resistencia a la Flexión (7, 14 y 28 días)</i> .....	119
<b>Tabla 63.</b> <i>Resultados de Pruebas de Normalidad y Significancia.</i> .....	120
<b>Tabla 64.</b> <i>Resistencia para la tracción de testigos para la muestra control.</i> .....	120

<b>Tabla 65.</b> Resistencia para la tracción de testigos para la muestra adicionando 2% de fibra de algodón + 2% de ceniza de cañaduz. ....	121
<b>Tabla 66.</b> Resistencia para la tracción de testigos para la muestra adicionando 4% de fibra de algodón + 4% de ceniza de cañaduz. ....	122
<b>Tabla 67.</b> Resistencia para la tracción de testigos para la muestra adicionando 6% de fibra de algodón + 6% de ceniza de cañaduz. ....	123
<b>Tabla 68.</b> Resumen de resultados para la Resistencia a la Tracción (7, 14 y 28 días)....	124
<b>Tabla 69.</b> Resumen estadístico de resultados de la Resistencia a la Tracción (7, 14 y 28 días) .....	125
<b>Tabla 70.</b> Resultados de Pruebas de Normalidad y Significancia.....	126

## INDICE DE FIGURAS

<b>Ilustración 1.</b> <i>Ceniza de cañaduz.</i> .....	26
<b>Ilustración 2.</b> <i>Obtención de la materia prima.</i> .....	40
<b>Ilustración 3.</b> <i>Recolección de materia prima(cañaduz)</i> .....	40
<b>Ilustración 4.</b> <i>Obtención de fibra de algodón.</i> .....	41
<b>Ilustración 5.</b> <i>Fibra de Algodón.</i> .....	41
<b>Ilustración 6.</b> <i>Muestreo de Agregado Fino.</i> .....	42
<b>Ilustración 7.</b> <i>Muestreo de Agregado Grueso.</i> .....	43
<b>Ilustración 8.</b> <i>Obtención del cemento Andino Premium.</i> .....	43
<b>Ilustración 9.</b> <i>Cuarteo del agregado Grueso.</i> .....	46
<b>Ilustración 10.</b> <i>Cuarteo del agregado Fino</i> .....	46
<b>Ilustración 11.</b> <i>Granulometría del Agregado Fino.</i> .....	48
<b>Ilustración 12.</b> <i>Granulometría del Agregado Grueso.</i> .....	49
<b>Ilustración 13.</b> <i>Curvas de granulometría para el Agregado fino.</i> .....	50
<b>Ilustración 14.</b> <i>Curvsa granulométricas para el Agregado Grueso.</i> .....	51
<b>Ilustración 15.</b> <i>Ensayo del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables para los agregados.</i> .....	52
<b>Ilustración 16.</b> <i>Pasante de la malla N° 200.</i> .....	54
<b>Ilustración 17.</b> <i>Comparación de colores entre la solución con arena (luego de 24 horas) y colores Gardner.</i> .....	55
<b>Ilustración 18.</b> <i>Equipo requerido para la realización del ensayo de impurezas orgánicas.</i> .....	56
<b>Ilustración 19.</b> <i>Comparación de colores por medio de una placa orgánica de colores.</i> ...	56
<b>Ilustración 20.</b> <i>Ensayo para la determinación cualitativa de las impurezas para el agregado fino.</i> .....	57
<b>Ilustración 21.</b> <i>Inalterabilidad de los agregados por sulfato de sodio y sulfato de magnesio.</i> .....	59

<b>Ilustración 22.</b> <i>Maquina calibrada para ensayo de Abrasión Los Ángeles.</i> .....	60
<b>Ilustración 23.</b> <i>Ensayo de Abrasión Los Ángeles.</i> .....	62
<b>Ilustración 24.</b> <i>Horno calibrado.</i> .....	63
<b>Ilustración 25.</b> <i>Contenido de la Humedad para el Agregado Fino.</i> .....	64
<b>Ilustración 26.</b> <i>Contenido de la Humedad para el Agregado Grueso.</i> .....	64
<b>Ilustración 27.</b> <i>Proceso de obtención para específico del Agregado Fino.</i> .....	66
<b>Ilustración 28.</b> <i>Peso específico del Agregado Grueso.</i> .....	68
<b>Ilustración 29.</b> <i>Peso unitario compactado del Agregado Grueso.</i> .....	70
<b>Ilustración 30.</b> <i>Peso unitario suelto del Agregado Grueso.</i> .....	70
<b>Ilustración 31.</b> <i>Peso unitario con compactado del Agregado Fino.</i> .....	70
<b>Ilustración 32.</b> <i>Peso unitario suelto del Agregado Fino.</i> .....	71
<b>Ilustración 33.</b> <i>Maquinaria de apoyo para el ensayo de Equivalente de Arena.</i> .....	72
<b>Ilustración 34.</b> <i>Ensayo de equivalente de arena.</i> .....	73
<b>Ilustración 35.</b> <i>Caras fracturadas del Agregado Grueso.</i> .....	75
<b>Ilustración 36.</b> <i>Ensayo para identificar las partículas planas y alargadas del Agregado Grueso.</i> .....	77
<b>Ilustración 37.</b> <i>Comprobación de alargamiento.</i> .....	77
<b>Ilustración 38.</b> <i>Comprobación de planeidad.</i> .....	78
<b>Ilustración 39.</b> <i>Elaboración de probetas para pruebas de compresión.</i> .....	88
<b>Ilustración 40.</b> <i>Elaboración de vigas para pruebas de flexión.</i> .....	89
<b>Ilustración 41.</b> <i>Elaboración de probetas para pruebas de tracción.</i> .....	89
<b>Ilustración 42.</b> <i>Proceso de curado de los especímenes.</i> .....	90
<b>Ilustración 43.</b> <i>Medición de asentamiento de concreto (Slump).</i> .....	91
<b>Ilustración 44.</b> <i>Ensayo compresivo.</i> .....	93
<b>Ilustración 45.</b> <i>Rotura de testigo a compresión.</i> .....	93

<b>Ilustración 46.</b> <i>Esquema para patrones según los tipos de fractura.</i> .....	94
<b>Ilustración 47.</b> <i>Ensayo de Flexión de vigas.</i> .....	96
<b>Ilustración 48.</b> <i>Rotura de vigas por flexión de un espécimen adicionado.</i> .....	96
<b>Ilustración 49.</b> <i>Esquema de un dispositivo para flexionar vigas</i> .....	97
<b>Ilustración 50.</b> <i>Ensayo de tracción de especímenes seleccionados.</i> .....	98
<b>Ilustración 51.</b> <i>Rotura de espécimen por tracción para una probeta adicionada.</i> .....	99
<b>Ilustración 52.</b> <i>Vista general de un aparato conveniente para el alineamiento del testigo a ensayar.</i> .....	99
<b>Ilustración 53.</b> <i>Recolección de datos de los ensayos.</i> .....	100
<b>Ilustración 54.</b> <i>Procesamiento de datos en borrador.</i> .....	100
<b>Ilustración 55.</b> <i>Trabajo de gabinete en laboratorio.</i> .....	104
<b>Ilustración 56.</b> <i>Diseño Tecnológico experimental.</i> .....	107
<b>Ilustración 57.</b> <i>Grafica comparativa de resultados a la compresión a los 7, 14 y 28 días</i> .....	112
<b>Ilustración 58.</b> <i>Grafica comparativa de resultados para la compresión a los 7, 14 y 28</i> <i>días.</i> .....	118
<b>Ilustración 59.</b> <i>Grafica comparativa de resultados a la compresión a los 7, 14 y 28 días</i> .....	124
<b>Ilustración 60.</b> <i>Resistencia media a la compresión a los 7 días.</i> .....	126
<b>Ilustración 61.</b> <i>Resistencia media a la compresión a los 14 días.</i> .....	127
<b>Ilustración 62.</b> <i>Resistencia media a la compresión a los 28 días.</i> .....	128
<b>Ilustración 63.</b> <i>Resistencia media a la flexión a los 7 días.</i> .....	129
<b>Ilustración 64.</b> <i>Resistencia media a la flexión a los 14 días.</i> .....	130
<b>Ilustración 65.</b> <i>Resistencia media a la flexión a los 28 días.</i> .....	131
<b>Ilustración 66.</b> <i>Resistencia media a la tracción a los 7 días.</i> .....	132
<b>Ilustración 67.</b> <i>Resistencia media a la tracción a los 14 días.</i> .....	133

<b>Ilustración 68.</b> <i>Resistencia media a la tracción a los 28 días.</i> .....	134
<b>Ilustración 69.</b> <i>Recolección de cañaduz en estado vegetal.</i> .....	213
<b>Ilustración 70.</b> <i>Muestreo y selección de cañaduz.</i> .....	213
<b>Ilustración 71.</b> <i>Recolección de fibra de algodón industrial.</i> .....	214
<b>Ilustración 72.</b> <i>Recolección de Agregado fino.</i> .....	214
<b>Ilustración 73.</b> <i>Recolección de agregado grueso.</i> .....	215
<b>Ilustración 74.</b> <i>Horno calibrado para ensayos.</i> .....	215
<b>Ilustración 75.</b> <i>Máquina de Abrasión Los Ángeles.</i> .....	216
<b>Ilustración 76.</b> <i>Equipamiento para ensayo de equivalente de arena.</i> .....	216
<b>Ilustración 77.</b> <i>Cuarteo de Agregado Grueso.</i> .....	217
<b>Ilustración 78.</b> <i>Cuarteo Agregado Fino.</i> .....	217
<b>Ilustración 79.</b> <i>Mezclador eléctrico para elaboración de probetas y vigas a ensayar.</i> ...	218
<b>Ilustración 80.</b> <i>Maquinaria para rotura de probetas y vigas.</i> .....	218
<b>Ilustración 81.</b> <i>Elaboración de testigos para ensayos de compresivos y traccionarios.</i> .	219
<b>Ilustración 82.</b> <i>Elaboración de vigas para ensayos de flexión.</i> .....	219
<b>Ilustración 83.</b> <i>Especímenes roturados a compresión, flexión y tracción.</i> .....	220

## RESUMEN

La actual investigación contesta al planteamiento problemático del siguiente problema a modo general de: ¿Cómo la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz influye en las características mecánicas del concreto  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo?, y presenta el objetivo general de: Determinar la influencia del adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en las características mecánicas del concreto  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo y la hipótesis general es: La adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz mejora influyentemente la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo.

El método investigativo utilizado es el método científico, en cuanto al tipo de investigación es aplicado, el nivel de investigativo es aplicativo y el tipo de diseño es cuasi experimental. La población está constituida de 108 testigos de concreto de 4" x 8". La muestra es igual a la población y está constituida por 108 especímenes de concreto endurecido de 4" x 8" (incluyendo las adiciones al 4%, 8% y 12%).

En conclusión se tiene que la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz influye significativamente en las características mecánicas del concreto, incrementando la resistencia para la compresión en estándares de hasta un 70% a los 28 días de fraguado con una adición de 6% de fibra de algodón y 6% ceniza de cañaduz considerando una resistencia convencional de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> de concreto en Huancayo.

**Palabras Clave:** ceniza, cañaduz, fibra, algodón, propiedades mecánicas, concreto.

## ABSTRACT

The current research answers the problematic approach of the following general problem: How does the addition of cotton fiber and cane ash influence the mechanical characteristics of concrete  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> in Huancayo?, and presents the general objective of: Determine the influence of the addition of cotton fiber and cane ash on the mechanical characteristics of concrete  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> in Huancayo and the general hypothesis is: The addition of cotton fiber and cane ash influencesly improves the resistance of concrete  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> in Huancayo.

The investigative method used is the scientific method, in terms of the type of research it is applied, the investigative level is applicative and the type of design is quasi-experimental. The population is made up of 108 4" x 8" concrete cores. The sample is equal to the population and consists of 108 4" x 8" hardened concrete specimens (including additions at 4%, 8% and 12%).

In conclusion, the addition of cotton fiber and cane ash significantly influences the mechanical characteristics of the concrete, increasing the compressive strength in standards of up to 70% at 28 days of setting with an addition of 6% of cotton fiber and 6% cane ash considering a conventional resistance of  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> of concrete in Huancayo.

**Keywords:** ash, reed, fiber, cotton, mechanical properties of concrete.

## INTRODUCCIÓN

El material primordial y mayormente utilizado en toda construcción a día de hoy sigue siendo el concreto es por ello su innegable importancia dentro de la construcción y, por consiguiente, su necesidad básica en el desarrollo de la sociedad. En vista de ello la actual investigación presenta el objetivo de determinar la influencia en la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en la resistencia del concreto.

Hoy en día, la industria de la construcción produce concretos de bajas resistencias y pésima calidad, lo cual no solo es un factor de riesgo para la sociedad sino también un pésimo precedente para obras de mayor envergadura.

En tal sentido el actual trabajo investigativo busca experimentar con la adición de la fibra de algodón y ceniza de cañaduz con el afán de mejorar y/o maximizar las propiedades del concreto, incrementando así su resistencia para aportar el nuevo conocimiento y posiblemente emplearlo en la realidad en beneficio de la población.

Se han desarrollado muchas opciones para que, de una forma sostenible, con bajo impacto y consumo de energía y materias primas, se puedan aplicar diversos tipos de residuos en la fabricación de concreto. En todos estos procesos, la mejora, la “transmutación”, está basada en el incremento en reactividad (aumento de superficie específica y de fracción amorfa) o bien en el diseño de nuevos conglomerantes (conglomerantes activados alcalinamente). (ICITECH, 2012)

La fibra de algodón y la ceniza de cañaduz podrían mejorar las características del concreto de manera tal que incrementará su resistencia a diversas fuerzas o cargas y su desempeño será óptimo y económico a lo largo de su vida útil. Además, esta innovación contribuirá para un mejor desempeño en concretos de alta resistencia. Así pues, la necesidad de producir o elaborar concretos resistentes que ofrezcan calidad y sean económicamente viables es el punto de partida de la presente investigación titulada: “Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en huancayo-2022”.

En el capítulo I. Se presenta el planteamiento del problema y presenta la descripción real de la problemática, la delimitación del problema, la formulación del problema, la justificación y los objetivos.

En el capítulo II. Desarrolla el marco teórico, presenta antecedentes nacionales e internacionales, presenta bases teóricas y el marco conceptual.

En el capítulo III. Se aborda la hipótesis presenta a la hipótesis general, hipótesis específicas y variables.

En el capítulo IV. Se aborda la metodología y se presenta el método de la investigación, el tipo de investigación, el nivel de investigación, el diseño de investigación, la población, la muestra, las técnicas e instrumentos de recopilación de datos, técnicas y procesamiento de análisis de datos y aspectos éticos de la investigación.

En el capítulo V. Se aborda la explicación del diseño tecnológico, explicación de los resultados y la contrastación de la hipótesis.

En el capítulo VI. Desarrolla el análisis y la controversia de resultados.

En la parte final, se aborda las conclusiones, así como las recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1.Descripción real de la problemática

Según (Argos 2022), como es sabido, sostiene que un concreto es una masa endurecida de insumos heterogéneos y sus propiedades están sujetas a una gran cantidad de variables, las cuales a lo largo del tiempo han sido sujetas a experimentación con nuevas adiciones pero que solo pocas han tenido los resultados esperados para garantizar que se cumpla con el equilibrio de calidad, resistencia y que a su vez sean económica y medioambientalmente viables.

Según (INEI 2021), en la región Junín, el sector Construcción creció 22,9%, teniendo como principal material de construcción al concreto, esto estuvo asociado a la inversión de los Gobiernos Locales en obras de transporte como el mejoramiento de infraestructura vial y peatonal en el barrio San Cristóbal en la provincia de Junín; y en el ámbito Regional con la construcción del puente Cantuta, en la provincia de Huancayo. Y aunque este crecimiento es significativo solo represente el avance mas no la calidad del mismo ya que la mayoría de estas obras no llega la calidad y/o resistencia requerida, por tanto, no cumple con su vida útil.

Nuestro país cuenta con toda la gama de climas y condiciones ambientales posibles, y que en algunos casos son singulares, por lo que problemas tan antiguos como son el producir técnicamente concreto durable y/o resistente en la sierra y el altiplano, trabajar en forma científica y eficiente con agregados marginales como es el caso de nuestra selva, o superar profesionalmente las dificultades de hacer concreto en climas cálidos

como sucede en la mayor parte de la costa, están a la espera de soluciones creativas de uso corriente que contribuyan al avance de la tecnología del concreto local. (Pasquel 1998)

Ortiz (2015) en su investigación realizada en Colombia, analizó y describió la producción de concreto en cinco proyectos de vivienda, obteniendo como resultado resistencias inferiores y superiores a las resistencias de diseño. Por su parte (Chilcon y Chunga 2015), evaluaron la calidad del concreto utilizado en construcciones informales en la ciudad de Pimentel -Chiclayo llegando a concluir que la calidad del concreto utilizado no cumple y es inferior a los Estándares que mencionan el Instituto americano del concreto (ACI) y el RNE.

Por otro lado, en cuanto al factor medio ambiente, la temperatura es un tema a tener en cuenta ya que al momento de fundir juega un papel muy importante. Partiendo de una temperatura de 23°C, la investigación realizada por (Burg 1996), demostró que el asentamiento del concreto decrece o aumenta en 20 mm por cada 10°C de incremento o disminución en la temperatura respectivamente. Además de esto, el tiempo de asentamiento varía en un 50% por cada 10°C de cambio en la temperatura. En cuanto al desarrollo de la resistencia de diseño, los concretos curados a una temperatura de 23°C desarrollan una resistencia a los 7 días similar a la resistencia desarrollada por concretos curados durante 3 días a una temperatura de 32°C. (SCIELO, 2018)

En nuestra sociedad la informalidad, la improvisación y la falta de conocimientos en el rubro de la construcción dan como resultado; concretos de baja resistencia y pésima calidad, que a lo largo de su vida útil no cumplen su ciclo y siempre generan costos adicionales para su reparación o constantes mantenimientos. Tenemos claro ejemplos de lo ya antes mencionado en la carretera central, veredas a lo largo de las principales ciudades, obras de mayor envergadura (puentes, hospitales y demás) que siempre presentan fisuras o con el paso del tiempo deterioro grave.

## **1.2. Delimitaciones del problema**

### **1.2.1. Delimitación del entorno Espacial**

La actual investigación se desarrolla en la ciudad metropolitana de Huancayo, Perú.

### **1.2.2. Delimitación Temporal**

Se realizará durante el periodo de enero a julio del 2023.

### **1.2.3. Delimitación Económica**

El costo de la investigación será cubierto por el investigador.

## **1.3. Formulación de la problemática**

### **1.3.1. Problema General**

¿Cómo influye la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en las características mecánicas del concreto f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- a) ¿De qué forma la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz repercute en la resistencia a la compresión para un concreto f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo?
- b) ¿De qué modo la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz incide en la resistencia a la flexión para un concreto f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo?
- c) ¿De qué manera la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz trasciende en la resistencia a la tracción indirecta para un concreto f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo?

## **1.4. Justificaciones**

### **1.4.1. Justificación del entorno Social**

La actual investigación enfoca su estudio en la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz con la posibilidad de proponer su aplicación para el incremento de resistencia del concreto. Así mismo se aspira realizar precedente para futuras investigaciones que tengan como fin el mejoramiento de la resistencia del concreto con adiciones innovadoras que tengan coherencia con la realidad y objetividad científica con la investigación experimental.

### **1.4.2. Justificación Teórica**

La presente investigación aportará conocimiento con el propósito de mejora y maximización de las propiedades mecánicas para un concreto, utilizando como una alternativa la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz con el fin de mejorar las resistencias del concreto. De igual manera se tendrá como fin el aporte experimental de la mezcla de adiciones innovadoras y que a su vez presenten congruencia mecánica para el concreto.

### **1.4.3. Justificación Metodológica**

La presente investigación propone una metodología experimental para el adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en las características de índole mecánicas del concreto. Así mismo, con el desenvolvimiento de esta investigación establece un conjunto de pasos acorde con la metodología experimental con el fin de aportar mayor conocimiento.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Determinar la influencia del adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en las características mecánicas del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- a) Evaluar la repercusión del adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo.
- b) Determinar la incidencia del adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo.
- c) Establecer la trascendencia del adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en la resistencia a la tracción indirecta del concreto  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Nacionales

DIAZ, Contreras R. (2022), en su investigación de grado titulada: **“Resistencia del concreto adicionando ceniza de bagazo de cañaduz y partículas de caucho reciclado Paramonga-2022”**, parte del siguiente **objetivo:** Evaluar el resultado de agregar bagazo de la cañaduz y partículas de caucho reciclado en el concreto en base de su resistencia compresiva en el distrito de Paramonga – 2022. **Metodología:** Aplicada. **Resultado:** Determinar el efecto de agregar bagazo de la cañaduz y partículas de caucho reciclado al concreto a base de su resistencia a compresiva en el distrito de Paramonga – 2022. **Conclusión:** Se concluye que reemplazando el volumen absoluto de 10%, 20% y 30% de agregado fino adicionando de ceniza bagazo de cañaduz y partículas del caucho reciclado en el concreto, se obtienen resultados diferentes a la prueba estándar. Como se puede apreciar, la resistencia de cada prueba es diferente: para el 10% es de 263kg/cm<sup>2</sup>, para el 20% es de 180kg/cm<sup>2</sup> y para el 30% es de 145kg/cm<sup>2</sup>.

SUAREZ, Peche Enrique D. (2023), en su trabajo de grado titulada: **“Evaluación de las Características Físico mecánicas del Concreto con adición de Cenizas de Bagazo de Cañaduz”**, teniendo como **Objeto del trabajo:** Determinar la caracterización física y mecánica para el concreto al que se le adiciona ceniza de cañaduz. **Método:** aplicado. **Resultados:** Las

resultantes para la caracterización física y mecánica del concreto con  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> mostraron que al ensayarlo el módulo elástico disminuyó respecto al control, excepto por la adición de 6% de CAÑADUZ que mostró que hubo una disminución. El módulo elástico aumenta aproximadamente tres días después del tratamiento. Además, después de 28 días, mostró un aumento de casi el 5% en comparación con la muestra estándar. **Conclusión:** Evaluar la caracterización física y mecánica de módulo elástico, resistencia compresiva, resistencia flexionaría y resistencia traccionaría del concreto convencional y del concreto con ceniza de caña adicionada en una proporción de 2%, 4%, 6%, 111.8%. para resistencia  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c = 280$  Kg/cm<sup>2</sup>. Se observó un aumento en las pruebas realizadas, pero en algunos casos fue independiente de la adición de caña de azúcar.

NUNTON, Jorge A.; PORTOCARRERO, Jean Pool y P. Muñoz, Sócrates (2022), en su artículo de la revisión de la literatura titulado: “**Una revisión del desenvolvimiento mecánico del concreto adicionando fibras de acero de neumáticos reciclados**”, teniendo como **objetivo:** revisar diferentes investigaciones sobre un material denominado fibras con acero de neumáticos incorporado para el concreto, que permita mejorar las características de trabajabilidad, resistencia compresiva, flexión y densidad del concreto. Utilizando como **metodología:** el uso de un material bibliográfico basado en 80 documentos que se encuentran indexados en base de datos como son ScienceDirect, EBSCO, Scopus y Web of Science (WOS), documentos que han sido publicados en los últimos siete años entre el 2015 y 2021. Teniendo como **resultado** que las fibras de acero para elaborar un concreto verde, como resultado tuvieron que al agregar 0.1% y 0.2% de fibras de acero contribuye al aumento de la resistencia compresiva, pero recomiendan que no se incorpore en grandes cantidades por que conducen al concreto a que tenga propiedades débiles a comparación de un concreto de referencia. Se tiene como **conclusión** que el uso de fibras de acero industriales o recicladas es una buena alternativa ya que desarrolla la resistencia a flexionante y mejora la curva de deformación.

MARIANO Corne, Kewin. (2019), en su trabajo de investigación de grado titulada: **“COMPARATIVA DE LAS RESISTENCIAS FLEXIONARIAS Y COMPRESIVAS DEL CONCRETO CON ADICION DE LAS CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑADUZ CON EL CONCRETO CONVENCIONAL  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ”**. Teniendo como **objetivo**: Analizar comparativamente las resistencias a compresivas y flexionantes del concreto adicionado de las cenizas de cañaduz con un concreto promedio  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ . Esta investigación desarrollo una **metodología**: Explicativa. Llegando al siguiente **resultado**: La resistencia compresiva promedio del concreto normal a 28 días de curación es de  $322.43 \text{ kg/cm}^2$ , y representa el 106.48% respecto al concreto incorporado con 5.0% de las cenizas de cañaduz con una resistencia ponderada de  $302.80 \text{ Kg/cm}^2$ . Mostrando así un decrecimiento en la resistencia en 6.48%, teniendo la siguiente **conclusión**: Los resultados obtenidos al realizar la comparativa de las resistencias compresivas del concreto con adición de 5%, 10% y 15% de las cenizas de cañaduz como cambio del cemento en cuanto al peso, se concluyó que con ninguno de los porcentajes se logró obtener resistencias mayores al concreto promedio  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  para los 7, 14 y 28 días correspondientemente, siendo estas resistencias a compresión variantes del 3.77% a 20.16% a los 7 días; 3.14% a 23.09% a los 14 días y del 6.48% a 22.21% a los 28 días, según se van incrementando los porcentajes de ceniza.

Camino, Ramiro y MUÑOZ Pérez, Sócrates, (2021), en su artículo científico titulado: **“efecto de la ceniza de bagazo de cañaduz en las características del concreto”**. Cuyo **objetivo** es: Analizar el resultado de la ceniza de cañaduz sobre las características del concreto como sustituto del cemento como concreto. En este estudio se desarrolló un **método** experimental y con los siguientes **resultados**: El aumento de ceniza de cañaduz no mejoró las características físico – mecánicas del concreto, sin embargo, la adición del 5% arrojó valores cercanos al patrón estándar en el ensayo compresivo. Para la resistencia flexionaría, la adición del 10% después de 28 días de curado fue relativa. Una mejora significativa con respecto a la mezcla estándar, se **concluyó** que para ambas construcciones el mejor porcentaje de especímenes probados en compresión fue la mezcla estándar (es decir, sin reemplazo), aunque mostró un

valor de dosis del 5% muy cercano a este con un reemplazo del 20%. dosis. Es el más desfavorable, la resistencia se reduce al 42,03%.

FARFÁN Cordoba, Marlon Gaston; PASTOR Simón, H. (2018), en su artículo científico titulado: **“Ceniza de cañaduz en la resistencia compresiva del Concreto”**, teniendo el **Objetivo de:** Analizar el resultado de la ceniza de cañaduz sobre la durabilidad de un concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, cambiando de manera parcial a la cañaduz por cemento en una proporción de 20% y 40%. Aplicando el **método** de diseño experimental únicamente con el siguiente experimento y el grupo control, utilizando 24 muestras de concreto cilíndricas con dimensiones de 15x30 cm, divididas en un grupo de control y 2 grupos para experimentar, curados por 7 y 28 días, cada grupo de 4 muestras. **Resultados:** La resistencia compresiva del hormigón decrece a causa que incrementa el constituyente de cenizas por debajo del nivel de la mezcla diseño. El concreto suplementado con alrededor de 20% de cañaduz obtuvo mejores propiedades compresivas después de 7 y 28 días de la curación, aunque en ambos casos fueron 59% inferiores al concreto estándar (control). **Concluyendo** que relación cañaduz de 20 y 40% se alcanzó una resistencia a la compresión por debajo en cuanto al diseño de 43.93% después de 7 días y 22.62% después de 28 días de curación.

TAMARA Rodríguez, Joaquín; CHAVARRY Vallejos, Carlos; CHAVARRÍA Reyes, Liliana; PEREYRA Salardi, Enriqueta; ROJAS Libia, Carlos; y BOTONERO Barrientos, Christian. (2021), en su artículo científico titulado: **“Fibra de algodón en la mejora para desenvolvimiento mecánico de los componentes estructurales de concreto”**. Teniendo como **objetivo:** dar a conocer los beneficios que aportan los sistemas compuestos de polímeros reforzados con fibra de carbono con la finalidad de mejora del desempeño mecánico para elementos estructurales de concreto. Utilizando la siguiente **metodología:** el método deductivo. Teniendo como **resultado** que los ensayos para resistencia compresiva a los 28 días en probetas sin reforzar fueron de 12MPa, y con incorporación de Polímero Reforzado con Fibra de Carbono (CFRP) al 100%, experimentó un incremento de 2,67 veces su resistencia

(32,04MPa), mientras que las probetas reforzadas al 50%, incrementan su resistencia en 1,57 veces (18,84MPa). Llegando a la siguiente **conclusión:** La aplicación de CFRP, incrementa considerablemente la resistencia compresiva y la deformación del concreto, siendo una opción viable como método de reforzamiento; así mismo, se identificó que el óptimo tratamiento para la aplicación de CFRP en la superficie estructural es el arenado y perforado ya que se tuvo una resistencia compresiva y arranque de 55 y 2,8MPa, respectivamente.

ARAUJO Bautista, Johnatan Paul. (2019), en su tesis de grado titulada: **“RESISTENCIA COMPRESIVA PARA UN CONCRETO, CON ADICION DE CENIZA DE CAÑADUZ, EN SUSTITUCION DEL AGREGADO PARCIALMENTE FINO”**, teniendo como **objetivo:** Evaluar la resistencia compresiva para el concreto, con aumento de ceniza de cañaduz para sustitución del agregado fino. Utilizando la siguiente **metodología:** Experimental. Teniendo el siguiente **resultado:** La comparativa de resistencia compresiva en base al tiempo que tendrá de curación, obteniéndose un incremento óptimo de 10.44% al compararlas con los testigos patrón y los otros testigos con un aumento de 10% de ceniza de bagazo de cañaduz en cuanto a los 14 días de curación y una decreción máxima de 14.47% en relación a los testigos patrón y los testigos con adición de 20% de ceniza de bagazo de cañaduz para los 7 días del curado. Llegando a la siguiente **conclusión:** Se logro la data para la resistencia compresiva de los testigos con aumento del 10% de ceniza de cañaduz en sustitución del agregado fino esquematizando las resistencias promedio y mostrando las gráficas de esfuerzo–deformación por cada tiempo para curación, por lo cual se obtuvo una resistencia promedio máxima de 294.74 kg/cm<sup>2</sup> en los 28 días, en correspondencia a un aumento de la resistencia compresiva del 7.10% con relación al testigo patrón.

### 2.1.2. Internacionales

MIRANDA Espitia, Angélica N. (2021), en su trabajo de grado de magister titulado: **“Desenvolvimiento Mecánico del Concreto Adicionando Fibras de origen Natural (Cañaduz) y Fibras de origen Sintético (Polipropileno)”**, teniendo como **objetivo:** Identificar el comportamiento

mecánico de una mezcla de concreto adicionado fibras de bagazo de cañaduz al 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2% y 3% con respecto al peso del agregado grueso en comparación con un concreto convencional (MR-36) y un concreto reforzado con fibras sintéticas en función a la capacidad total de la mezcla. **Metodología:** experimental, teniendo como **resultado:** la adherencia entre las fibras y los demás materiales de la mezcla evitan la falla súbita en el elemento de concreto, característica negativa que si se presenta en un concreto convencional. **Conclusión:** Se establece que los resultados obtenidos se consideran confiables para su análisis en este estudio. En el mejor escenario, para proporciones de fibras entre el 0.5% y el 1.5% se pierde hasta un 10% de la resistencia flexionaría con respecto a un concreto sin fibras.

GONZÁLEZ Moreno, Humberto Raymundo. (2020). En su trabajo de investigación doctoral titulada: “**dinámica temporal de concretos modificados con ceniza de bagazo de cañaduz, expuestos en zonas costeras: una alternativa de concreto sustentable**”, teniendo como **objetivo:** identificar la importancia del cemento en el mundo, su producción, afectación al medio y la posibilidad de sustitución por residuos industriales que vuelvan sustentable la práctica de la construcción con una **metodología** experimental. **Resultados:** tan solo con el 3% adicional de ceniza de bagazo de cañaduz alcanzó 107% la efectividad a la que fue diseñada, por ende, esos 30kg/cm<sup>2</sup> que se alcanzaron para el día 28 en comparación a los concretos de control de 408 kg/cm<sup>2</sup>. Gracias a esos aditivos se han logrado concretos en las dos últimas décadas que han repuntado la tecnología de los materiales. **Conclusión:** Los nuevos materiales se han analizado partiendo de residuos de puzolanas artificiales o naturales, no obstante, se debe de tener en cuenta que las posibilidades de usar o no un residuo depende en gran medida de la actividad puzolánica que tengan dichos materiales, además de la cantidad de material que existe, en este punto es importante hacer mención del desarrollo regional que puede llegar a tener de un sitio, es decir, factores internos y externos del mismo entorno.

PARICAHUAN Morales, B.; MUÑOZ Cueva, José. (2019), en su artículo científico titulado: “**Estudio de las características mecánicas del**

**concreto con refuerzo de fibras de cañaduz**”, teniendo como **objetivo**: Analizar las características mecánicas de un concreto con refuerzo de fibra de cañaduz. Presentando una **metodología**: Experimental. Obteniendo el siguiente **resultado**: Se observa que para los cilindros reforzados con fibras de bagazo de cañaduz para un tamaño corto, sin tratamiento y a una concentración en volumen de 2,5 % como sustitución en parte del agregado fino, ensayados para los 7 días de curación, esta resistencia se redujo a 8,72 MPa con respecto a los cilindros elaborados sin fibras mezcla patrón que proporcionaron una resistencia de 34,32 MPa estando por encima la resistencia de los cilindro sin adición de fibras. Sin embargo, esta resistencia menor, es debido a que el exceso de agua absorbida genera un sustancial incremento de volumen en las fibras, asimismo, la degradación que sufren las fibras naturales debido a la agresión química que le realiza los elementos alcalinos que se tiene en el cemento y las irregularidades del tamaño de las fibras. Teniendo como **conclusión**: Estos concretos que son reforzados con este tipo de fibras naturales con bagazo de cañaduz presentan potencial para poder ser empleados como materiales o insumos de construcción económicos, ya que su tendencia a medida que transcurre el tiempo de curado es similar a las mezclas elaboradas de manera tradicional. Las fibras naturales son materiales que actúan como una alternativa tecnológica para un amplio rango de aplicaciones donde sea requerida la detección y el monitoreo de fisuramiento.

HAFSA, Jamshaid y RAJESH KUMAR, Mishra, (2022), en su artículo científico titulado: **“Concrete previously reinforced with cellulosic fiber of natural origin Natural: Influence of the Type of Fiber and the Percentage of Load on Mechanical Wear and Water Absorption”**, teniendo como **objetivo**: Analizar la influencia del tipo de fibra y el porcentaje de carga en el rendimiento mecánico y de absorción de agua, con una **metodología** experimental, teniendo como **resultados** que la resistencia traccionaría indirecta ya la compresión de las muestras de hormigón desarrolladas con refuerzo de fibra celulósica aumentó gradualmente con el aumento de la proporción de fibras celulósicas naturales hasta el 2%. **Conclusión**: Una carga de fibras superior al 2% da como resultado una disminución de la resistencia del hormigón reforzado

con fibras naturales. Esto se atribuye nuevamente a irregularidades en la distribución de fibras y resultó en vacíos en el hormigón.

CHULLIM Tec, Dianely; IELADAQUY Tello, Alberto; TREGO Arroyo, Danna. (2019), en su artículo científico titulado: **“CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CON REEMPLAZO PARCIAL DE CENIZA DE CAÑADUZ”**, teniendo como **objetivo:** Evaluar, como caso particular, la ceniza de bagazo de cañaduz proveniente del Ingenio Azucarero “San Rafael de Pucté” como material cementante sustituto del cemento. Presentándose una **metodología:** Experimental. **Resultado:** Las propiedades mecánicas, las resultantes evidencian que el concreto realizado con una sustitución del 10.0% de ceniza cañaduz por cemento, en cuanto a resistencia mecánica, presenta un comportamiento similar al concreto de referencia, teniendo una diferencia o variación del 3%, lo cual es permisible ya que queda dentro de la tolerancia en resultados de acuerdo a la norma ASTM C-39. **Conclusión:** De acuerdo a los resultados obtenidos, Comprueban que la utilización de la ceniza de cañaduz proveniente del Ingenio Azucarero “San Rafael de Pucté”, como un sustituto variable al cemento puede tener viabilidad puesto que se obtuvieron resultados parecidos al concreto normal, y que el tamaño de partícula es determinante para obtener concretos con mayor densidad, lo cual coincide con Benttur (1993) nos aclara que el adicionado de puzolana fina a la mezcla aumentara relativamente en su densidad.

HAWIT Fernandez, Fuad; GUEVARA Ayala, Holman. (2019), en su trabajo de investigación de grado titulada: **“Desenvolvimiento Mecánico Del Concreto Hidráulico Mezclado Con Ceniza De Bagazo De Cañaduz”**, **teniendo como objetivo:** Analizar el desenvolvimiento físico mecánico en el concreto incorporando ceniza de bagazo de cañaduz mediante la creación de cilindros según norma ASTM C-39 y la elaboración de vigas para medir su resistencia a flexión según norma ASTM C-78. **Metodología:** Cuantitativa. **Resultado:** Se puede observar que el menor módulo de ruptura recomendado es de 597.4 Psi, en las pruebas realizadas el mayor módulo de ruptura obtenido fue

de 297.48 Psi, esto equivale solamente al 49.8% de resistencia alcanzado para dicha mezcla. **Conclusión:** Se llegó a la determinación que, agregar ceniza de bagazo de cañaduz en un determinado porcentaje, ayuda al concreto a tener una mayor resistencia compresiva y flexionaría.

Zhea, J. A., Lopez, A., Hernandez, D., Mandujano, J. E., Cabrera, J. A. (2023), en su artículo científico titulado: **“Comportamiento del adicionado de ceniza de bagazo de caña como filler para producción de concretos que son autocompactantes”**, teniendo como **objetivo:** Evaluar el desempeño de la influencia de ceniza de cañaduz como filler para mezclas de concreto autocompactante, adicionando 0.0%, 5.0%, 10.0%, 15.0%, 20.0% y 25.0% con respecto al peso del cemento. **Metodología:** Experimental. **Resultado:** La resistencia compresiva en cuanto al tiempo de 7, 14, 28, 56, 90, 180 y 360 días para todas las combinaciones, se puede evidenciar que la resistencia compresiva de las combinaciones con 10.0%, 15.0% y 20.0% de ceniza de cañaduz tuvieron resultantes con resistencias mayores a la mezcla patrón y también resultó fluida, a pesar de ello el uso de materiales con propiedades puzolánicas podría generar una decreción de la resistencia a 28 días. **Conclusión:** El actual tema investigativo sostiene que es posible diseñar un concreto con insumos de origen natural de la región añadiendo un desecho de origen agroindustrial como la ceniza de cañaduz con dosificaciones de 10.0%, 15.0% y 20.0%, los que tienen el cumplimiento mayormente con los estándares de trabajabilidad relevantes como lo son: la capacidad de relleno, la capacidad de mantener paso y la resistencia segregativa.

RODRIGUEZ Correa, Alvaro; HERNADES Cortes, Andres. (2021), en su tesis de grado titulada: **“EVALUACION DE LOS EFECTOS DE LA ADICION DEL BAGAZO DE CAÑADUZ SOBRE LAS CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO”**, teniendo como **objetivo:** Evaluar los efectos de la adición del bagazo de cañaduz sobre las propiedades físico-mecánicas del concreto hidráulico. Teniendo como **metodología:** Experimental. Y llegando al siguiente **resultado:** A medida que se presenta un aumento de la adición del bagazo de

cañaduz en la matriz de concreto, ocurre una disminución de la resistencia a los esfuerzos mecánicos y en la densidad de este, tal como se muestra en la investigación realizada por Osorio et al, (2007), luego de realizar los ensayos compresivos, fraccionarios y flexionarios, los investigadores obtuvieron una mayor resistencia a la compresión en la muestra cuya fibra paso por el tamiz N°6 y tenía un porcentaje fibra vegetal del 0.5 % , esta muestra aumento su resistencia promedio en un 7.5 % en comparación a la muestra patrón, debido a esto los investigadores obtuvieron que el porcentaje de fibra vegetal adicionado es inversamente proporcional a la resistencia a los esfuerzos mecánicos del concreto. Y teniendo la siguiente **conclusión:** La implementación de aditivos plastificantes o súper plastificantes se torna necesario al momento de realizar concretos o morteros con adiciones de fibra vegetal, ya que dichas fibras tienden a reducir la manejabilidad de la mezcla en estado fresco, esto debido a que generalmente las fibras vegetales poseen un alto % de absorción, el cual varía dependiendo del tipo de fibra, en el caso del bagazo de cañaduz al ser un material bastante poroso su porcentaje de absorción tiende a ser alto, esto se puede evidenciar en la presente investigación hecha por Olutoge et al, (2015), en la cual se utilizó bagazo de cañaduz como fibro refuerzo en el concreto, en esta se utilizaron porcentajes del 0.5 %, 0.75 %, 1 % y 1.25 % de adicción de fibra natural a la matriz de concreto.

## **2.2. Bases Teóricas o Científicas**

### **2.2.1. El Concreto**

Es un componente mezclado, el cual está hecho a base de un aglomerante dentro del cual están captadas las partículas y/o fragmentos granulares como lo son el concreto u hormigón hidráulico, el aglomerante en mención que forma el concreto está formado por una mezcla de cemento hidráulico y agua.

Entonces podemos decir que el concreto yace de un producto no natural que esta constituido por un componente ligante nombrado pasta y dentro de este se encuentran embebidas partículas también ligadas granulares que tienen por nombre agregados. La combinación de estos es la pasta que es la resultante de la combinación química de un material cementante con agua.

Material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade áridos (agregado), agua y aditivos específicos (Heyman 2001). “**La ciencia de las estructuras**”.

El concreto es una materia que es hecha básicamente de agua, los agregados (grava y arena), material cemento y aire, gana resistencia después de un cierto tiempo de reacción con el agua. Aunque actualmente se les puede agregar otro ingrediente dependiendo su disposición final y el factor del tiempo, los denominados aditivos. (Choisy 1999).

La primordial propiedad estructuralmente hablando del concreto es que resiste de manera efectiva a los esfuerzos compresivos, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tensión, flexión, cortante, etc.), por este motivo es habitual usarlo asociado al acero, recibiendo el nombre de concreto armado, teniendo en conjunto un comportamiento muy favorable ante las diversas sollicitaciones a las que será sometido en la práctica. (James 2006)

En otro orden de ideas, la palabra concreto es un adjetivo calificativo que nos indica que a lo que se le aplica es sólido, definido y lo suficientemente establecido para no ser derribado por algún objeto de menor o igual dimensión o poder. Concreto sería en este caso, el antónimo de abstracto, cuando una idea es concreta, es porque ya se ha realizado todo el proceso de análisis y revisión de posibilidades para que sea viable, mientras que una idea abstracta no tiene el soporte suficiente lo que permite que otras la ataquen (Yirda 2021).

### **2.2.2. Dosificación óptima del concreto**

La parte principal en toda actividad relacionada al vaciado de concreto es la correcta dosificación la cual permite aclarar el tipo de concreto que se tendrá, para que sus características como pueden ser la resistencia a diferentes esfuerzos y la durabilidad ante diversas situaciones, respondan a condiciones básicas y que estas se encuentren dentro del reglamento, así pues, la dosificación óptima será la que mejor combine los agregados e insumos en obra.

**Tabla 1.** *Proporciones usualmente utilizadas en construcciones.*

f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	a/c	Slump (pulg)	Tamaño Agregado (pulg)	Dosificación en volumen	MATERIALES POR M <sup>3</sup>			
					Cemento (bolsas)	Arena (m <sup>3</sup> )	Piedra (m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> )
140	0,61	4	3/4	1 : 2,5 : 3,5	7,01	0,51	0,64	0,184
175	0,51	3	1/2	1 : 2,5 : 2,5	8,43	0,54	0,55	0,185
210	0,45	3	1/2	1 : 2 : 2	9,73	0,52	0,53	0,186
245	0,38	3	1/2	1 : 1,5 : 1,5	11,50	0,50	0,51	0,187
280	0,38	3	1/2	1 : 1 : 1,5	13,34	0,45	0,51	0,189

FUENTE: Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).

### 2.2.3. Relación agua – cemento.

El punto inicial en cuanto a dosificaciones para concretos de diferentes resistencias se estableció a partir del profesor Abrams, del Instituto Lewis y se le es conocido como la ley primordial y principal en cuanto a la relación agua-cemento, es definida para mezclas ya plastias que tengan agregados limpios y presenten buena calidad. Su función principal es dar la relación coherente y precisa para condiciones en obra en las cuales se necesitan las cantidades de agua en relación al mezclado por unidad básica de cemento. (Bailon 1983).

### 2.2.4. Propiedades generales del concreto

Las características del concreto de cemento Portland pueden variarse en un grado considerable, mediante el control de sus ingredientes. Por ejemplo, el concreto para una estructura de un edificio puede poseer alta resistencia compresiva, ya que el concreto para una cortina de presa debe ser durable y hermético y la resistencia relativa puede ser pequeña (Merrit, 1992).

### 2.2.5. La trabajabilidad del concreto

Se presenta como una característica relevante en cuanto a muchas aplicaciones para el concreto. En esencia, es la facilidad con la cual pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con ínfimo decrecimiento en homogeneidad. En cuanto al asentamiento se coloca un espécimen o probeta de la mezcla en un molde de forma troncocónica,

de 12 pulg de altura, con base de 8 pulg y parte superior de 4 pulg de diámetro. (Especificación ASTM C 143.) Cuando se quita el molde se mide el cambio en la altura de la probeta. Cuando la prueba se efectúa de acuerdo con la especificación ASTM, el cambio en la altura se considera como revenimiento (Troxell, et. al., 1968). Trabajabilidad es la facilidad de colocar, consolidar y acabar al concreto recién mezclado. El concreto debe ser trabajable pero no se debe segregar ni sangrar excesivamente (Kosmatka y Panarese, 1992).

#### **2.2.6. La durabilidad**

Es otra importante característica del concreto. Este debería ser idóneo para aguantar la intemperie y también la acción de productos químicos y desgastes, en los cuales deberá someterse el servicio. Una gran parte del perjuicio por intemperie sufridos por el concreto pueden deberse a los periodos de congelación y deshielo (Troxell, et. al., 1968).

#### **2.2.7. La impermeabilidad**

Esta es una característica relevante para el concreto ya que puede mejorarse, frecuentemente, disminuyendo la cantidad de agua en la mezcla, ya que el exceso de agua puede dejar vacíos o poros y cavidades luego del proceso de evaporación y, si están interconectados, el agua puede entrar o atravesar el concreto (Troxell, et. al., 1968).

#### **2.2.8. El cambio en volumen**

Otra característica del concreto que se debe tener en cuenta. La expansión debida a las reacciones químicas entre los ingredientes del concreto puede ocasionar pandeo y la contracción indirecta al secarse puede ocasionar grietas (Waddell, 1968).

#### **2.2.9. La resistencia del concreto**

Es una propiedad del concreto que, que casi siempre, es nativo de preocupación. Por lo general, se determina por la resistencia final de una probeta

en compresión; pero, en ocasiones por la capacidad de flexión o de tensión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia compresiva para 28 días es la medida más común de esta propiedad (Waddell, 1968). Esta se define como la capacidad máxima resistente medida de un testigo de concreto o de mortero en cuanto a la carga axial. Frecuentemente es expresada en la unidad de medida de kilogramos sobre centímetro cuadrado para una edad de 28 días y presenta el símbolo  $f'c$  (Kosmatka y Panarese 1992).

#### **2.2.10. El escurrimiento plástico**

Es una deformación que ocurre con carga constante durante largo tiempo. La deformación del concreto continúa, pero con una rapidez que disminuye con el tiempo. Es, más o menos, proporcional al esfuerzo con cargas de trabajo y aumenta cuando se incrementa la proporción agua-cemento; disminuye cuando aumenta la humedad relativa (Orchad, et. al., 1976).

#### **2.2.11. La Hermeticidad**

Hace referencia a la característica del concreto de contener o también retener los líquidos (Agua) sin posibles escapes que puedan ser visibles (Kosmatka y Panarese 1992).

#### **2.2.12. La Permeabilidad**

Esta propiedad hace referencia a la cantidad de migración de líquidos (Agua) por medio del concreto cuando el líquido se encuentra bajo presión, o a la característica del hormigón oponer resistencia a la penetración de agua u otras sustancias líquidas (Kosmatka y Panarese 1992).

#### **2.2.13. Cemento Portland**

Nos referimos al cemento cuando decimos que es un aglomerante formado a en base de una combinación de calizas y arcillas quemadas o calcinadas y luego molidas, que presenta la característica de endurecerse

después de haber estado en pleno contacto con el agua. El producto resultante de lo molido de estas rocas es llamado clinker y se transforma en cemento cuando es agregado de una ínfima cantidad de yeso para evitar la contracción de la mezcla al fraguar cuando se le añade agua y endurecerse posteriormente. En combinación de agregados de origen pétreo (Arena y Grava) y añadiendo agua, se puede crear una combinación uniforme, que también es maleable y plástica que fragua y puede endurecerse, ganando así consistencia pétreo, reconociéndose, así como concreto u hormigón.

#### **2.2.14. Los Agregados**

Los agregados deben su nombre debido a que son un material de tipo granular resultante del proceso de disgregación y desgaste de las rocas y que también se pueden tener mediante trituración de estas. Para fabricar concretos, los agregados que son comúnmente utilizados se clasifican en base al tamaño de sus partículas, y son llamados agregado fino y agregado grueso respectivamente (Rivva Lopez, 2000).

Los agregados de construcción son materiales granulares que se utilizan en la construcción de edificios, carreteras, puentes y otras estructuras. Asimismo, son esenciales para brindar resistencia y durabilidad a las estructuras, además de mejorar la apariencia y proporcionar una superficie de trabajo adecuada. Por último, los agregados de construcción afectan directamente la calidad del concreto. Por lo tanto, es esencial asegurarse de que cumplan con las normas y especificaciones técnicas requeridas para garantizar la calidad y la durabilidad de las estructuras construidas (Posadainfo, 2022).

#### **2.2.15. Normas para la calidad de los Agregados**

“Las normas de calidad de los agregados de construcción son importantes para garantizar que los insumos utilizados en materia de construcción cumplan con los estándares necesarios con el fin de garantizar

la seguridad y la durabilidad de las estructuras. Algunas de las normas más importantes son” (Posadainfo, 2022):

- **ASTM C33:** Esta norma establece los requisitos para agregados ya sean gruesos y/o finos utilizados en la fabricación de concreto. Los criterios establecidos incluyen la gradación, la forma, la limpieza y la resistencia a la abrasión (ASTM C33, 2016).
- **ASTM C136:** Esta norma establece los requisitos para la determinación del tamaño de partículas de los agregados ya sean gruesos y/o finos. Se utiliza para determinar la gradación de los agregados y asegurar que se pueda cumplir con las exigencias establecidas en la normativa ASTM C33 (ASTM C136, 2001).
- **ASTM C29:** Esta norma establece los requisitos para determinar la densidad, la absorción y la humedad de los agregados finos y gruesos. Estos criterios son importantes para garantizar la calidad de los agregados y su compatibilidad con el concreto y el mortero (ASTM C29, 1997).
- **NTP 400.011:** Esta norma técnica peruana establece los requisitos para los agregados en la construcción. Define los criterios de calidad para los agregados ya sean finos y/o gruesos, incluyendo la forma, la densidad, la limpieza, la absorción y la resistencia a la abrasión (NTP 400.011, 2008).

#### **2.2.16. El agua**

El agua es un componente clave de un proyecto de construcción y se utiliza como parte del fluido para la excavación y los cimientos, como medio de refrigeración de las máquinas y como medio de limpieza. En muchos casos, también aparece como resultado de la lluvia y la filtración de efluentes. En cualquier caso, debe gestionarse adecuadamente para optimizar su consumo y garantizar que no perjudique al medio ambiente (BESCO, 2023).

#### **2.2.17. Requisitos de calidad del agua**

El agua que será utilizada para la preparación y curación del concreto deben de tener con ciertos requisitos de la norma (NTP 334.086/ASTM C1603).

**Tabla 2.** *Limites químicos permisibles para la utilización del agua de mezcla.*

REQUISITOS DE CALIDAD DE AGUA		
Consistencia	Limite	Método de Ensayo
Cloruro Cl	500 - 1000	NTP 334.086
Sulfatos SO	3000	NTP 334.087
Álcalis (NaO, K, O)	600	NTP 334.088
Solidos totales por masa	50000	ASTM C1603

FUENTE: Elaboración propia.

La (NTP 339.088), en su ítem 5.2, señala que se podrá permitir la utilización del agua potabilizada sin necesidad alguna de realizar los ensayos correspondientes.

### 2.2.18. Fibra de algodón

El algodón es una fibra textil de origen vegetal producida por una familia de plantas del género *Gossypium* y a la familia de las malváceas, conocidas como algodones, algodones o plantas de algodón. Esta fibra crece en diferentes proporciones y longitudes alrededor de las semillas de la planta y es aprovechable para el proceso industrial de fabricación de telas, siendo hoy en día la fibra natural más importante del mundo. El algodón está compuesto por celulosa pura, un biopolímero compuesto por moléculas de glucosa, que surge en forma de motas blancas de tejido suave, esponjoso, sumamente permeable al aire, por lo que absorbe rápidamente la humedad. Esto la hace idónea para tejidos en climas cálidos y húmedos, que resultan livianos, fáciles de lavar y confortables (Sauer, 2017).

Una de las principales zonas productoras de cáñamo, sisal y algodón textil es Latinoamérica, en concreto, países como Argentina, Brasil o Colombia. En estos países, la mayor parte de los residuos se desechan y acumulan, con el consiguiente impacto medioambiental que ello conlleva. Así, la utilización de fibras vegetales procedentes de estos residuos como material de refuerzo contribuye a reducir la cantidad de residuos, y por ende su incidencia en el entorno, pero también al desarrollo de aquellas zonas de los países citados donde se encuentran estos cultivos (Huckell, 1993).

### 2.2.19. Composición Química de la fibra de algodón

Las fibras son unas excrecencias epidérmicas o tricomas, por lo tanto, no presentan lignificación y no pueden ser consideradas como verdaderas fibras a pesar de que se utilice esta denominación. Estos pelos tienen la forma de un tubo aplanado y presentan una estructura formada por una cutícula compuesta por una mezcla de cutina y pectina, una capa externa de celulosa, una capa de depósitos secundarios casi totalmente compuesta por celulosa, unas paredes que rodean la cavidad central en forma de espiral llena de una sustancia nitrogenada. La composición química de la fibra de algodón es de un 94% de celulosa, un 1,23% de proteínas, un 1,2% de sustancias pépticas, un 1,2% de materias minerales, un 0,6% de cera, un 0,3% de azúcar, y el resto por otros elementos (Sauer, 2017).

**Tabla 3.** *Análisis de la composición química de la fibra de algodón.*

COMPOSICION QUIMICA	PORCENTAJE
Celulosa	94.00%
Proteínas	1.23%
Sustancias Pépticas	1.20%
Materias minerales	1.20%
Cera	0.60%
Azúcar	0.30%
Otros Elementos escasos	1.47%

FUENTE: Elaboración Propia.

### 2.2.20. Función en la construcción

Su principal función, en la construcción, es como aislante térmico. Se produce con restos reciclados de tejidos de algodón, y suele fabricarse en forma de manta o panel semirrígido que se coloca en el hueco entre tabiques, falsos techos o bajo la tarima del suelo. Y es que este material también es una buena alternativa para optar por un hogar más sano y respetuoso con el medioambiente, y aunque su uso en la arquitectura sea mayoritariamente como aislante térmico (ARQUITECTURA SOSTENIBLE, 2021).

### **2.2.21. La cañaduz**

El mayor productor de caña en el mundo es Brasil, donde, de acuerdo con la data accesible, en el 2008 fueron generadas más de 568 MT de cañaduz para la producción de alcohol (aproximadamente 27000 millones de litros) y azúcar (aproximadamente 32 millones de toneladas) (FRIAS, 2020).

La cañaduz en nuestro país es cultivada tanto en la costa como en la sierra y selva ya que se siembra y cosecha durante todo el año. El mayor uso industrial de la cañaduz es abocado para la producción de azúcar refinada. Por su parte en el país las hectáreas sembradas con caña corresponden el 65 % a los 10 ingenios azucareros y el 35 % restante a los sembradores particulares. La producción nacional en el período 1990 - 2001 se ha venido recuperando llegando a tener un nivel de aproximadamente 6 millones de TM. La recuperación es más notoria a partir de 1997. La superficie cosechada con cañaduz creció levemente pasando de 48 a 60 mil hectáreas tanto en empresas como en sembradores siendo más significativa en estos últimos (MINAGRI 2015).

### **2.2.22. Constitución Química de la cañaduz**

En términos generales, la constitución química de la cañaduz es la resultante de la integración e interacción de varios factores que intervienen en forma directa e indirecta sobre sus contenidos, variando los mismos entre lotes, localidades, regiones, condiciones del clima, variedades, edad de la caña, estado de madurez de la plantación, grado de despunte del tallo, manejo incorporado, periodos de tiempo evaluados, características físico-químicas y microbiológicas del suelo, grado de humedad (ambiente y suelo), fertilización aplicada, entre muchos otros (Meade y Chen, 1977).

**Tabla 4.** *Análisis de la constitución química para la ceniza cañaduz.*

COMPOSICION QUIMICA	PORCENTAJE
Oxido de Silicio (Si O <sub>2</sub> )	77.59%
Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	8.90%
Oxido de Calcio (Ca O)	2.95%
Oxido de Aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.52%
TAN 3	2.08%
Oxido de Magnesio (Mg O)	1.67%
Oxido de Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.63%
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1.24%
Oxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	0.450%
Oxido de Manganeso (MnO)	0.45%
Cloruro (cl)	0.33%
Oxido de Titanio (TiO <sub>2</sub> )	0.13%
zinc	0.09%
Pérdida por ignición	5.06%

FUENTE: Elaboración propia.

**Ilustración 1.** *Ceniza de cañaduz.*

### 2.2.23. Ventajas de la utilización de cañaduz

El bagazo de caña es ideal debido a su fácil y constante obtención a partir de la abundante cantidad de cultivos de caña. Con el uso directo del bagazo son reducidos los costos de transformación y pretratamiento correspondientes a la utilización de sus derivados. Con modificaciones y procesos de fabricación

apropiados, el bagazo de caña aporta mejoras en las características mecánicas: resistencia a la tensión, a la flexión, dureza y resistencia al impacto para materiales compuestos. La celulosa y lignina presentes en el bagazo pueden mejorar el reforzamiento en la fabricación de materiales compuestos (TRUPAL 2021).

#### **2.2.24. La ceniza de cañaduz**

La cañaduz en cuanto a utilización de su ceniza en el sector constructivo, cada vez mas adquiere mayor fuerza, puesto que parece ser un subproducto industrial que pueda ser capaz de sustituir relativamente al cemento y asi contribuir en la deprecion de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>) los cuales son generados en producciones de cemento, también presenta beneficios monetarios económicamente hablando y medioambientes. La ceniza cañaduz muestra en cuanto a su composición química el oxido de Silicio que es apto para poder reaccionar con otras composiciones y hacerlas mejorar en cuanto a características físico mecánicas se refiere, además mejora la durabilidad del concreto y refiere su empleabilidad y utilidad para bloques de suelo que pueden ser compactados y aumentar su resistencia compresiva y su durabilidad permanente. (DICYT 2014).

#### **2.2.25. La calcinación**

La calcinación es un proceso en el que una muestra sólida se somete a altas temperaturas en presencia o ausencia de oxígeno. En química analítica es uno de los últimos pasos del análisis gravimétrico. La muestra puede ser por lo tanto de cualquier naturaleza, inorgánica u orgánica; pero en especial, se trata de minerales, arcillas, u óxidos gelatinosos. Cuando la calcinación se realiza bajo corrientes de aire, se dice que ocurre en una atmósfera oxigenada; tal como simplemente calentar un sólido con fuego producto de la combustión en espacios abiertos, o en hornos a los cuales no se les pueda aplicar vacío (Bolívar 2019).

### **2.2.26. Proceso de calcinación**

Es tan estrecha la relación entre el tratamiento térmico de la piedra caliza y el término calcinación, que de hecho no es raro suponer que dicho proceso aplica únicamente para compuestos de calcio; sin embargo, esto no es cierto. Todos los sólidos, inorgánicos u orgánicos, pueden calcinarse siempre y cuando no se fundan. Por lo tanto, el proceso de calentamiento debe darse por debajo del punto de fusión de la muestra; a menos, que se trate de una mezcla donde unos de sus componentes se fundan mientras los otros permanecen sólidos. El proceso de calcinación varía en función de la muestra, las escalas, el objetivo y calidad del sólido después de su termo tratamiento. Este puede de manera global dividirse en dos tipos: analítico e industrial (Lifeder 2019).

### **2.2.27. Finalidad de la calcinación**

Hay unas pocas finalidades más para las que se emplea la calcinación en casos especiales (por ejemplo, el carbón animal). Las reacciones de calcinación pueden incluir disociación térmica, incluyendo la destilación destructiva de los compuestos orgánicos (es decir, calentar un material rico en carbono en ausencia de aire u oxígeno, para producir sólidos, líquidos y gases). Ejemplos de otras reacciones de calcinación son la concentración de alúmina calentando bauxita, cambios de estado polimórficos como la conversión de anatasio en rutilo, y las recristalizaciones térmicas como la desvitrificación del cristal. Se suelen someter a procesos de calcinación materiales como los fosfatos, la alúmina, el carbonato de manganeso, el coque de petróleo y la magnesita marina (LUMITOS 2022).

## **2.3. Marco Conceptual**

### **2.3.1. La granulometría**

La granulometría es el estudio de la distribución estadística de los tamaños de una colección de elementos de un material sólido fraccionado o de un líquido multifásico. El análisis granulométrico es el conjunto de operaciones

cuyo fin es determinar la distribución del tamaño de los elementos que componen una muestra (Detloff 2007).

### **2.3.2. Tamizado**

El tamizado (o cribado) es un método simple que permite separar partículas de diferentes tamaños al pasarlas a través de un tamiz (un filtro con malla de alambre) o colador fino. Durante este proceso, las partículas pequeñas pasan por los orificios del colador y las de mayor tamaño quedan retenidas (Coluccio 2022).

### **2.3.3. Tamaño de la partícula**

El tamaño de partícula es una noción introducida para comparar dimensiones de partículas sólidas (manchas), partículas líquidas (gotitas) o partículas gaseosas (burbujas). La noción de tamaño de partícula se aplica a: partículas coloidales, partículas en ecología, partículas presentes en material granular (ya sea en el aire o no) y partículas que forman un material granular (Lyklema 1995).

### **2.3.4. La resistencia a la compresión**

Es la propiedad de carácter mecánico principal del hormigón. Es definido como la facultad para aguantar un peso en base a unidad por área, se manifiesta en de esfuerzos, comúnmente en Kg/cm<sup>2</sup>, Mpa y en ocasiones frecuentes en libras sobre pulgada cuadrada (psi). Las resultantes de las pruebas de resistencia compresivas, se usan principalmente en catalogar que la mezcla de hormigón o concreto suministrada tenga que cumplir con los requisitos de la resistencia específica ( $f'c$ ) para una estructura determinada (CEMEX 2019).

### **2.3.5. Resistencia a flexión**

La resistencia flexional, es también llamada como el módulo de rotura, o resistencia flexurante, presenta una característica material que es explotada como esfuerzos ocasionados justo antes de la sedición para una prueba

flexionante. En mayores oportunidades se emplea la prueba flexionante de manera transversal, mediante la cual un testigo de área circular o rectangular presenta una curva hasta que se rotura o rompe al verse sometida a una prueba tripartita (Ashby 2011).

#### **2.3.6. Resistencia a la tracción indirecta**

La resistencia traccionaría del concreto presenta una forma de comportamiento de gran relevancia en cuanto a el diseño y para el control de calidad para diversos tipos de obras y particularmente para estructuras de índole hidráulico y pavimentación. Sin embargo, en razón de que los métodos de ensayo a tracción aparecen tardíamente, en la década de los cincuenta, la resistencia compresiva mantiene su hegemonía como señalizador para la calidad, principalmente por el largo tiempo de aplicación que ha permitido acumular valiosa experiencia (ICG, 1994).

#### **2.3.7. Asentamiento**

El asentamiento es la medida que da la facilidad de trabajo o consistencia para el concreto u hormigón. En otras palabras, mide la facilidad del hormigón para empujar, moldear y alisar. En consecuencia, la calificación de asentamiento indica qué aplicación de hormigón es buena para la construcción. Cuanto mayor sea el asentamiento, lo más viable es el hormigón (Thompson 2021).

## CAPITULO III

### HIPOTESIS

#### 3.1. Hipótesis General

La adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz influye en la mejora de las propiedades mecánicas del f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo.

#### 3.2. Hipótesis Especificas

- a) La adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz repercute en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo.
- b) La adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz incide en la mejora de la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo.
- c) La adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz trasciende en la mejora de la resistencia a la tracción del concreto f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo.

#### 3.3. Las Variables

##### 3.3.1. Definición conceptual de las Variables

###### **Fibra de algodón**

El algodón es una fibra textil natural con procedencia vegetal, que se obtiene a partir de la planta del algodón: cuando el fruto alcanza la madurez, las semillas están rodeados por una pelusa blanca espesa que se extrae por el proceso de hilatura. La fibra de algodón también puede ser sometida a diferentes intervenciones, como el peinado, que aumenta la resistencia y le da al hilo un aspecto brillante y poco peludo; la mercerización que hace que sea más brillante y listo para el teñido. Posteriormente, los hilos se unen por medio de la torsión, el proceso que crea el hilo. (7camicie 2016)

### **Ceniza de cañaduz**

La ceniza cañaduz, es la resultante de la calcinación del bagazo de caña en hornos a temperaturas sobre los 200 °C. Así pues, es clasificado como residuo que es derivante de un proceso industrializado para obtención de cañaduz, siendo las cenizas lo restante del consumo del mismo. La ceniza de este producto presente un color gris claro proveniente de la combustión completa de su materia prima.

### **Propiedades mecánicas del concreto**

Conocidas como la capacidad que tiene un concreto para aguantar un peso o carga determinada en base a unidad por área y entorno a la dirección o sentido que sea sometido, generalmente se expresa en Kg/cm<sup>2</sup> o Mpa según sea el sistema métrico utilizado. La resistencia del concreto va a depender de múltiples variables, no es un dato preciso, pero nos ayudará mucho para evitar varios problemas estructurales a futuro. (McCormac y Russell 2017)

#### **3.3.2. Definición operacional de las variables**

**Variable independiente(x):** Fibra de algodón y ceniza de cañaduz: Materia prima de origen vegetal en estado natural que será adicionado en porcentajes (0%, 2 %, 4%, 6%), en combinación con un material que proviene de la calcinación de cañaduz a temperatura que supera los 400°C respectivamente, que será utilizado en porcentajes sustituyentes al cemento (0%, 2%, 4%, 6%) debidamente caracterizados por su granulometría y densidad.

**Variable dependiente(y):** Propiedades o características mecánicas del concreto: Caracterizara a la compresión, también a la flexión y a la tracción de manera indirecta del concreto endurecido al tiempo de 7, 14 y 28 días en especímenes cilíndricos de 4" y 8".

### 3.3.3. Operacionalización de variables

Tabla 5. Operacionalización de Variables.

Variables	Definición Conceptual	Sub Variables o Dimensiones	Indicadores	Unidad
Variable Independiente: <b>Fibra de algodón y Ceniza de cañaduz</b>	<b>Fibra de algodón:</b> El algodón es una fibra textil natural de origen vegetal, obtenida a partir de la planta del algodón: cuando el fruto alcanza la madurez, las semillas están rodeados por una pelusa blanca espesa que se extrae por el proceso de hilatura (7camicie 2016). <b>Ceniza de cañaduz:</b> La ceniza cañaduz, es la resultante de la calcinación del bagazo de caña en hornos a temperaturas sobre los 200 °C. Así pues, es clasificado como residuo que es derivante de un proceso industrializado para obtención de cañaduz, siendo las cenizas lo restante del consumo del mismo.	Porcentaje (Combinación de fibra de algodón y ceniza de cañaduz)	- 0%	Porcentaje (%)
			- 4% (2 % adición de fibra de algodón + 2% de sustitución de ceniza de cañaduz)	
			- 8% (4 % adición de fibra de algodón + 4% sustitución de ceniza de cañaduz)	
			- 12% (6 % adición de fibra de algodón + 6% sustitución de ceniza de cañaduz)	
Variable Dependiente: <b>Propiedades mecánicas del Concreto</b>	Conocidas como la capacidad que tiene un concreto para aguantar un peso o carga determinada en base a unidad por área y entorno a la dirección o sentido que sea sometido, generalmente se expresa en Kg/cm <sup>2</sup> o Mpa según sea el sistema métrico utilizado (McCormac y Russell 2017).	Resistencia a la compresión.	7 días 14 días 28 días	Kg/cm <sup>2</sup>
		Resistencia a la flexión.	7 días 14 días 28 días	Kg/cm <sup>2</sup>
		Resistencia a la tracción.	7 días 14 días 28 días	Kg/cm <sup>2</sup>

FUENTE: Elaboración propia.

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Método de Investigación**

Se empleo el método científico, siguiendo los pasos de: observación, medición, experimentación de las muestras aleatorias y emisión de resultados, con el fin de adquirir conocimientos nuevos que beneficien a nuestra sociedad, en especial al sector de la construcción civil (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

#### **4.2. Tipo de Investigación**

El actual trabajo investigativo empleo un tipo de investigación aplicada, ya que tiene por objetivo solucionar una determinada problemática o un planteamiento problemático específico, fijado en la búsqueda y conjunción de conocimiento para su debida aplicación y con fines de enriquecimiento del desarrollo cultural y también científico (DuocUC 2022).

#### **4.3. Nivel de Investigación**

Se emplea un nivel de investigación en primera instancia descriptivo y luego se irá ampliando con un nivel explicativo. Según (Arias 2021), la investigación descriptiva analiza las características de una población o fenómeno sin entrar a conocer las relaciones entre ellas. Por otro lado (Wynarczyk 2001), el nivel de

investigación explicativo verifica si una teoría funciona al contrastarla con los hechos empíricos.

La presente investigación espera estudiar el problema a mayor profundidad y entender el fenómeno de forma eficiente para ello es necesario adaptarse a los nuevos descubrimientos y nuevos conocimientos del tema.

#### 4.4. Diseño de la Investigación

El diseño a utilizar será del tipo cuasi-experimental, puesto que, es un plan de trabajo con el que se pretende estudiar el impacto de los tratamientos y/o los procesos de cambio en situaciones donde los sujetos o unidades de observación no han sido asignados de acuerdo con un criterio aleatorio (Arnau 1995).

Gc	-	O
Ge	X	O1

**Gc:** Grupo control.

**Ge:** Grupo experimental.

**-:** Sin estímulo.

**X:** Estimulo.

**O:** Resultado grupo control.

**O1:** Resultado grupo experimental.

#### 4.5. Población y muestra

##### 4.5.1. Población

La población está conformada por 108 especímenes de 4" \* 8" de concreto con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Tabla 6. Cantidad de muestra.

ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO	UND	DIMENSIÓN	CANTIDAD
DISEÑO PATRON F' <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup>	Ensayo de compresión	7 días	Espécimen	4" * 8"	3
		14 días	Espécimen	4" * 8"	3
		28 días	Espécimen	4" * 8"	3
	Ensayo de flexión	7 días	Espécimen	4" * 8"	3
		14 días	Espécimen	4" * 8"	3
		28 días	Espécimen	4" * 8"	3
	Ensayo de tracción	7 días	Espécimen	4" * 8"	3
		14 días	Espécimen	4" * 8"	3
		28 días	Espécimen	4" * 8"	3
DISEÑO PATRON F' <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> + FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ (4%, 8% y 12%)	Ensayo de compresión	7 días	Espécimen	4" * 8"	9
		14 días	Espécimen	4" * 8"	9
		28 días	Espécimen	4" * 8"	9
	Ensayo de flexión	7 días	Espécimen	4" * 8"	9
		14 días	Espécimen	4" * 8"	9
		28 días	Espécimen	4" * 8"	9
	Ensayo de tracción	7 días	Espécimen	4" * 8"	9
		14 días	Espécimen	4" * 8"	9
		28 días	Espécimen	4" * 8"	9
<b>TOTAL</b>					<b>108</b>

FUENTE: Elaboración propia.

#### 4.5.2. Muestra

Es igual a la población (censal).

#### 4.6. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Las técnicas e instrumentos que serán utilizadas en la actual investigación describirán el proceso integro de la investigación que parte de la problemática antes encontrada y de cómo esta será abarcada por partes, para lo cual se requerirá de pasos a detalle y normativa vigente, así como también trabajo de gabinete y

trabajo de campo. De igual forma la parte final de la recopilación de datos será de gran relevancia para el análisis, discusión y resultados finales.

#### 4.6.1. Técnicas

**Observación directa:** Es un método de recolección de datos que consiste básicamente en observar el objeto de estudio dentro de una situación particular. Todo esto se hace sin necesidad de intervenir o alterar el ambiente en el que se desenvuelve el objeto. (Reyes 2013)

La observación directa llega a ofrecer una ventaja con las que no cuentan otros métodos para la recolección de los datos, es la que hace posible estudiar la interacción de grupos numerosos sin que sea necesario el aumento de la cantidad de observadores. (OKDIARIO 2019)

**Análisis documental:** Se refiere a un conjunto de operaciones encaminadas a representar un documento y su contenido bajo una forma diferente de su forma original, con la finalidad posibilitar su recuperación posterior e identificarlo. (Biggia 2014)

Se realiza con el fin de sistematizar documentos para posteriormente poder analizarlos y valerse de dicha información ya procesada, se puede partir de revisiones bibliográficas, artículos de interés, revistas, opinión de especialistas, entre otros.

Para la presente investigación se realizó la búsqueda de información nacional e internacional mediante el marco teórico, así mismo se revisó artículos científicos, revistas científicas, informes del tema y documentos varios que avalan y dan pie a la investigación.

**Análisis Normativo:** Se empleó un conjunto de normativas dentro de las Normas Técnicas peruanas (NTP) y la sociedad estadounidense de pruebas y materiales (ASTM), los cuales se diversifican en los ensayos, cálculos y parámetros requeridos para correcta recolección de datos.

➤ **Trabajo de gabinete**

**a. Planeamiento y organización previa**

• *Análisis y planteamiento sobre la investigación:*

Se abordó una problemática general partiendo de una necesidad que para la presente investigación representó la adición de ceniza de cañaduz al concreto, sin embargo, según estudios previos sobre la sola adición de la ceniza de cañaduz concluyeron que mejora la resistencia en óptimas condiciones con porcentajes permisibles, no obstante, no propone una estabilidad al fraguar y puede perder resistencia, por lo cual se propone la mezcla con fibra de algodón que según estudios precedentes presenta mejora en cuanto a la estabilidad y genera cohesión compacta al momento de unirse con ciertas sustancias naturales orgánicas como la ceniza de cañaduz.

• *Reconocimiento de recursos bienes y servicios:*

En esta etapa se investigó proveedores de insumos naturales artificiales, los cuales al verse distorsionados para uso industrial no fueron considerados para la presente investigación, por lo cual se propuso la obtención de insumos naturales que no fueran alterados en cuanto a materias primas. De igual manera se tuvo a bien prever el laboratorio C3 – Ingeniería Especializada para la realización de las pruebas necesarias para la investigación.

• *Realización de plan de trabajo:*

El plan de trabajo se basará en fases programadas de la investigación las cuales abarcarán de manera minuciosa cada paso a seguir para la recolección de datos, los cuales serán respaldados por pruebas de laboratorio, las mismas que serán evaluadas y comparadas con la realidad.

• *Realización y planteamiento de formatos para ensayos:*

La realización de formatos para los ensayos que serán necesarios para la investigación será otorgadas y certificadas por el laboratorio C3 – Ingeniería Especializada.

• *Cronograma y presupuesto para investigación:*

El cronograma será realizado de manera independiente, pero será regulado bajo tiempos que dictamine la universidad mediante resoluciones y demás documentación, por lo cual la presente investigación no deberá sobrepasar el tiempo establecido por la institución.

- Otros.

## **b. Trabajo de campo**

Etapa de recolección de materiales e insumos

### *Ceniza de cañaduz*

- Planeamiento y elección de ubicación de zona donde se obtendrá la cañaduz, para nuestra investigación se recolectará la cañaduz en Junín - Huancayo – Mercado modelo.
- Compra directa de productores ambulantes.  
La compra se hizo de manera presencial y directa con vendedores de la zona, se recolecto 10 sacos de cañaduz seco.
- Proceso de calcinación para conseguir la ceniza de cañaduz  
Se inicio con la incineración, mediante la colocación de cañaduz seco en un cilindro metálico el cual estaba a fuego continuo y a una temperatura promedio de 200 °C para la obtención de ceniza la cual será tamizada por la malla N° 200.



**Ilustración 2.** *Obtención de la materia prima.*



**Ilustración 3.** *Recolección de materia prima(cañaduz)*

### ***Proceso de Calcinación***

Calcinación manual con uso de termómetro digital y cilindro metálico a base de leña sin aditivos a temperaturas que rondan los 400 °C.

### ***Fibra de algodón***

- Planeamiento y elección de proveedor industrial de fibra de algodón.
- Contacto y compra de proveedor CORTEXTIL EIRL de lima.  
La compra se hizo vía telefónica con el representante de la empresa, se realizó el pedido de 5 Kg de fibra de algodón.
- Se realizó el proceso de recojo de materia prima y se verifico la calidad del producto para su próxima combinación y experimentación.



**Ilustración 4.** *Obtención de fibra de algodón.*



**Ilustración 5.** *Fibra de Algodón.*

### ***Porcentajes***

- Al 2% del adicionado de fibra de algodón y 2% del adicionado de ceniza de cañaduz al concreto.
- Al 4% del adicionado de fibra de algodón y 4% del adicionado de ceniza de cañaduz al concreto.
- Al 6% del adicionado de fibra de algodón y 6% del adicionado de ceniza de cañaduz al concreto.

### ***Agregado Fino***

El agregado fino(arena gruesa) se recolecto de la cantera del Rio Mantaro – Zona Orcotuna.



**Ilustración 6. Muestreo de Agregado Fino.**

### ***Agregado Grueso***

El agregado grueso (Piedra Chancada de ½”) se recolecto de la cantera de Rio Mantaro – Zona Chupuro.



**Ilustración 7.** *Muestreo de Agregado Grueso.*

### ***Agua***

El líquido elemento se obtuvo de la red de abastecimiento urbano de Chilca – Huancayo – Junín.

### ***Cemento***

El cemento que se utilizó para la investigación fue el cemento Andino Premium, portland tipo I, proveniente de procesos industriales y comerciales. El cemento se obtuvo de la ferretería ubicada en Jr. Huánuco y Ferrocarril.



**Ilustración 8.** *Obtención del cemento Andino Premium.*

### ***Proceso de adición***

- a. Se realiza la mezcla convencional de concreto, respetando el diseño de mezcla que designo el laboratorio.
- b. Una vez conseguido el concreto de la manera tradicional mediante nuestro diseño de mezcla se procede a separar los porcentajes óptimos de adición experimentadas previamente, para el caso de la fibra de algodón se separan en taras en función al volumen de la probeta ya sea 2%, 4% y 6% de su volumen total.
- c. Para el caso de la ceniza de cañaduz se realiza el mismo procedimiento.
- d. Teniendo ambos insumos se procede a adicionar la ceniza de cañaduz, una vez obtenida la mezcla optima se procede a adicionar la fibra de algodón y se termina de mezclar para obtener un compuesto homogéneo en porcentaje o cantidad requerida.
- e. El mismo proceso se puede realizar en función al volumen por m<sup>3</sup> cuando se desee mayores cantidades de muestra.

### ***Proceso de realización de pruebas de laboratorio***

- a. Una vez obtenida la mezcla homogénea del compuesto a adicionar, se verterá el molde de 4" \* 8" a modo de testigo para su futura rotura.
- b. La cantidad de testigo se vio en base al número de días de vida (7, 14 y 28) y al número de pruebas a realizar (compresión, flexión y tracción indirecta). La cantidad de testigos total será de 108, comprendiéndose 27 testigos para diseño de mezcla control y 81 testigos para diseño de mezcla con adiciones.
- c. Luego de haber transcurrido los primeros 7 días se realizará las pruebas de rotura para la compresión, también la flexión y la tracción indirecta, así mismo a los 14 días y 28 días se realizarán las mismas pruebas para el diseño patrón.

- d. De igual manera y paralelamente se realizará pruebas de rotura para compresión, flexión y tracción indirecta a los 7, 14 y 28 días para el diseño con adiciones.
- e. Las pruebas se realizarán con una prensa calibrada y certificada por el laboratorio donde se realizarán las pruebas (C3-Ingeniería Especializada)
- f. Finalmente, ambos resultados serán materia de discusión y comparativa.

### c. Ensayos de Laboratorio

- Preparación para la muestra.

La cantidad de muestras extraídas debe ser suficientemente basta como para cubrir la cuota de confianza y validez resultantes de los ensayos.

**Tabla 7.** *Peso mínimo de las muestras.*

Tamaño del agregado	Masa de muestra en campo mínima (Kg)
Agregado Fino	
2.36 mm (N°8)	10 kg
4.75 mm (N°4)	10 Kg
Agregado Grueso	
9.5 mm (3/8")	10 Kg
12.5 mm (1/2")	15 Kg
19.0 mm (3/4")	25 Kg
25.0 mm (1")	50 Kg
37.5 mm (1 ½")	75 Kg
50.0 mm (2")	100 Kg
63.0 mm (2 ½")	125 Kg
75.0 mm (3")	150 Kg
90.0 mm (3 ½")	175 Kg

FUENTE: Elaboración propia, tomado de la NTP 400.010 (2016).



**Ilustración 9.** Cuarteo del agregado Grueso.



**Ilustración 10.** Cuarteo del agregado Fino

- Normativa  
 “Método para el Ensayo Normado para poder determinar el Análisis Granulométrico en los Agregados Finos y Gruesos” (ASTM C 136-01/ NTP 400.012).

- **Objetivo**  
Establecer la distribución en cuanto a partículas para los agregados fino y grueso.
- **Equipo**
  - *Agregado fino*: con una aproximación de 0,1 g y presenta también una sensibilidad de 0,1%.
  - *Agregado grueso*: con una aproximación de 0,5 g y una precisión de 0,1%.
  - Estufa, a una temperatura promedio uniforme de alrededor de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  promedio.
- **Proceso**
  - Obtención de la muestra.
  - Reducción manual por cuarteo de la muestra.
  - Consideraciones mínimas según la tabla 7, a continuación:

**Tabla 8.** Muestra mínima de agregado grueso.

Tamaño del agregado		Masa de la muestra de campo mínima (Kg)
mm	(Pulg)	
9,5	3/8"	1 Kg
12,5	1/2"	2 Kg
19,0	3/4"	5 Kg
25,0	1"	10 Kg
37,5	1 1/2"	15 Kg
50,0	2"	20 Kg
63,0	2 1/2"	35 Kg
75,0	3"	60 Kg
90,0	3 1/2"	100 Kg
100,0	4"	150 Kg
125,0	5"	300 Kg

FUENTE: Elaboración propia, tomada de la ASTM C 136-01.

- Una vez terminada la recolección de muestra, esta tendrá que secarse en temperaturas promedio de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

- Se utilizarán tamices de diámetro y volumen adecuado, los cuales serán colocados de manera de creciente respetando siempre este orden.
- Se colocará el ejemplar seleccionado en la cima superior del cumulo de tamices, evitando la sobrecarga.
- Se procede con el tamizado manual de todos los tamices y luego se tamizará individualmente durante aproximadamente 1 minuto de tiempo promedio. El tamiz tendrá acaparar también la tapa para evitar la pérdida de material residual.
- Se procede luego con la determinación del peso que se retendra en cada tamiz.



**Ilustración 11.** Granulometría del Agregado Fino.



**Ilustración 12.** Granulometría del Agregado Grueso.

**Tabla 9.** Requerimiento granulométrico del agregado fino.

Agregado Fino	
Tamiz	Porcentaje pasante
9,5 mm (3/8pulg)	1 Kg
4,75 mm (N°4)	2 Kg
2,36 mm (N°8)	5 Kg
1,18 mm (N°16)	10 Kg
600 um (N°30)	15 Kg
300 um (N°50)	20 Kg
300 um (N°100)	35 Kg

FUENTE: Elaboración propia, adecuado de la NTP 400.037.

Tabla 10. Requerimiento granulométrico del agregado grueso.

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 pulg.)	90 mm (3 1/2 pulg.)	75 mm (3 pulg.)	63 mm (2 1/2 pulg.)	50 mm (2 pulg.)	37,5 mm (1 1/2 pulg.)	25,0 mm (1 pulg.)	19,0 mm (3/4 pulg.)	12,5 mm (1/2 pulg.)	9,5 mm (3/8 pulg.)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	4,75 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5 mm (3 1/2 a 1 1/2 pulg.)	100	90 a 100	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 15	—	—	—	—	—	
2	63 mm a 37,5 mm (2 1/2 a 1 1/2 pulg.)	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—	
3	50 mm a 25,0 mm (2 a 1 pulg.)	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	
367	50 mm a 4,75 mm (2 pulg. a No. 4)	—	—	—	100	95 a 100	—	36 a 70	—	0 a 30	—	0 a 5	—	—	
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 1/2 a 3/4 pulg.)	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	—	0 a 5	—	—	—	
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 1/2 pulg. a No. 4)	—	—	—	—	100	95 a 100	—	36 a 70	—	10 a 30	0 a 5	—	—	
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 a 1/2 pulg.)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—	—	
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 a 3/8 pulg.)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—	
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg. a No. 4)	—	—	—	—	—	100	95 a 100	—	26 a 60	—	0 a 10	0 a 5	—	
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 a 3/8 pulg.)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—	
67	19,0 mm a 4,75 mm (3/4 pulg. a No. 4)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	—	20 a 66	0 a 10	0 a 5	—	
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg. a No. 4)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—	
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg. a No. 8)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	9,5 mm a 1,18 mm (3/8 pulg. a No. 16)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 36	5 a 30	0 a 10	
9	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	

FUENTE: NTP 400.037.

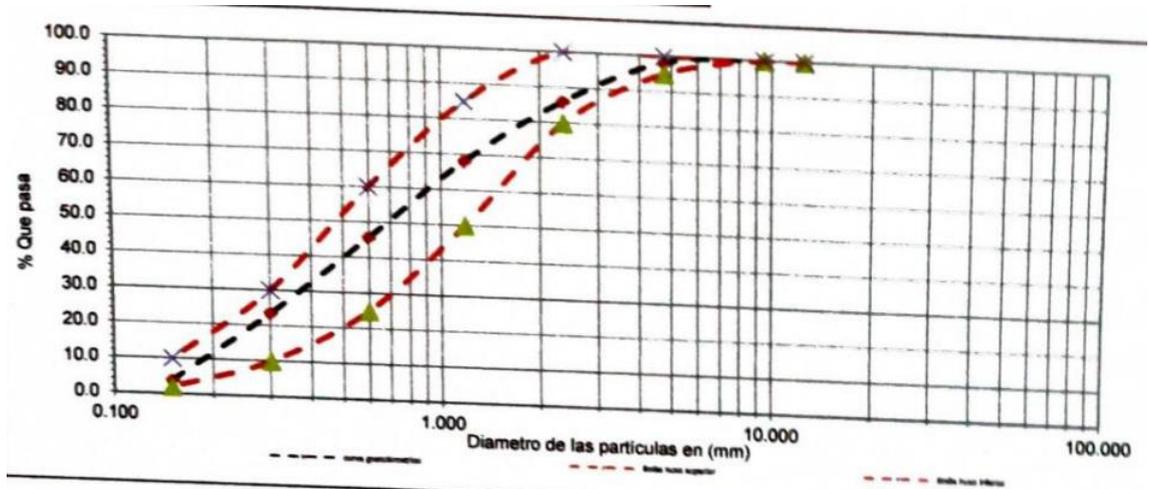
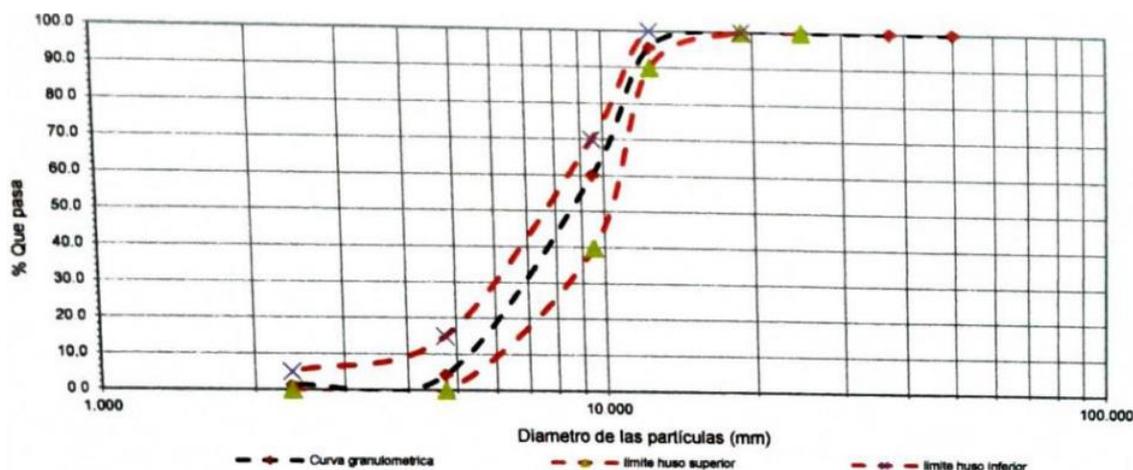


Ilustración 13. Curvas de granulometría para el Agregado fino.



**Ilustración 14.** Curva granulométrica para el Agregado Grueso.

- Normativa
 

“Determinación del contenido de terrones de arcilla y de las partículas desmenuzables en los agregados” (ASTM C142 / NTP 400.015).
- Objetivo
 

Establecer la proporción de arcilla en partes (terrones) y partículas que serán desmenuzables dentro de los agregados.
- Equipamiento
  - Balanza con sensibilidad de 0,1%.
  - Tamices
  - Recipientes
  - Estufa de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Proceso
  - La muestra a utilizar será la que quede retenida después del tamizaje en la malla N° 200.
  - La muestra para el agregado fino serán las muestras que son retenidas en el tamiz N° 16 y su masa no debería poder ser menor a 25 g.
  - Las muestras provenientes del agregado grueso tienen que ser separadas para diferentes tamices N° 4, 3/8”, 3/4” y 1 1/2”.
  - En cuanto a los terrones de arcilla y partículas que serán desmenuzables se realiza mediante movimiento compresivo entre

los dedos juntos y aquellas partículas que lleguen desmenuzadas serán tamizadas por humedad, el cual se procederá a pasar por agua.

- Finalmente se extraerá estas partículas que fueron retenidas en cada tamiz luego del proceso de tamizaje y se secará a peso continuo.

**Tabla 11.** Límites permisibles de terrones de arcilla y de partículas friables.

Ensayo	Porcentaje total para la muestra (Max.)	
	Agregado Fino	Agregado Grueso
Terrones de arcilla y partículas friables	3,0	5,0

FUENTE: Elaboración propia, adecuada de la NTP 400.037.



**Ilustración 15.** Ensayo del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables para los agregados.

- Normativa  
“Método ensayo normado para la determinación de materiales que son más finos y que pasan por el tamiz normado 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) por lavado directo en agregados” (ASTM C 117/ NTP 400.018.).
- Objetivo  
Cuantificar la cantidad del material fino pasa por el tamiz 75  $\mu\text{m}$  (n°200) de agregado.
- Equipamiento
  - Balanza con sensibilidad de 0,1%.
  - Tamices N° 200 y N° 16
  - Recipientes
  - Estufa de  $110 \pm 5$  °C.
- Proceso
  - Se procede a cuartear la muestra teniendo en consideración la cuantía mínima.

**Tabla 12.** Contenido mínimo de muestra.

Tamaño máximo nominal para el agregado		Cantidad mínima de la muestra (g)
mm	(Pulg)	
4,75	(N°4) ó menor	300
9,5 19,0	(3/8") 3/4"	1000 2500
37,5	(1 ½") o mayor	5000

FUENTE: Elaboración propia, adecuado de la NTP 400.018.

- Después del proceso de secado de la muestra, se coloca en el recipiente, luego se procede a cubrir con agua, se procede a agitar y luego decantarlo cuidadosamente, después repetir el proceso hasta que el agua se pueda mostrar clara.

- Se procede a coger el material lavado y se procede a pasarlo por los tamices, para luego proceder a secar el material lavado a temperaturas promedio de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , y se determina el peso.

**Tabla 13.** Limite permisible para el material más fino que pasa la malla N° 200

Ensayo	Porcentaje total de la muestra (Max.)	
	Agregado Fino	Agregado Grueso
Material más fino que pasa la malla N° 200	5,0	1,0

FUENTE: Elaboración propia, adecuado de la NTP 400.037



**Ilustración 16.** Pasante de la malla N° 200.

- Normativa  
“Método ensayo normado para determinar cualitativamente las impurezas para el agregado fino para concretos” (ASTM C 87/NTP 400.024 – NTP 300.013).
- Objetivo  
Determinar la ausencia de impurezas de origen orgánicas en el agregado.
- Equipo
  - Botellas de vidrio graduadas y milimetradas.

- Solución química de pigmentación referencial.
- Nivel para agregado fino.
- Nivel de solución química NaOH.
- Insumos requeridos.
- Solución con Hidróxido de Sodio al 3%.
- Solución con dicromato de potasio con ácido sulfúrico (la muestra debe estar fresca)
- Proceso
  - Se procede a llenar el ejemplar con 130 ml de agregado fino, luego se procede a adicionar la solución de hidróxido de sodio hasta una cantidad de 200 ml, se deja en reposo por 24h.
  - Se compara el color de la pigmentación del líquido en comparativa con los 5 vidrios de color pre establecidos.



**Ilustración 17.** Comparación de colores entre la solución con arena (luego de 24 horas) y colores Gardner.



**Ilustración 18.** *Equipo requerido para la realización del ensayo de impurezas orgánicas.*



**Ilustración 19.** *Comparación de colores por medio de una placa orgánica de colores.*

**Tabla 14.** *Equivalencias entre colores de la placa orgánica y los colores estándar Gardner.*

No. De color en placa orgánica	Color standard Gardner No.
1	5
2	8
3 (estándar)	11
4	14
5	16

FUENTE: Elaboración propia, adecuado de la ASTM C 87.

**Tabla 15.** *Limite permisibles de impurezas orgánicas tolerables en el agregado fino.*

Ensayo	Límites permisibles
Impurezas orgánicas	No se debería mostrar presencia nociva alguna de materia orgánica.

FUENTE: Elaboración propia, adecuado de la NTP 400.037.



**Ilustración 20.** *Ensayo para la determinación cualitativa de las impurezas para el agregado fino.*

- Normativa  
“Determinación en cuanto a la inalterabilidad de agregados por medios de sulfatos de sodio y sulfatos de magnesio” (ASTM C 88/ NTP 400.016).
- Objetivo  
Analizar la resistencia ante de la desintegración de compuestos a través de soluciones para los agregados.
- Equipamiento
  - Juego de tamices N°4, N°5, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100
  - Un Recipiente que sea 5 veces más que el volumen de la muestra requerida.

- Balanza con sensibilidad de 0,1%, con capacidad mínima de 500 g.
- Horno de 105 °C. a 110 °C.
- Sulfato de magnesio.
- Proceso
  - Se procede a pasar la muestra por el tamiz de 3/8", por lo menos 100g de muestra mínima.
  - Luego se prepara el agregado grueso se verá retenida en el tamiz N° 4.
  - Se procederá a lavar las muestras del agregado fino y grueso, se separará según el tamizado para cada recipiente.
  - Luego se proseguirá introduciendo la solución de sulfato de magnesio en cuanto al tiempo que sea no menor de 16h ni mayor de 18h y se procederá a tapar los envases.
  - Después del tiempo requerido de inmersión, se procede a escurrir las tomas de agregado dejando vaciar durante 15 minutos  $\pm$  5 minutos según se requiera, por último, se coloca en el horno a temperaturas de 105 a 110 °C durante un tiempo de 24h.
  - Luego se procede a sumergir nuevamente en la solución repetidamente durante 5 ciclos.

**Tabla 16.** *Limite permisible de perdida en cuanto a ataque de sulfatos.*

Ensayo	Porcentaje total de la muestra (Max.)	
	Agregado Fino	Agregado Grueso
Durabilidad al sulfato de magnesio	15	18

FUENTE: Elaboración propia, rescatado de la NTP 400.037.



**Ilustración 21.** *Inalterabilidad de los agregados por sulfato de sodio y sulfato de magnesio.*

- Normativa
 

“Método ensayo normado en cuanto a la determinación de la resistencia al desgaste para agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impactos procedentes de la Máquina de Los Ángeles” (ASTM C 131/ NTP 400.019).
- Objetivo
 

Analizar la resistencia al desgaste de los agregados.
- Equipamiento
  - Juego de tamices.
  - Máquina de abrasión los ángeles.
  - Balanza con sensibilidad de 0,1%.
  - Una Carga que consta de esferas de acero de aproximadamente 46,9mm de diámetro y presentan una masa entre 446 g a 391 la carga aplicada esta función a la gradación del ensayo.

- Proceso
  - Se procede voltear una muestra en el interior del tambor giratorio de la maquina junto con las bolas de acero.
  - La masa muestra debe ser al menos de 15 Kg con una granulometría comprendida entre 10 mm y 14 mm.
  - Por último, se procede a descargar el contenido de la máquina y se realiza un tamizaje con el tamiz N° 12.
  - Para finalizar el procedimiento se lava el material en retención de la malla N° 12 y se seca al horno.



**Ilustración 22.** *Maquina calibrada para ensayo de Abrasión Los Ángeles.*

**Tabla 17.** Carga referente a gradación de la muestra.

Gradación	No. De esferas	Masa de la carga(g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 25
D	6	2500 ± 25

FUENTE: Elaboración propia, rescatado de ASTM C 131.

- *Muestreo*

Se tendrá en consideración la siguiente tabla, a continuación:

**Tabla 18.** Gradación de muestra ensayada de la arena gruesa.

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Que pasa	NTP 400.037
					Limites Totales % acumulativo pasante
1/4"	19.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 4	4.75	2.40	2.40	97.60	95 a 100
No. 8	2.36	10.70	13.10	86.90	80 a 100
No. 16	1.18	28.30	41.40	58.60	50 a 85
No. 30	0.60	10.70	52.10	47.90	25 a 60
No. 50	0.30	22.70	74.80	25.20	5 a 30
No. 100	0.15	17.10	91.90	8.10	0 a 10
Fondo		8.10	100.00		

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de Análisis granulométrico del agregado fino (Arena gruesa M-1) de muestra ensayada.

**Tabla 19.** Gradación de muestra ensayada de la piedra chancada.

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Que pasa	NTP 400.037
					Limites Totales % acumulativo pasante
1"	25.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.50	4.50	4.50	95.50	90 a 100
3/8"	9.50	35.40	39.90	60.10	40 a 70
No. 4	4.75	55.80	95.70	4.30	0 a 15
No. 8	2.36	3.10	98.80	1.20	0 a 5
Fondo		1.20	100.00	0.00	

ELABORACION: Fuente propia, adaptado de Análisis granulométrico del agregado grueso (Piedra chancada M-1) de muestra ensayada.

**Tabla 20.** Límite de resistencia mecánica para el agregado grueso.

Ensayo	No mayor que %
Abrasión (Método Los Ángeles)	50%

FUENTE: Elaboración propia, tomada de NTP 400.037.

**Ilustración 23.** Ensayo de Abrasión Los Ángeles.

- Normativa  
“Método ensayo normado para la determinación de humedad total que pueda ser evaporable de agregados por secado” (ASTM C 566 / NTP 339.185:2021).
- Objetivo  
Cuantificar la proporción total evaporable de los agregados por secado.
- Equipamiento
  - Horno al  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
  - Balanza con sensibilidad de 0,1g.
  - Recipiente con un tamaño equivalente lo suficientemente apto para que retenga la muestra y que no se vea sometido por el calor.



**Ilustración 24.** *Horno calibrado.*

- Proceso
  - Se procede a cuantificar el contenido de muestra usable en el ensayo, teniendo en cuenta antes el cuarteo adecuado.
  - Luego se coloca la muestra en el depósito y se procede a pesar.

- Se prosigue llevando la toma a un horno a temperaturas de hasta 110 °C.
- Para finalizar se procede a retirar la toma del horno y se procede a dejar enfriar y se procede con el pesaje.



**Ilustración 25.** Contenido de la Humedad para el Agregado Fino.



**Ilustración 26.** Contenido de la Humedad para el Agregado Grueso.

**Tabla 21.** *Tamaño de muestra o árido.*

Tamaño máximo nominal del árido, mm, (pulg).	Masa de árido de peso normal, min, kg.
4,75 (0,187) (Nº 4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2
19,0 (3/4)	3
25,0 (1)	4
37,5 (1 1/2)	6
50 (2)	8
63 (2 1/2)	10
75 (3)	13
100 (4)	25
150 (6)	50

FUENTE: Elaboración propia, adecuado de ASTM C 566-97.

- Normativa  
“Método Ensayo Normado en cuanto a la determinación de la Densidad Relativa (Peso Específico) y la Absorción del Agregado Fino” (ASTM C 128/ NTP 400.022:2020).
- Objetivo  
Cuantificar el peso específico y la absorción que tendrá el agregado fino.
- Equipamiento
  - Horno al  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
  - Balanza con sensibilidad de 0,1g.
  - Recipiente con un volumen aproximado de 500 cm<sup>3</sup>
  - Molde de forma cónica metálica de  $40 \pm 3\text{mm}$  de diámetro interno en su base menor,  $90 \pm 3\text{mm}$  de diámetro interno mediante una base mayor y  $75 \pm 3\text{mm}$  en cuanto a la altura.
  - Varilla de metal para apisonar de longitud recta, y de un peso aproximado de  $340 \pm 15\text{g}$  y concluida en un extremo con una superficie redonda plana para apisonar de  $25 \pm 3\text{mm}$  de diámetro.
- Proceso



Cuantificar el peso específico y la absorción del agregado grueso.

- Equipamiento
  - Horno al  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
  - Balanza con sensibilidad de 0,1g.
  - Cesto con una malla de alambre metálico.
  - Molde o envase de agua con capacidad suficiente para sumergir dicha cesta de alambre en contenido de agua.
  - Tamiz N°4
- Proceso
  - Se procede a muestrear el agregado, se reduce por método de cuarteo hasta llegar a obtener una muestra no menor al peso mínimo.
  - Luego se procede a hacer el secado de la muestra a una temperatura constante  $111^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ , se deja enfriando, y se sumerge otra vez en agua.
  - Se procede con la extracción de la muestra, se la coloca en un paño grande y que sea absorbente, hasta desaparecer la película invisible de agua visible y se seca por separado la fragmentación resultante de mayor diámetro.
  - Luego de haber pesado se coloca dicha muestra habiéndose saturada superficialmente y que esta seca en la cesta de alambre y se procede a determinar el peso del agua.
  - Por último, se procede al secado de la muestra hasta llegar a un peso que sea constante a temperaturas promedio de  $101^{\circ}\text{C} + 4^{\circ}\text{C}$ , luego se deja enfriando y se procede a pesar.



**Ilustración 28.** *Peso específico del Agregado Grueso.*

- Normativa
 

“Método Ensayo Normado para determinar una masa por unidad de volumen (“peso unitario”) y vacíos en los agregados” (ASTM C 29/ NTP 400.017).
- Objetivo
 

Determinar el peso unitario ya sea suelto o sea compactado y a la vez calcular los vacíos entre partículas.

Se aplica para agregados que no lleguen a exceder las 5 pulg (125 mm) del tamaño máximo nominal requerido.
- Equipamiento
  - Balanza con sensibilidad de 0,1g.
  - Recipiente metálico de forma cilíndrica.
  - Varilla que compacte de fierro de forma cilíndrica de 5/8” con una longitud de 602 mm, y de extremo semiesférico y 8 mm de radio.
  - 01 Cucharón.
- Proceso

- Se procede a muestrear el agregado y reducirla por cuarteo, la cual debe ser de 124 a 201% de la cantidad que se requiera para poder llenar un recipiente.

- Luego se procede a rellenar un recipiente con agua y se determina el peso neto del agua, la temperatura promedio y su densidad específica.

- Se procede a cuantificar el volumen de nuestro recipiente (el peso del agua neta y la densidad del agua)

- ✓ PUS (Peso Unitario Suelto)

- Se llena el agregado al recipiente a una altura que no sobrepase los 50 mm o 2”.

- Se elimina el agregado sobrante con una regla.

- Se registra el peso neto para el recipiente y el peso neto para el contenido más el recipiente.

- ✓ PUC (Peso Unitario Compactado)

- Se procede a apisonar agregados con tamaño máximo nominal de 38.5 mm (1 ½”) o menor.

- Se procede a rellenar un tercio y se apisona la primera capa con 25 golpes con la varilla de lado esférico, se tendrá que tener en consideración que la varilla no puede golpear el fondo del recipiente. Se procede a rellenar las 2/3 partes realizando el mismo proceso de apisonado para finalizar llenando por completo el recipiente y apisonarlo.



**Ilustración 29.** *Peso unitario compactado del Agregado Grueso.*



**Ilustración 30.** *Peso unitario suelto del Agregado Grueso.*



**Ilustración 31.** *Peso unitario con compactado del Agregado Fino.*



**Ilustración 32.** *Peso unitario suelto del Agregado Fino.*

- Normativa
 

“Método ensayo normado para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino” (ASTM D75/NTP 339.146:2000 (revisada el 2019)).
- Objetivo
 

Determinar el valor del equivalente de arena en agregado fino para verificar la inalterabilidad por impurezas finas.
- Equipamiento
  - Cilindro gradado, semitransparente plástico o acrílico.
  - Tapón de jebe
  - Tubo irrigador
  - Dispositivo para pesar de pie y ensamble de sifón.
  - Latón de medición con una capacidad de 85 ml.
  - Tamiz No. 4
  - Embudo
  - 2 botellas de 3.8 L
  - Platillo plano
  - Cronometro digital
  - Agitador de operación manual o mecánico.
  - Horno al  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
  - Papel filtro
  - Materiales e insumos (cloruro de calcio, glicerina y formaldehido)



**Ilustración 33.** *Maquinaria de apoyo para el ensayo de Equivalente de Arena.*

- Proceso
  - Se sifonea 102 mm  $\pm$  3 mm de la combinación de trabajo que tiene el cloruro calstico en el cilindro de plástico.
  - Se procede a verter uno de los testigos ensayados en el cilindro de plástico u otro material y usando un embudo para evitar derrames.
  - Se golpea suavemente el fondo cilindrico sobre la palma de la mano repetidas veces para poder liberar burbujas atrapadas de aire y así obtener el humedecimiento general del testigo.
  - Se mantiene el espécimen en humedad y al cilindro inalterado por 11 min  $\pm$  1 min.
  - Finalizando los 10 minutos del tiempo de humedecimiento, se para el cilindro y se afloja luego el material de fondo se invirtiese parcialmente al cilindro y se agita simultáneamente.
  - Luego de poder aflojar el material del fondo se agita el cilindro y su contenido por alguno de los métodos a continuación:
    - ❖ Método del agitador mecánico.
    - ❖ Método del agitador manual.
    - ❖ Método manual.

**Tabla 22.** *Materiales específicos para ensayo de equivalente de arena.*

Ítem	Nº	Descripción	Tamaño de stock, pulg.	Material
<b>A</b>		<b>Montaje del sifón:</b>		
	1	Tubo del sifón	1/4 de diámetro x 16	Cobre
	2	Manguera del sifón	3/16 ID x 48	Jebe
	3	Manguera de golpe	3/16 ID x 2	Jebe
	4	Tubo de golpe	1/4 de diámetro x2	Cobre
	5	Tapón de 2 agujeros	Nº 6	Jebe
	6	Tubo irrigador	1/4 OD x 0.035 de pared x 20	1.20
	7	Sujetador	Abrazadera	0.00
<b>B</b>		<b>Montaje graduado:</b>		
	8	Tubo	1.5 OD x17	Plástico
	9	Base	1/4 x 4 x 4	Plástico
<b>C</b>		<b>Montaje de pisón de pie:</b>		
	10	Indicador de lectura de arena	1 1/4 de diámetro x 0.59	Nylon
	11	Varilla	1/4 de diámetro x 17 1/2	Bronce
	12	Peso	2 de diámetro x 2.078	Acero C.R.
	13	Tuerca	1/16 de diámetro x 1/2	Metal
	14	Base	11/16 hex x 0.54	Bronce
	15	Tapón solido	Nº 7	Jebe

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de NTP 339.146

**Ilustración 34.** *Ensayo de equivalente de arena.*

- Normativa  
“Método prueba estándar para determinar el porcentaje de partículas fracturadas en agregado grueso” (ASTM D5821-95).
- Objetivo  
Cuantificación del porcentaje, en peso, para una muestra de agregado grueso presentando una, dos o más caras fracturadas
- Equipamiento
  - Balanza de 5kg con sensibilidad al gramo.
  - Tamices
  - Partidor de muestras
  - Espátula.
- Proceso
  - Se procede con el lavado de las muestras sobre la malla designada removiendo cualquier fino.
  - Se procede a realizar el secado de la muestra para proseguir con el cuarteo de la muestra procurando que esta sea representativa.
  - La muestra para el ensayo tendrá una cantidad mayor a los pesos mostrados en la siguiente tabla:

**Tabla 23.** *Peso mínimo para las muestras.*

Tamaño Máximo Nominal	Peso mínimo para el ensayo (gr)
3/8"	200
1/2"	500
3/4"	1500
1"	3000
1 1/2"	7500
2"	15000
2 1/2"	30000
3"	60000
3 1/2"	90000

FUENTE: Elaboración propia, adaptada de ASTM D5821-95.

- Se conjetura la masa muestral y se verifica si la partícula alcanza o cumple criterio el criterio de fractura, luego se sostiene el

agregado de tal forma que la cara sea vista directamente. En cuanto a la cara si constituye al menos  $\frac{1}{4}$  de la máxima sección transversal, se considerará como fracturada.

- Luego se procede al cuarteo y selección, mediante espátula se separa en tres categorías:

- ❖ Partículas fracturadas dependiendo si la partícula presenta el número proporción de caras que fueron fracturadas.
- ❖ Partículas no reunidas según el criterio especificado.
- ❖ Partículas cuestionables. Si el número que se requiere de caras fracturadas no se consigue en las indicaciones, la cuantificación será hecha en base de un mínimo de una cara fracturada.

- Por último, se determina el porcentaje en peso de cada una de las categorías. Si sobre cualquiera de los porcentajes más del 15% del total es cuestionable, se repite la evaluación hasta que no más del 15% se repita en esta categoría.



**Ilustración 35.** *Caras fracturadas del Agregado Grueso.*

- Normativa  
“Método prueba estándar para partículas planas, alargadas o partículas de forma planas y alargadas en agregado grueso” (ASTM D4791)
- Objetivo  
Analizar la proporción, en peso, para muestras de agregado grueso que presenta partículas planas, alargadas o partículas planas alargadas en agregado grueso.
- Equipamiento
  - Dispositivo calibrador proporcional.
  - Balanza con una precisión del 0.5% del peso de la muestra.
  - Horno al  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Tamaño de muestra  
Se determina la muestra en base a la siguiente tabla:

**Tabla 24.** Limite permisible en peso para el ensayo.

Tamaño Máximo Nominal	Peso mínimo para el ensayo (Kg)
3/8" (9.5 mm)	1 Kg
1/2" (12.5 mm)	2 Kg
3/4" (19.0 mm)	5 Kg
1" (20.5 mm)	10 Kg
1 1/2" (37.5 mm)	15 Kg

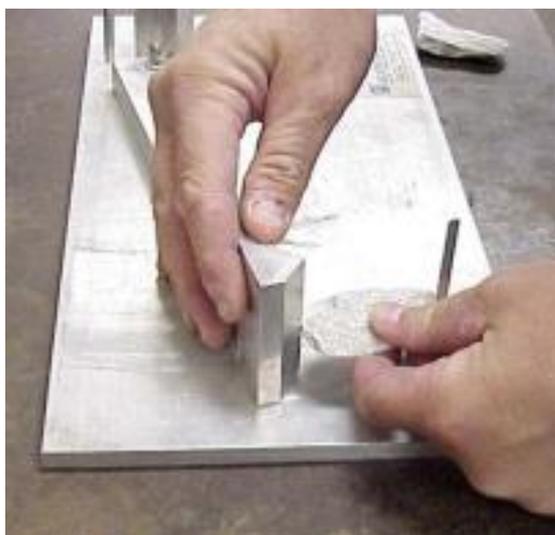
FUENTE: Elaboración propia, adaptada de ASTM D4791.

- Proceso
  - Se procede a secar una muestra a temperaturas constantes de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  para determinación por peso, si la determinación es por conteo de partículas, el secado no es necesario.
  - Se tamiza la muestra de agregado grueso a ensayar.
  - Se procede a reducir cada parte de tamaño que resulte mayor que el tamiz de 3/8 pulg. (9,5 mm) que está presente en una cantidad del 10% o más de la muestra original hasta obtener aproximadamente 100 partículas.

- Se procede a utilizar el dispositivo de calibre proporcional colocado en una relación de 5:1.
- Se establece la abertura más grande igual a la dimensión más larga de las partículas, entonces esta partícula se considerara plana y alargada si la dimensión más delgada de la partícula pasa a través la abertura más pequeña como en las siguientes figuras:



**Ilustración 36.** *Ensayo para identificar las partículas planas y alargadas del Agregado Grueso.*



**Ilustración 37.** *Comprobación de alargamiento.*



**Ilustración 38.** *Comprobación de planeidad.*

- Luego del proceso de comprobación se hace una clasificación de cada partícula detallando si son planas o alargadas.
  - Por último, se determina la cantidad para la toma para cada grupo siendo por conteo o por peso según se requiera.
- “Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ” – (ACI 211)
 

El actual diseño de mezcla de concreto debe presentarse en función a la combinación más práctica y económica de los agregados utilizables, cemento, agua y agregados con el fin de producir una mezcla con el grado que se requiera. Para hallar los porcentajes más apropiados, es necesario preparar varias mezclas de intento, en las cuales se cuantificarán en base a las propiedades de los insumos y su aplicación de leyes o estigmas básicos preestablecidos.
  - Objetivo
 

Elaborar y curar especímenes de concreto para ensayos de laboratorio.
  - Equipamiento
    - Cemento
    - Agregado fino y grueso en proporciones indicadas.
    - Aditivos naturales (ceniza de cañaduz y fibra de algodón)
    - Agua
    - Cucharon.
    - Recipientes para mezcla y muestreo.

- Balanza de precisión.
- Mezcladora de concreto.
- Materiales complementarios: Epps, herramientas e insumos.
- Otros.
- Proceso
  - Para poder obtener las proporciones de la mezcla del concreto más adecuadas que cumplan las características deseadas que para nuestro caso debe ser  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, con los materiales disponibles, se realiza una primera mezcla de prueba, teniendo como base unas proporciones iniciales que se determinan siguiendo el orden que se indica continuación:
    - ❖ Selección del asentamiento.
    - ❖ Chequeo para tamaño máximo nominal.
    - ❖ Estimación del agua para la mezcla.
    - ❖ Determinación de la resistencia para la dosificación.
    - ❖ Selección en cuanto a la relación del agua/cemento.
    - ❖ Cálculo de cantidad de cemento.
    - ❖ Cálculo de la cantidad de cada agregado.
    - ❖ Cálculo de las proporciones iniciales.
    - ❖ Primera mezcla de prueba.
    - ❖ Ajuste relativo para humedad en los agregados.
  - Luego se procede, con los resultados de la primera mezcla se pasa a ajustar las proporciones para que cumplan con el asentamiento requerido y el grado de manejabilidad deseado, posteriormente se prepara una segunda mezcla de prueba con las proporciones ajustadas y las propiedades de ésta segunda mezcla se comparan con las exigidas y si difieren se vuelven a reajustar. Luego se procede a preparar una tercera mezcla de prueba que debe cumplir con el asentamiento y la resistencia requerida; en caso que no cumpla alguna de las condiciones por errores cometidos o debido a la aleatoriedad misma de los ensayos, se puede continuar haciendo ajustes semejantes a los indicados hasta obtener los

resultados esperados. Teniendo siempre en cuenta las adiciones correspondientes en el orden y cantidad requeridas.

**Tabla 25.** Datos e información del cemento.

<b>Cemento Portland</b>	
Tipo	I
Peso específico	3.15 g/cm <sup>3</sup>
Normativa	NTP - 334.009, ASTM C-150
Marca	Andino Premium

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 26.** Propiedades físicas y químicas del cemento.

<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CEMENTO ANDINO PREMIUM</b>	<b>REQUISITOS NTP-334.009/ASTM C-150</b>
Contenido de aire	%	6	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.03	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	386	Mínimo 260
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	3.18	No específica
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días.	kg/cm <sup>2</sup>	257	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días.	kg/cm <sup>2</sup>	321	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días.	kg/cm <sup>2</sup>	420	Mínimo 286
<b>TIEMPO DE FRAGUADO</b>			
Fraguado Vicat Inicial	min	122	Mínimo 45
Fraguado Vicat Final	min	285	Máximo 375
<b>COMPOSICION QUIMICA</b>			
MgO	%	1.60	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.60	Máximo 3.0
Perdida al fuego	%	1.20	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.50	Máximo 1.5
<b>FASES MINERALOGICAS</b>			

C3S	%	55	No especifica
C2S	%	16	No especifica
C3A	%	7	No especifica
C4AF	%	10	No especifica
<b>ALCALIS EQUIVALENTE</b>			
Contenido de alcalis equivalentes	%	0.53	Máximo 0.60

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de FICHA TECNICA UNACEM

**Tabla 27.** Información específica de los Agregados.

DATOS	AGREGADOS	
	Agregado Fino	Agregado Grueso
Peso E. de masa	2.59	
Peso E. de masa S.S.S.	2.62	2.68
Peso E. aparente	2.68	2.75
Peso unitario suelto seco	1684.00 kg/m <sup>3</sup>	1570.00 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1778.00 kg/m <sup>3</sup>	1738.00 kg/m <sup>3</sup>
Módulo de finura	2.757	-
Tamaño máximo nominal	-	1/2"
% de absorción	1.32	1.52
% de humedad	1.14	0.59

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 28.** Información específica del agua.

DATOS	AGUA
Tipo de agua	Potable
Procedencia/Origen	Chilca - Huancayo - Junín
Peso Especifico	1000 Kg/m <sup>3</sup>

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 29.** Información complementaria de la ceniza de cañaduz.

DATOS	Ceniza de Cañaduz
Procedencia	Mercado Modelo - Huancayo
Origen primigenio	Chicama y zonas tropicales.
Densidad	2.33 g/cm <sup>3</sup>
PH	10.53

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 30.** Información complementaria de la fibra de algodón.

DATOS	Fibra de algodón
Procedencia	CORTEXTIL EIRL - Lima
Origen primigenio	Lima, Ica y Piura.
Tiempo de inmersión	10 seg. Máximo
Absorción	24 veces su propia peso

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 31.** Información complementaria del Diseño de Mezcla.

DISEÑO DE MEZCLA	
Resistencia de diseño	210 Kg/cm <sup>2</sup>
Consistencia	Plástica
Factor cemento	8.9 bolsas por m <sup>3</sup>
Temperatura	No debe ser superior a + 30 °C

FUENTE: Elaboración propia.

De no haber datos disponibles para realizar la operación para hallar la resistencia media que se requiera, se recurrirá a la siguiente tabla:

**Tabla 32.** Resistencia media compresiva requerida sin datos disponibles para desviación estándar.

Resistencia E. a la compresión, Mpa	Resistencia media requerida a la compresión, Mpa
$f'c < 21$	$f'c r = f'c + 7,0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'c r = f'c + 8,5$
$f'c > 35$	$f'c r = 1,1 f'c + 5,0$

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de RNE (Norma E 060, Capítulo 5)

Para los demás criterios a utilizar para diseño de mezcla se tendrá las siguientes tablas referenciadas según el Comité 211 del ACI:

**Tabla 33.** Mezcla de acuerdo a su asentamiento o revenimiento.

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPTACTACION
Seca	0" - 2"	Poco	Vibración normal
Plástica	3" - 4"	Trabajable	Vibración ligera
Fluida	> 5"	Muy trabajable	Chuseado

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de Comité 211 del ACI.

**Tabla 34.** Volumen unitario para el agua.

ASENTAMIENTO SLUMP	Tamaño máximo del agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	200	195	175	170	160	140
6" a 7"	240	230	210	205	185	180	170	-
% Aire Atrapado								
	3	3	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto que presenta aire incorporado								
1" a 2"	180.0	175.0	165.0	160.0	145.0	140.0	135.0	120.0
3" a 4"	200.0	190.0	180.0	175.0	160.0	155.0	150.0	135.0
6" a 7"	215.0	205.0	190.0	185.0	170.0	165.0	160.0	-

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de Comité 211 del ACI.

**Tabla 35.** Contenido del aire contenido.

Tamaño máximo nominal	Aire Atrapado
3/8"	3%
1/2"	2.50%
3/4"	2%
1"	1.50%
1 1/2"	1%
2"	0.50%
3"	0.30%
4"	0.20%

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de Comité 211 del ACI.

**Tabla 36.** *Relación agua/cemento.*

f'c para 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación de agua/cemento de diseño en peso	
	Contenido sin aire incorporado	Contenido con aire incorporado
450	0.380	-
400	0.430	-
350	0.480	0.400
300	0.550	0.460
250	0.620	0.530
200	0.700	0.610
150	0.800	0.710

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de Comité 211 del ACI.

**Tabla 37.** *Módulo de fineza para las óptimas condiciones de trabajabilidad por contenido de cemento en sacos.*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Módulos de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenido de cemento en (sacos/m <sup>3</sup> de concreto)			
	6	7	8	9
3/8"	3.960	4.040	4.110	4.190
1/2"	4.460	4.540	4.610	4.690
3/4"	4.960	5.040	5.110	5.190
1"	5.260	5.340	5.410	5.490
1 1/2"	5.560	5.640	5.710	5.790
2"	5.860	5.940	6.010	6.090
3"	6.160	6.240	6.310	6.390

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de Comité 211 del ACI.

**Tabla 38.** *Valores propios de diseño en estado seco.*

Valores de diseño en estado seco	
Cemento	376 Kg
Agua	210 Lt
Agregado Fino	927 Kg
Agregado Grueso	773 Kg

FUENTE: Elaboración propia de resultados para diseño de mezcla.

**Tabla 39.** *Valores propios de diseño corregidos por humedad.*

Valores de diseño corregidos	
Cemento	377 Kg
Agua	219 Lt
Agregado Fino	939 Kg
Agregado Grueso	779 Kg

FUENTE: Elaboración propia de resultados de diseño de mezcla.

**Tabla 40.** *Diseño de mezcla con adición al 2% de fibra de algodón y ceniza de cañaduz.*

Valores de diseño con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz	
Cemento	377 Kg
Agua	219 Lt
Agregado Fino	939 Kg
Agregado Grueso	779 Kg
Ceniza de cañaduz	7.54 Kg
Fibra de algodón	0.020 m3

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 41.** *Diseño de mezcla con adición al 4% de fibra de algodón y ceniza de cañaduz.*

Valores de diseño con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz	
Cemento	377 Kg
Agua	219 Lt
Agregado Fino	939 Kg
Agregado Grueso	779 Kg
Ceniza de cañaduz	15.08 Kg
Fibra de algodón	0.040 m3

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 42.** *Diseño de mezcla con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz.*

Valores de diseño con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz	
Cemento	377 Kg
Agua	219 Lt
Agregado Fino	939 Kg
Agregado Grueso	779 Kg
Ceniza de cañaduz	22.62 Kg
Fibra de algodón	0.060 m3

FUENTE: Elaboración propia.

- Normativa  
 “Practica estándar para la realización y curado en el laboratorio de especímenes de concreto para ensayo” (ASTM C 192/ NTP 339.183)
- Objetivo  
 Elaborar y curar testigos de concreto para los ensayos de laboratorio.
- Equipamiento
  - Moldes cilíndricos de 4” \* 8”.
  - Varilla compactadora con punta esférica.
  - Martillo de goma
  - Cucharon.
  - Cono para medición de asentamiento.
  - Recipientes.
  - Equipo para medición de aire.
  - Balanza de precisión.
  - Mezcladora de concreto.
  - Materiales complementarios: Epps, herramientas e insumos.
  - Termómetro.
- Proceso
  - Se procede a realizar el mezclado de agregados; se inicia con el agregado grueso seguido de agua, luego se añadirá el agregado

fino, cemento y una proporción de agua dependiendo la plasticidad de la mezcla, el contenido debe mantener su rotación permanente.

- El mezclado del concreto debe tener una duración de al menos 3 minutos a partir del momento en que fueron vertidos, se añaden 3 minutos adicionales previa verificación de la mezcla.
- Luego se procede a verter el concreto en un pote seco y limpio.
- Durante el vaciado del concreto las probetas a utilizar deben estar ubicadas próximas a la mezcladora, deben mantener una superficie homogénea y nivelada, deben estar limpios y aptos para recibir mezcla en su interior para luego ser llevados a un depósito nivelado, limpio y donde no presente alteraciones externas. En cuanto a la disposición del concreto esta deberá ser homogénea y representativa de acuerdo al número de capas de la siguiente tabla:

**Tabla 43.** *Numero de capas y modo requeridos por espécimen.*

<b>Tipo y tamaño de espécimen mm (pulg)</b>	<b>Modo de consolidación</b>	<b>Número de capas de aproximadamente igual profundidad</b>
<b>Cilindros Diámetro en mm (pulg)</b>		
<b>75 a 100 ( 3 o 4)</b>	varillado	2
<b>150 (6)</b>	varillado	3
<b>225 (9)</b>	varillado	4
<b>Hasta de 225 (9)</b>	varillado	2
<b>Prismas con cilindros horizontales para escurrimiento plástico: Profundidad en mm (pulg)</b>		
<b>Hasta 200 (8)</b>	varillado	2
<b>Más de 200 (8)</b>	varillado	3 o mas
<b>Hasta 200 (8)</b>	varillado	1
<b>Más de 200 (8)</b>	varillado	2 o mas

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de NTP 339.183.

**Tabla 44.** Diámetro de varilla y número de golpes por capa.

CILINDRO		
Diámetro de cilindro mm (pulg)	Diámetro para la varilla mm (pulg)	Número de golpes por capa
75 (3) a < 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	16 (5/8)	50
250 (10)	16 (5/8)	75
VIGAS Y PRIMAS		
Área Superficial superior del testigo en cm <sup>2</sup> (pulg <sup>2</sup> )	Diámetro para la varilla mm (pulg)	Número de golpes por capa
160 (25) o menos	10 (3/8)	25
165 a 310 (26 a 49)	10 (3/8)	Una por cada 7 cm <sup>2</sup> (1 pulg <sup>2</sup> ) de superficie
320 (50) a más	16 (5/8)	una por cada 14 cm <sup>2</sup> (2 pulg <sup>2</sup> ) de superficie
CILINDROS HORIZONTALES		
Diámetro de cilindro mm (pulg)	Diámetro de la varilla mm (pulg)	Número de golpes por capa
150 (6)	16 (5/8)	50 total, 25 a lo largo de ambos lados del eje

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de NTP 339.183.



**Ilustración 39.** Elaboración de probetas para pruebas de compresión.



**Ilustración 40.** *Elaboración de vigas para pruebas de flexión.*



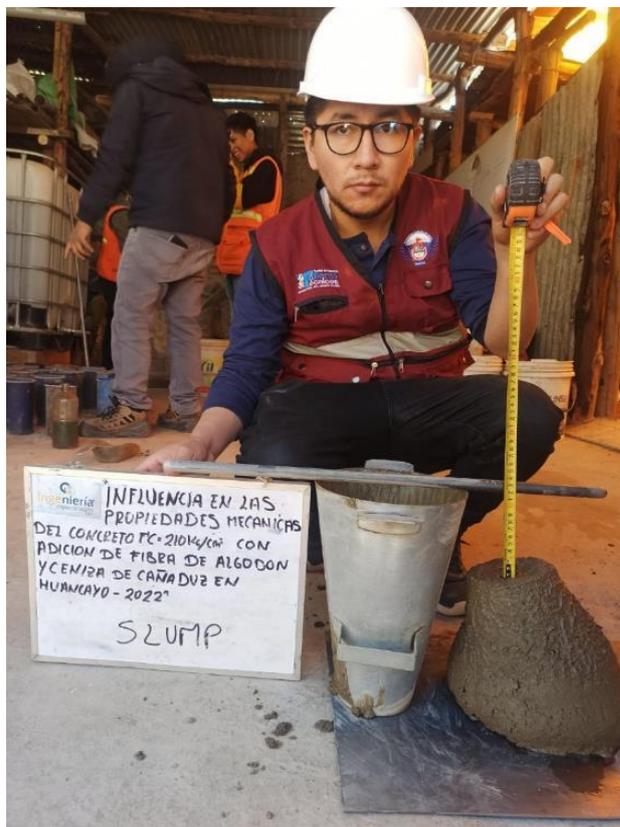
**Ilustración 41.** *Elaboración de probetas para pruebas de tracción.*



**Ilustración 42.** *Proceso de curado de los especímenes.*

- Normativa  
“Método del asentamiento para el concreto de cemento hidráulico”  
(ASTM C 143/NTP 339.035)
- Objetivo  
Determinar el asentamiento del concreto para gabinete  
(laboratorio)
- Equipamiento
  - Molde de origen metálico en forma cónica (Cono de Abrams)
  - Base para molde cónico.
  - Varilla compactadora con punta esférica.
  - Martillo de goma
  - Cucharon.
- Proceso
  - El ejemplar debe ser característico del concreto obtenido mediante ASTM C172.
  - Se procederá a humedecer el molde colocándolo sobre su plataforma plana, nivelada y rígida.

- Luego se procede a sujetar firmemente el molde cónico adaptado con la base rígida, pisando y asegurando con los pies para luego llenar el ejemplar muestrario de concreto en capas tripartito a un tercio de volumen cada una del volumen total, con un aproximado de 67 mm.
- Cada capa de muestra debe tener compactación a 25 golpes para la varilla lisa con punta esférica distribuidos uniformemente en sección transversal.
- Luego de haber colocado la capa final, se procede a enrasar a priori y luego sacar el molde cónico.
- Se determina la altura entre el molde y la altura de este que será medida desde el centro del espécimen.
- El proceso no deberá sobrepasar un tiempo de dos minutos 30 segundos aproximadamente, así mismo el ensayo deberá comenzar pasados los 5 minutos después de la toma la muestra.



**Ilustración 43.** Medición de asentamiento de concreto (Slump).

- Normativa

“Método de determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas” (ASTM C 39/ NTP 339.034:2021).
- Objetivo

Establecer la resistencia de testigos cilíndricos.
- Equipamiento
  - Máquina de ensayo
  - Probetas de 4\*8”
  - Materiales e insumos
- Proceso
  - El ensayo de resistencia compresiva se debe realizar inmediatamente después de haberse removido del agua en donde se ejecutaba su curación.
  - Las muestras deben ser experimentada en condiciones de humedad.
  - Los especímenes deben ser rotos dentro de la tolerancia permisible para su resistencia requerida indicada.
  - Se procede con la colocación de la muestra, se limpia y verifica la nivelación de la plataforma y se alinea al centro del eje central de la presión del bloque próximo superior.
  - En cuanto a la velocidad de carga, esta se tendrá que ejecutar a una velocidad entendida entre el rango de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s ( $35 \pm 7$  psi/s). Esta velocidad seleccionada deberá mantenerse a lo largo del transcurso de dicho ensayo no siendo menor de la segunda mitad del periodo de ensayo para la fase de carga pre definida.
  - Se registrara entonces la carga máxima que soportara para el testigo durante el ensayo realizado y se deberá anotar el patrón que surgió de la falla.



**Ilustración 44.** *Ensayo compresivo.*



**Ilustración 45.** *Rotura de testigo a compresión.*

**Tabla 45.** Diámetros máximos para especímenes de ensayo.

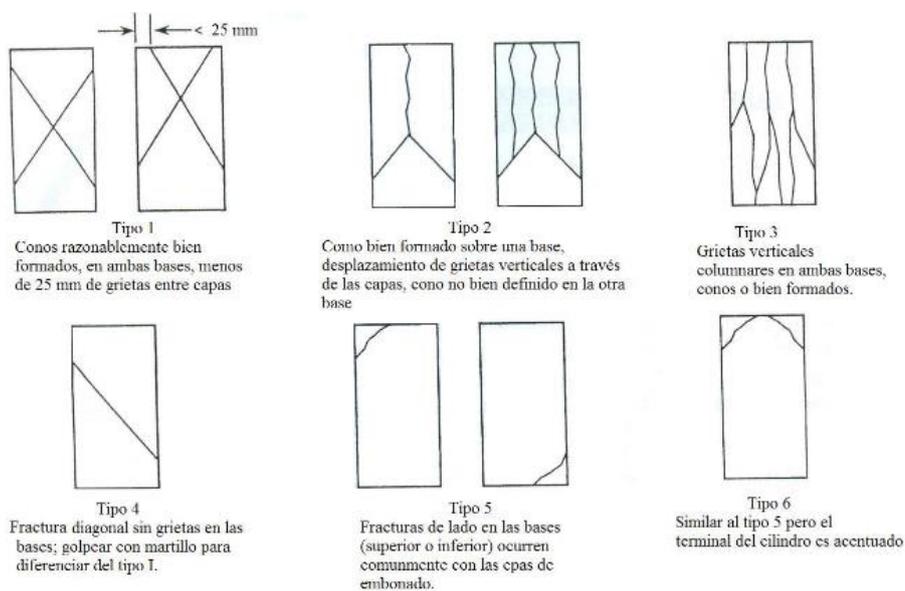
Diámetro de espécimen de ensayo (mm)	Máximo diámetro (mm)
50.0	105.0
75.0	130.0
100.0	165.0
150.0	255.0
200.0	280.0

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de ASTM C 39/ NTP 339.034:2021

**Tabla 46.** Edades de ensayo y tolerancias admisibles.

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 horas	$\pm 0,5$ h ó 2,1 %
3 días	$\pm 2$ h ó 2,8 %
7 días	$\pm 6$ h ó 3,6 %
28 días	$\pm 20$ h ó 3,0 %
90 días	$\pm 48$ h ó 2,2 %

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de ASTM C 39/ NTP 339.034:2021

**Ilustración 46.** Esquema para patrones según los tipos de fractura.

- Normativa

“Método para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos” (ASTM C78/NTP 339.078:2022).
- Objetivo

Determinar la resistencia flexionaría del concreto para las vigas que se encuentran simplemente apoyadas y que presentan cargas a los tercios de la distancia entre sus apoyos.
- Equipamiento
  - Máquina de ensayo
  - Aparatos de carga
  - Materiales e insumos
- Proceso
  - Este ensayo para la resistencia flexionaría se realiza inmediatamente después de haberse removido del agua donde se ejecutaba su curado.
  - Se procede a identificar el tipo de viga muestra, si son vigas que siguen un molde entonces se gira sobre uno de los dos lados en base de la posición a moldear y luego es centrada en las placas que servirán como apoyo, así mismo, si se tiene vigas que están cortadas, se presiona esta para que así la tensión sea correspondida en cuanto a una superficie superior o al inferior de esta, al igual que se hizo en el corte inicial.
  - Se prosigue a centrar este sistema de aplicación de pesos en proporción con la fuerza que será aplicada, luego se ponen los bloques a los cuales se colocara el peso o carga en contacto con la superficie de la toma en los tercios de la longitud de la viga y se procede a aplicar un peso entre 3.0% a 6.0% de la carga para la rotura proyectada.
  - Se determina si existe espacios entre ambas superficies para mayor precisión.

- Luego se procede a aplicar peso al testigo de manera permanente y sin contactos. El peso tendrá que ser aplicada a una velocidad continua hasta llegar al punto de rotura.
- Luego se registrara el peso máximo soportado para el testigo durante el ensayo realizado y se deberá anotar el patrón que surgió de la falla.



**Ilustración 47.** *Ensayo de Flexión de vigas.*

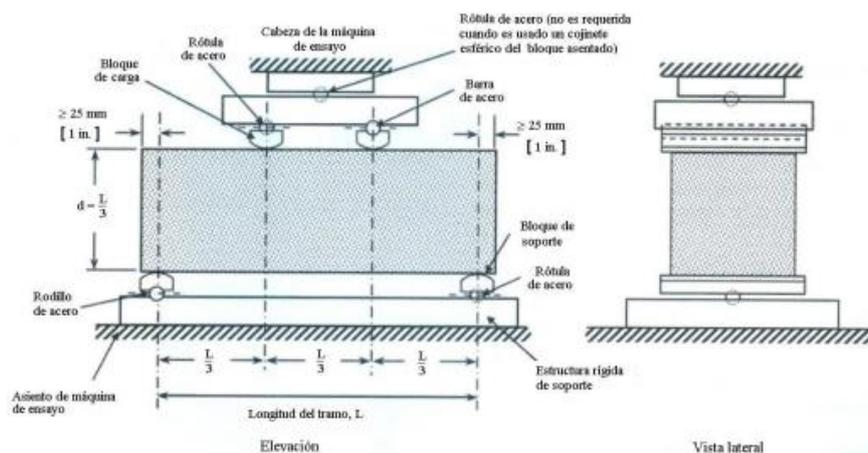


**Ilustración 48.** *Rotura de vigas por flexión de un espécimen adicionado.*

**Tabla 47.** Límites permisibles de precisión y desviación de los ensayos.

Coefficiente de variación	Porcentaje
Variación mínima	7.0%
Variación máxima	19.0%

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de NTP 339.078



**Ilustración 49.** Esquema de un dispositivo para flexionar vigas

- Normativa
 

“Método ensayo normado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica” (ASTM C496/NTP 339.084:2012 (revisada el 2017))
- Objetivo
 

Determinar la resistencia traccionaría del concreto mediante compresión diametral para una probeta cilíndrica.
- Equipamiento
  - Máquina de ensayo
  - Platina de apoyo suplementaria
  - Listones de apoyo
  - Materiales e insumos
- Proceso
  - Se inicia el proceso con el marcado mediante dibujo de rectas diametrales para cada extremo del testigo usando un dispositivo

correcto que pueda asegurar que ambas rectas pertenezcan al mismo plano axial o como alternativa alterna se puede utilizar la guía de alineación.

- Luego se procede con la medición, se determina el diámetro del testigo con un acercamiento de 0,250 mm como media de tres medidas diametrales, tomadas en los extremos y una en la mitad del testigo.

- Se procede a establecer la longitud con una precisión de 2,0 mm al igual que con el diámetro

- Luego se procede a ubicar al testigo usando las líneas diametrales que fueron marcadas.

- Se procede a ubicar el testigo usando una guía que sirve de alineación y con ayuda de los listones de apoyo y la platina complementaria por medio de una guía de rectitud o alineación.

- Luego el peso deberá ser aplicada de forma continua y evitando impactos dentro de un rango de 0,70 Mpa/min y 1,4 Mpa/min hasta que llegue a fallar el testigo por el esfuerzo traccionario por compresión diametral.



**Ilustración 50.** *Ensayo de tracción de especímenes seleccionados.*

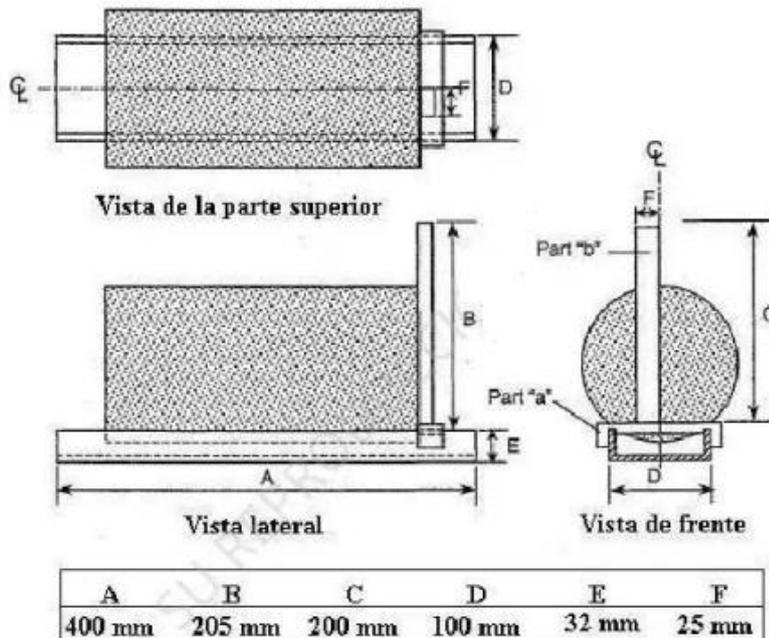


**Ilustración 51.** Rotura de espécimen por tracción para una probeta adicionada.

**Tabla 48.** Rangos permisibles para aplicación de cargas al espécimen.

Velocidad de carga	Rango
Rango mínimo	0,7 Mpa/min
Rango máximo	,4 Mpa/min

FUENTE: Elaboración propia, adaptado de NTP 339.084



**Ilustración 52.** Vista general de un aparato conveniente para el alineamiento del testigo a ensayar.

#### d. Trabajo de Gabinete

- Toma y recolección de datos de los diversos ensayos realizados en la etapa de laboratorio, mediante un cuaderno de apuntes y medios digitales.



**Ilustración 53.** *Recolección de datos de los ensayos.*

- Realización de plan de trabajo y análisis de datos obtenidos en laboratorio y canteras.



**Ilustración 54.** *Procesamiento de datos en borrador.*

- Realización y planteamiento de formatos para ensayos.
- Regularización de documentación en cuanto a certificaciones de calidad y calibración de ensayos realizados en laboratorios.
- Vaciado de información a medios digitales.
- Procesamiento de datos y recopilación de información adicional.
- Otros.

#### **4.6.2. Instrumentos para la recolección de datos.**

Los instrumentos a usar en la actual investigación se determinaron de en base a normativas pre establecidas como lo son: ASTM, NTP, ACI. En vista de que estas encuentran normalizadas los diversos ensayos detallados a continuación:

- “Formato de Análisis de granulometría para los Agregados Finos y Gruesos”.
- “Formato de Determinación para el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados”.
- “Formato de ensayo normado para la determinación de materiales más finos que puedan pasar por el tamiz normado 75  $\mu\text{m}$  (N°. 200) por lavado en agregados”.
- “Formato de ensayo normado para la determinación cualitativa para las impurezas en el agregado fino para concreto”.
- “Formato de inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio y sulfato de magnesio”.
- “Formato de ensayo normado para la determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles”.
- “Formato de ensayo normado para la determinación de la humedad total evaporable de agregados por secado”.
- “Formato de Ensayo Normado para la determinación de Densidad Relativa (Peso Específico) y la Absorción del Agregado Fino”.

- “Formato de prueba estándar para la determinación de densidad relativa (gravedad específica), y absorción de Agregado Grueso”.
- “Formato de Ensayo Normado para determinar la masa por unidad de volumen ("peso unitario") y los vacíos en los agregados”.
- “Formato de ensayo normado para hallar el valor de equivalente de arena en suelos y agregado fino”.
- “Formato de prueba estándar para determinar el % de partículas fracturadas en agregado grueso”.
- “Formato de prueba estándar para partículas planas, partículas alargadas o partículas planas y alargadas en agregado grueso”.
- “Formato de Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  – ACI 211”.
- “Formato de Practica estándar para la elaboración y curado en el laboratorio de especímenes de concreto para ensayo”.
- “Formato de Método del revenimiento del concreto de cemento hidráulico”.
- “Formato de determinación de la resistencia compresiva del concreto en muestras cilíndricas”.
- “Formato de determinación de la resistencia flexionaría del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos”.
- “Formato de ensayo normado para la determinación de la resistencia traccionaría del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica”.

**Tabla 49.** Fases o pasos de la investigación.

FASES O PASOS DE LA INVESTIGACION				
PASOS/FASES	PROCESO	INSUMO	MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS	DESCRIPCION
FASE 1	Obtención de la materia prima	Cemento	Mezcladora/Mixer	La obtención de cemento y agregados se realizó de manera directa de una ferretería cerca, mientras que la cañaduz fue comprada por productores locales y la fibra de algodón de productores textiles sin alteración alguna.
		Piedra Chancada	Taras, Horno, balanza, otros.	
		Arena Gruesa	Probetas y Cono de Abrams	
		Agua		
		Cañaduz		
		Fibra de Algodón		
FASE 2	Cálculo de porcentajes óptimos	Cemento	Mezcladora/Mixer	Los cálculos para los porcentajes óptimos se dieron basados en antecedentes locales e internacionales y bajo la realización de pruebas experimentales de resistencia primigenia.
		Piedra Chancada	Taras, Horno, balanza, otros.	
		Arena Gruesa	Probetas y Cono de Abrams	
		Agua		
		Cañaduz		
		Fibra de Algodón		
FASE 3	Adición de materia prima y testigos	Cemento	Horno/Cilindro	La adición se realizará en base al volumen del testigo y respetando el diseño de mezcla. La cañaduz será adicionada primero y la fibra de algodón después para un óptimo mezclado, en porcentajes definidos y en probetas de 4"*8"
		Piedra Chancada	Taras, Horno, balanza, otros.	
		Arena Gruesa	Concreto	
		Agua	Diseño de mezcla	
		Cañaduz		
		Fibra de Algodón		
FASE 4	Pruebas de laboratorio	Resistencia a la compresión	Maquinaria para pruebas de resistencia	Las pruebas serán realizadas en laboratorio C3 - Ingeniería Especializada bajo la supervisión de un especialista de laboratorio y se darán en tiempos de 7, 14 y 28 días ya sea de diseño patrón y con adiciones.
		Resistencia a la flexión		
		Resistencia a la tracción indirecta		
FASE 5	Análisis de resultado	Diseño patrón	Hojas de cálculo SPSS	El análisis de resultados estadístico se realizará en base a data procesada del SPSS, así mismo el procesamiento comparativo de la data entre el diseño control y diseño adicionado se realizará en hojas de cálculo.
		Diseño con adición de 2%, 4% y 6%		

FUENTE: Elaboración propia.

## 4.7. Técnicas para desarrollo y análisis de datos

### 4.7.1. Técnicas de procesamiento

**Gabinete Manual:** Se recolecta la información obtenida en campo, se verifica y se contrasta con la teoría, mediante un cuaderno de apuntes físico y se realizara de manera manual.



**Ilustración 55.** Trabajo de gabinete en laboratorio.

**Gabinete Digital:** Una vez obtenido los resultados en laboratorio de manera manual se procede a realizar el vaciado de datos a una fuente digital mediante métodos computarizados. Para llevar a cabo dicho procesamiento de datos se utilizará las siguientes herramientas digitales:

- Microsoft Excel.
- SPSS
- Microsoft Word.
- Editor y visualizador de imagen.
- Otros.

#### **4.7.2. Análisis de datos**

El actual trabajo investigativo tendrá como método de estudio, el análisis de la data estadística descriptiva y también inferencial. Según, (Valdez 2010) la estadística descriptiva es la técnica matemática que obtiene, organiza, presenta y describe un conjunto de datos con el propósito de facilitar el uso, generalmente con el apoyo de tablas, medidas numéricas o gráficas con los cuales tendremos promedios y varianzas los cuales nos ayudaran a organizar y evaluar la información previamente obtenida. Así pues, como resultado del trabajo estadístico obtendremos las Tendencias centrales de la presente investigación.

Por otro lado, (Etecé 2021) nos indica que se llama estadística inferencial o inferencia estadística a la rama de la Estadística encargada de hacer deducciones, es decir, inferir propiedades, conclusiones y tendencias, a partir de una muestra del conjunto. Su papel es interpretar, hacer proyecciones y comparaciones.

Luego de la estadística inferencial se procede con la contratación de hipótesis y un análisis de varianza.

En cuanto a la actual investigación se utilizará como herramientas de apoyo estadístico a los programas SPSS, EXCEL y S-PLUS.

#### **4.8. Aspectos éticos**

La realización de la actual investigación se hizo con la debida citación de autores de los profesionales y especialistas de los cuales se usó o se basaron ideas de la presente investigación, así mismo se respetó los derechos de autor y se evitó en su totalidad la copia parcial o completa de alguna idea pre establecida.

Toda investigación o experimentación realizada entre seres humanos debe hacerse de acuerdo a tres principios éticos básicos: Respeto a las personas, búsqueda del bien y justicia (The science of Improving lives 2005).

El presente trabajo de investigación ha primado la honestidad investigativa, de tal manera que toda la información vertida en el proceso es de fuentes fidedignas, de carácter científico y respetando la normativa ISO 690.

## CAPITULO V

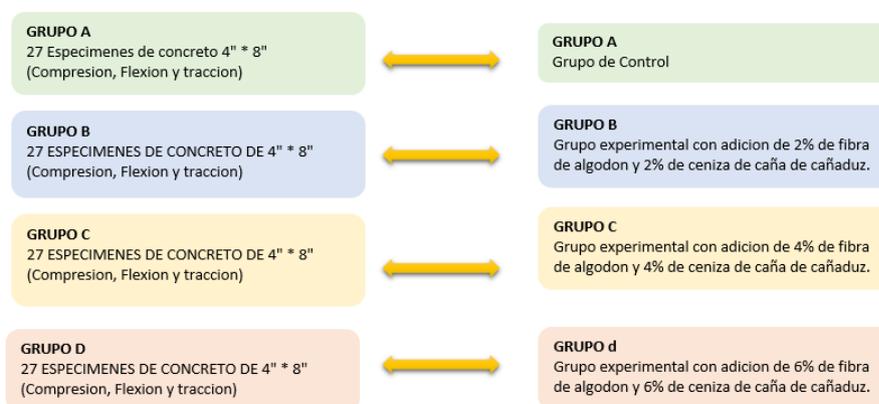
### RESULTADOS

#### 5.1. Descripción para el diseño tecnológico

La presente investigación parte como una idea para la mejora de la actividad y reacción mecánica del concreto y así poder satisfacer la necesidad de una óptima adición con fibras naturales y calcinación de materia prima con el afán de mejorar y aumentar las resistencias promedio del concreto sometidas a esfuerzos compresivos, flexionales y traccionales de los diversos elementos estructurales, así mismo, el diseño tecnológico busca y anhela crear un diseño que sea estable y conciso para brindar el aporte necesario y ser la óptima combinación de sus antecesores.

Respetando la línea de investigación institucional, siendo de gran aporte para nuevas tecnologías y procesos de la construcción.

Presentando un diseño cuasiexperimental para poner a prueba nuestra variable independiente; fibra de algodón y ceniza de cañaduz para comprobar y evaluar sus efectos en la variable dependiente.



**Ilustración 56.** *Diseño Tecnológico experimental.*

## 5.2. Descripción de resultados

### a) Resistencia a la Compresión

**Tabla 50.** Resistencia para la compresión de testigos para la muestra control.

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima (KN)	f'c del espécimen (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)
1	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	04/01/2023	7	143.13	180.7	182.40
2	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	04/01/2023	7	143.09	181.4	
3	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	04/01/2023	7	146.62	185.1	
4	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	11/01/2023	14	164.41	207.6	212.17
5	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	11/01/2023	14	168.57	213.7	
6	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	11/01/2023	14	169.77	215.2	
7	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	25/01/2023	28	193.42	244.2	245.43
8	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	25/01/2023	28	196.01	247.5	
9	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	25/01/2023	28	192.92	244.6	

FUENTE: Elaboración propia.

En cuanto a la tabla 50, podemos afirmar que el f'c en Kg/cm2 para la muestra patrón tiene una tendencia media promedio ya que a los 7 días presenta una media de 182.40 kg/cm2, para los 14 días presenta una media de 212.17 kg/cm2 y para los 28 días tiene una media de 245.43 kg/cm2, dichos valores se encuentran dentro de los parámetros promedio de resistencia compresiva y tiene valores estándar. Teniendo en cuenta que son valores sin ningún tipo de adición, alteración o experimentación.

**Tabla 51.** Resistencia para compresión de testigos para la muestra adicionando de 2% de fibra de algodón + 2% de ceniza de cañaduz.

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima (KN)	f'c del espécimen (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)
1	f'c=210 kg/cm2	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	04/01/2023	7	157.44	199.200	203.47
2	f'c=210 kg/cm2	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	04/01/2023	7	160.26	202.00	
3	f'c=210 kg/cm2	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	04/01/2023	7	165.68	209.20	
4	f'c=210 kg/cm2	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	11/01/2023	14	180.85	229.70	237.23
5	f'c=210 kg/cm2	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	11/01/2023	14	188.80	239.30	
6	f'c=210 kg/cm2	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	11/01/2023	14	191.84	242.70	
7	f'c=210 kg/cm2	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	25/01/2023	28	212.76	270.30	275.20
8	f'c=210 kg/cm2	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	25/01/2023	28	219.53	278.90	
9	f'c=210 kg/cm2	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	25/01/2023	28	218.00	276.40	

FUENTE: Elaboración propia.

De la tabla 51, podemos denotar que el f'c en Kg/cm2 para nuestro diseño adicionando 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz presenta un valor medio a los 7 días de 203.47 Kg/cm2, para los 14 días tiene una media de 237.23 Kg/cm2 y para los 28 días presenta un valor medio de 275.20 Kg/cm2. Las resultantes obtenidas

a través de ensayos en laboratorio denotan que las resistencias a la compresión promedio en base al tiempo de fraguado superan los valores de la muestra patrón.

**Tabla 52.** Resistencia para la compresión de testigos para la muestra adicionando 4% de fibra de algodón + 4% de ceniza de cañaduz.

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima (KN)	f'c del espécimen (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)
1	f'c = 210 kg/cm2	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	163.79	207.600	213.20
2	f'c = 210 kg/cm2	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	169.71	214.30	
3	f'c = 210 kg/cm2	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	172.28	217.50	
4	f'c = 210 kg/cm2	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	183.98	233.20	241.80
5	f'c = 210 kg/cm2	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	192.64	243.70	
6	f'c = 210 kg/cm2	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	197.21	248.50	
7	f'c = 210 kg/cm2	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	224.37	283.30	287.30
8	f'c = 210 kg/cm2	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	229.22	291.30	
9	f'c = 210 kg/cm2	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	226.68	287.30	

FUENTE: Elaboración propia.

De la tabla 52, denotamos que el f'c en Kg/cm2 para el diseño adicionando 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz presenta un valor medio a los 7 días de 213.20 Kg/cm2, para los 14 días tiene una media de 241.80 Kg/cm2 y para los 28 días

presenta un valor medio de 287.30 Kg/cm<sup>2</sup>. Las resultantes halladas a través de ensayos de laboratorio denotan que las resistencias a la compresión promedio en base al tiempo de fraguado superan los valores de la muestra patrón. Siendo este aumento proporcionalmente directo al porcentaje de adición antes mencionada.

**Tabla 53.** Resistencia para la compresión de testigos para la muestra adicionando 6% de fibra de algodón + 6% de ceniza de cañaduz.

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima (KN)	f'c del espécimen (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	171.29	216.70	220.80
2	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	186.21	234.70	
3	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	167.11	211.00	
4	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	199.84	253.80	251.93
5	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	203.36	257.80	
6	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	193.00	244.20	
7	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	237.91	301.60	303.93
8	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	245.01	311.20	
9	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	235.36	299.00	

FUENTE: Elaboración propia.

De la tabla 53, observamos que el f'c en Kg/cm<sup>2</sup> para el diseño con el adicionado de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz presenta un valor medio a los 7 días de 220.80 Kg/cm<sup>2</sup>, para los 14 días tiene una media de 251.93 Kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días presenta un valor medio de 303.93 Kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados encontrados mediante ensayos de laboratorio denotan que las resistencias a la compresión promedio en base

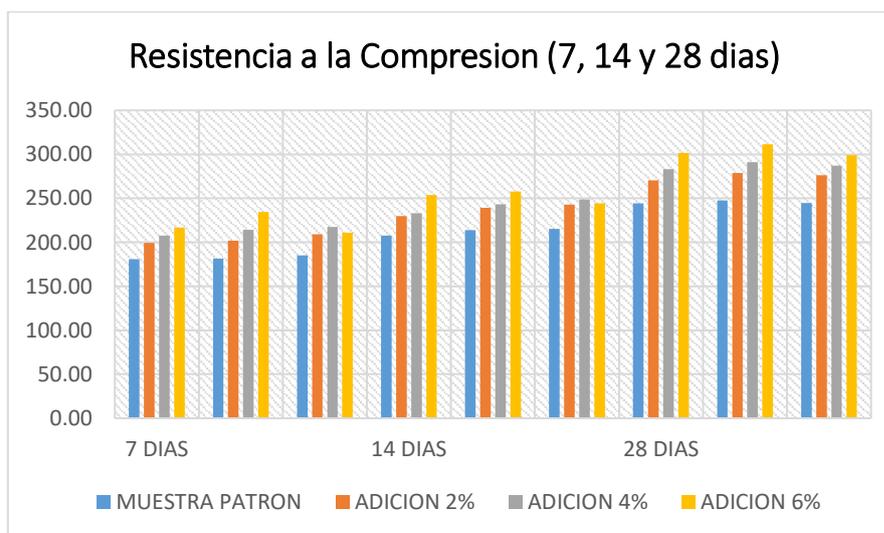
al tiempo de fraguado superan los valores de la muestra patrón. Siendo este aumento proporcionalmente directo al porcentaje de adición y superando todos los valores antes mencionados.

**Tabla 54.** Resumen de resultados para la Resistencia a la Compresión (7, 14 y 28 días)

RESISTENCIA A LA COMPRESION	MUESTRA CONTROL	ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ AL 2%	ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ AL 4%	ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ AL 6%
7 DIAS	180.70	199.20	207.60	216.70
	181.40	202.00	214.30	234.70
	185.10	209.20	217.50	211.00
14 DIAS	207.60	229.70	233.20	253.80
	213.70	239.30	243.20	257.80
	215.20	242.70	248.50	244.20
28 DIAS	244.20	270.30	283.30	301.60
	247.50	278.90	291.30	311.60
	244.60	276.40	287.30	299.00

FUENTE: Elaboración propia.

En cuanto a la tabla 54, Denotamos las resultantes de las resistencias a la compresión del concreto a los 7,14 y 28. Así mismo se observa la comparativa entre la muestra control con respecto a la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz al 2%, 4% y 6% correspondientemente.



**Ilustración 57.** Grafica comparativa de resultados a la compresión a los 7, 14 y 28 días

**Tabla 55.** Resumen estadístico de resultados de la Resistencia a la Compresión (7, 14 y 28 días)

			Estadístico	Error estándar
Muestra Patron	Media		213,3333	9,14087
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	192,2544	
		Límite superior	234,4122	
	Media recortada al 5%		213,2481	
	Mediana		213,7000	
	Varianza		752,000	
	Desviación estándar		27,42262	
	Mínimo		180,70	
	Máximo		247,50	
	Rango		66,80	
	Rango intercuartil		61,15	
	Asimetría		,077	,717
	Curtosis		-1,712	1,400
Adicion 2%	Media		238,6333	10,48186
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	214,4621	
		Límite superior	262,8046	
	Media recortada al 5%		238,5870	
	Mediana		239,3000	
	Varianza		988,825	
	Desviación estándar		31,44559	
	Mínimo		199,20	
	Máximo		278,90	
	Rango		79,70	
	Rango intercuartil		67,75	
	Asimetría		,074	,717
	Curtosis		-1,655	1,400
Adicion 4%	Media		247,4111	10,92794
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	222,2112	
		Límite superior	272,6110	
	Media recortada al 5%		247,1846	
	Mediana		243,7000	
	Varianza		1074,779	
	Desviación estándar		32,78382	
	Mínimo		207,60	
	Máximo		291,30	
	Rango		83,70	
	Rango intercuartil		69,40	
	Asimetría		,297	,717
	Curtosis		-1,683	1,400
Adicion 6%	Media		258,8889	12,40004
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	230,2943	
		Límite superior	287,4834	
	Media recortada al 5%		258,6432	
	Mediana		253,8000	
	Varianza		1383,849	
	Desviación estándar		37,20012	
	Mínimo		211,00	
	Máximo		311,20	
	Rango		100,20	
	Rango intercuartil		74,60	
	Asimetría		,260	,717
	Curtosis		-1,463	1,400

FUENTE: Elaboración propia, realizado en SPSS STATISTICS.

**Tabla 56. Resultados de Pruebas de Normalidad y Significancia.**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Muestra Patron	,203	9	,200 <sup>*</sup>	,868	9	,116
Adicion 2%	,176	9	,200 <sup>*</sup>	,900	9	,253
Adicion 4%	,197	9	,200 <sup>*</sup>	,889	9	,196
Adicion 6%	,193	9	,200 <sup>*</sup>	,913	9	,339

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

FUENTE: Elaboración propia, realizado en SPSS STATISTICS.

### b) Resistencia a la Flexión

**Tabla 57. Resistencia para la flexión de testigos para la muestra control.**

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima Rotura (KN)	Módulo de Rotura Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura promedio Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Control	28/12/2022	04/01/2023	7	31.590	43.00	43.83
2	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Control	28/12/2022	04/01/2023	7	21.095	43.60	
3	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Control	28/12/2022	04/01/2023	7	33.058	44.90	
4	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Control	28/12/2022	11/01/2023	14	38.359	52.20	53.27
5	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Control	28/12/2022	11/01/2023	14	38.973	53.00	
6	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Control	28/12/2022	11/01/2023	14	40.142	54.60	
7	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Control	28/12/2022	25/01/2023	28	45.128	61.40	62.63
8	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Control	28/12/2022	25/01/2023	28	45.85	62.30	
9	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Control	28/12/2022	25/01/2023	28	47.226	64.20	

FUENTE: Elaboración propia.

Para la tabla 57, podemos afirmar que el Mr en Kg/cm<sup>2</sup> para la muestra patrón tiene una tendencia media promedio ya que a los 7 días presenta una media de 43.83 kg/cm<sup>2</sup>, para los 14 días presenta una media de 53.27 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días tiene una media de 62.63 kg/cm<sup>2</sup>, dichos valores se encuentran dentro de los parámetros de la media en cuanto a resistencia a la flexión estándar.

**Tabla 58.** Resistencia para la flexión de testigos para la muestra adicionando 2% de fibra de algodón + 2% de ceniza de cañaduz.

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima Rotura (KN)	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo rotura promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	05/01/2023	7	35.412	48.10	49.13
2	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	05/01/2023	7	35.979	48.90	
3	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	05/01/2023	7	37.058	50.40	
4	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	12/01/2023	14	43.000	58.50	59.70
5	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	12/01/2023	14	43.688	59.40	
6	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	12/01/2023	14	44.999	61.20	
7	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	26/01/2023	28	50.588	68.80	70.23
8	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	26/01/2023	28	51.398	69.90	
9	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	26/01/2023	28	52.940	72.00	

FUENTE: Elaboración propia.

En cuanto a la tabla 58, observamos que el Mr en Kg/cm<sup>2</sup> para el diseño adicionando 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz presenta un valor medio a los 7 días de 49.13 Kg/cm<sup>2</sup>, para los 14 días tiene una media de 59.70 Kg/cm<sup>2</sup> y para los 28

días presenta un valor medio de 70.23 Kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados hallados a través de ensayos de laboratorio denotan que las resistencias a la flexión promedio en base al tiempo de fraguado superan los valores de la muestra patrón, siendo este aumento proporcional directo al porcentaje de adición y superando valores patrón.

**Tabla 59.** Resistencia para la flexión de testigos para la muestra adicionando 4% de fibra de algodón + 4% de ceniza de cañaduz.

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima Rotura(KN)	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo rotura promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	37.023	50.300	51.37
2	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	37.615	51.10	
3	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	38.744	52.70	
4	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	44.957	61.10	62.40
5	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	45.676	62.10	
6	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	47.046	64.00	
7	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	52.89	71.90	73.43
8	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	53.736	73.10	
9	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	55.35	75.30	

FUENTE: Elaboración propia.

Para la tabla 59, denotamos que el  $M_r$  en  $\text{Kg/cm}^2$  para el diseño adicionado de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz presenta un valor medio a los 7 días de 51.37  $\text{Kg/cm}^2$ , para los 14 días tiene una media de 62.40  $\text{Kg/cm}^2$  y para los 28 días presenta un valor medio de 73.43  $\text{Kg/cm}^2$ . Los resultados hallados mediante ensayos de laboratorio denotan que las resistencias a la flexión promedio en base al tiempo de fraguado superan los valores de la muestra patrón, siendo así este aumento proporcionalmente directo al porcentaje de adición y superando a los valores anteriormente mencionados.

**Tabla 60.** Resistencia pra la flexión de testigos para la muestra adicionando 6% de fibra de algodón + 6% de ceniza de cañaduz.

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima Rotura(KN)	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo rotura promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	43.344	58.90	60.17
2	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	44.038	59.90	
3	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	45.359	61.70	
4	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	52.632	71.60	73.07
5	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	53.47	72.70	
6	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	55.08	74.90	
7	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	61.92	84.20	85.93
8	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	62.911	85.50	
9	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	64.80	88.10	

FUENTE: Elaboración propia.

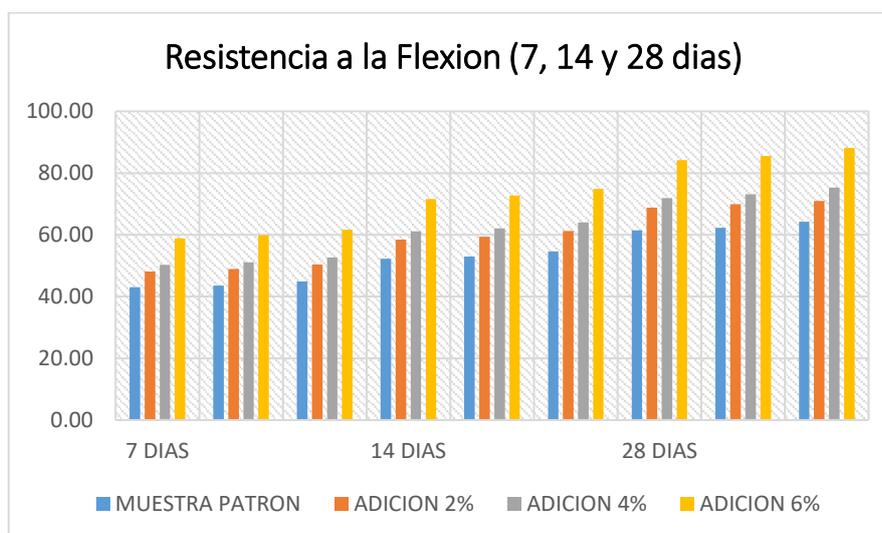
Para la tabla 60, observamos que el Mr en Kg/cm<sup>2</sup> para el diseño adicionado de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz presenta un valor medio a los 7 días de 60.17 Kg/cm<sup>2</sup>, para los 14 días tiene una media de 73.07 Kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días presenta un valor medio de 85.93 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 61.** Resumen de resultados para la Resistencia a la Flexión (7, 14 y 28 días)

RESISTENCIA A LA FLEXION	MUESTRA CONTROL	ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ AL 2%	ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ AL 4%	ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ AL 6%
7 DIAS	43.00	48.10	50.30	58.90
	43.60	48.90	51.10	59.90
	44.90	50.40	52.70	61.70
14 DIAS	52.20	58.50	61.10	71.60
	53.00	59.40	62.10	72.70
	54.60	61.20	64.00	74.90
28 DIAS	61.40	68.80	71.90	84.20
	62.30	69.90	73.10	85.50
	64.20	71.00	75.30	88.10

FUENTE: Elaboración propia.

En cuanto a la tabla 61, observamos las resultantes de las resistencias a la flexión del concreto a los 7,14 y 28. Así mismo se observa la comparativa entre la muestra control con respecto al adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz al 2%, 4% y 6% correspondientemente.



**Ilustración 58.** Grafica comparativa de resultados para la compresión a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla 62.** Resumen estadístico de resultados de la Resistencia a la Flexión (7, 14 y 28 días)

			Estadístico	Error estándar
Muestra Patron	Media		53,2444	2,73639
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	46,9343	
		Límite superior	59,5546	
	Media recortada al 5%		53,2049	
	Mediana		53,0000	
	Varianza		67,390	
	Desviación estándar		8,20916	
	Mínimo		43,00	
	Máximo		64,20	
	Rango		21,20	
	Rango intercuartil		17,60	
	Asimetría		,014	,717
	Curtosis		-1,618	1,400
	Adcion 2%	Media		59,5778
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	52,6179	
		Límite superior	66,5377	
Media recortada al 5%			59,5809	
Mediana			59,4000	
Varianza			81,984	
Desviación estándar			9,05453	
Mínimo			48,10	
Máximo			71,00	
Rango			22,90	
Rango intercuartil			19,70	
Asimetría			-,027	,717
Curtosis			-1,660	1,400
Adicion 4%		Media		62,4000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	54,9888	
		Límite superior	69,8112	
	Media recortada al 5%		62,3556	
	Mediana		62,1000	
	Varianza		92,960	
	Desviación estándar		9,64158	
	Mínimo		50,30	
	Máximo		75,30	
	Rango		25,00	
	Rango intercuartil		20,60	
	Asimetría		,019	,717
	Curtosis		-1,610	1,400
	Adicion 6%	Media		73,0556
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	64,4040	
		Límite superior	81,7071	
Media recortada al 5%			73,0062	
Mediana			72,7000	
Varianza			126,680	
Desviación estándar			11,25523	
Mínimo			58,90	
Máximo			88,10	
Rango			29,20	
Rango intercuartil			24,05	
Asimetría			,016	,717
Curtosis			-1,611	1,400

FUENTE: Elaboración propia realizada en SPSS STATISTICS.

**Tabla 63.** Resultados de Pruebas de Normalidad y Significancia.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Muestra Patron	,179	9	,200 <sup>*</sup>	,901	9	,259
Adcion 2%	,179	9	,200 <sup>*</sup>	,892	9	,211
Adicion 4%	,176	9	,200 <sup>*</sup>	,904	9	,277
Adicion 6%	,177	9	,200 <sup>*</sup>	,904	9	,274

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

FUENTE: Elaboración propia, realizado en SPSS STATISTICS.

### c) Resistencia a la Tracción

**Tabla 64.** Resistencia para la tracción de testigos para la muestra control.

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima Rotura (KN)	Resistencia a la tracción indirecta (Kg/cm2)	Resistencia a la tracción I. promedio (Kg/cm2)
1	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	04/01/2023	7	69.668	22.60	22.23
2	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	04/01/2023	7	69.197	22.50	
3	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	04/01/2023	7	66.398	21.60	
4	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	11/01/2023	14	81.611	26.50	26.67
5	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	11/01/2023	14	83.036	27.00	
6	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	11/01/2023	14	81.574	26.50	
7	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	25/01/2023	28	99.525	32.30	31.73
8	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	25/01/2023	28	98.852	32.10	
9	f'c=210 kg/cm2	Muestra Control	28/12/2022	25/01/2023	28	94.854	30.80	

FUENTE: Elaboración propia.

En base a la tabla 64, podemos afirmar que la resistencia traccionaria indirecta en Kg/cm<sup>2</sup> para la muestra control tiene una tendencia media promedio ya que a los 7 días presenta una media de 22.23 kg/cm<sup>2</sup>, para los 14 días presenta una media de 26.67 kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días tiene una media de 31.73 kg/cm<sup>2</sup>, dichos valores se encuentran dentro de los parámetros medios de resistencia traccionaria indirecta estándar.

**Tabla 65.** Resistencia para la tracción de testigos para la muestra adicionando 2% de fibra de algodón + 2% de ceniza de cañaduz.

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima Rotura (KN)	Resistencia a la tracción indirecta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción I. promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	05/01/2023	7	78.028	25.30	24.87
2	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	05/01/2023	7	77.5	25.20	
3	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	05/01/2023	7	74.37	24.10	
4	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	12/01/2023	14	91.40	29.70	29.87
5	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	12/01/2023	14	93.00	30.20	
6	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	12/01/2023	14	91.360	29.70	
7	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	26/01/2023	28	111.47	36.20	35.53
8	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	26/01/2023	28	110.71	35.90	
9	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	28/12/2022	26/01/2023	28	106.240	34.50	

FUENTE: Elaboración propia.

En cuanto a la tabla 65, observamos que la resistencia traccionaría indirecta en Kg/cm<sup>2</sup> para el diseño adicionado de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz presenta un valor medio a los 7 días de 24.87 Kg/cm<sup>2</sup>, para los 14 días tiene una media de 29.87 Kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días presenta un valor medio de 35.53 Kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados encontrados a través de ensayos de laboratorio demuestran que las resistencias a la tracción indirecta promedio en base al tiempo de fraguado superan los valores de la muestra patrón, siendo así este aumento proporcionalmente directo a su porcentaje de adición.

**Tabla 66.** Resistencia para la tracción de testigos para la muestra adicionando 4% de fibra de algodón + 4% de ceniza de cañaduz.

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima Rotura (KN)	Resistencia a la tracción indirecta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción I. promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	74.57	24.200	24.60
2	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	76.06	24.70	
3	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	76.8	24.90	
4	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	87.36	28.40	29.53
5	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	91.28	29.60	
6	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	94.38	30.60	
7	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	106.53	34.60	35.17
8	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	108.66	35.30	
9	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	109.75	35.60	

FUENTE: Elaboración propia.

De acuerdo a la siguiente tabla 66, podemos notar que la resistencia traccionaría indirecta en Kg/cm<sup>2</sup> para el diseño adicionando 4% Fibra de algodón + 4% Ceniza de cañaduz presenta un valor medio a los 7 días de 24.60 Kg/cm<sup>2</sup>, para los 14 días tiene una media de 29.53 Kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días presenta un valor medio de 35.17 Kg/cm<sup>2</sup>. Las resultantes encontradas a través ensayos de laboratorio demuestran que las resistencias a la tracción indirecta promedio en base al tiempo de fraguado superan los valores de la muestra patrón, siendo así este aumento proporcionalmente directo al porcentaje de adición y siendo similar en valor a la adición 2% de fibra de algodón y 2 % de ceniza de cañaduz.

**Tabla 67.** Resistencia para la tracción de testigos para la muestra adicionando 6% de fibra de algodón + 6% de ceniza de cañaduz.

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima Rotura (KN)	Resistencia a la tracción indirecta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción l. promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	93.22	30.30	30.63
2	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	93.56	30.40	
3	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	05/01/2023	7	96.03	31.20	
4	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	109.20	35.50	36.77
5	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	112.28	36.50	
6	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	12/01/2023	14	117.98	38.30	
7	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 2% Fibra de algodón + 2% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	133.16	43.20	43.70
8	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	133.65	43.40	
9	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición de 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz	29/12/2022	26/01/2023	28	147.19	44.50	

FUENTE: Elaboración propia.

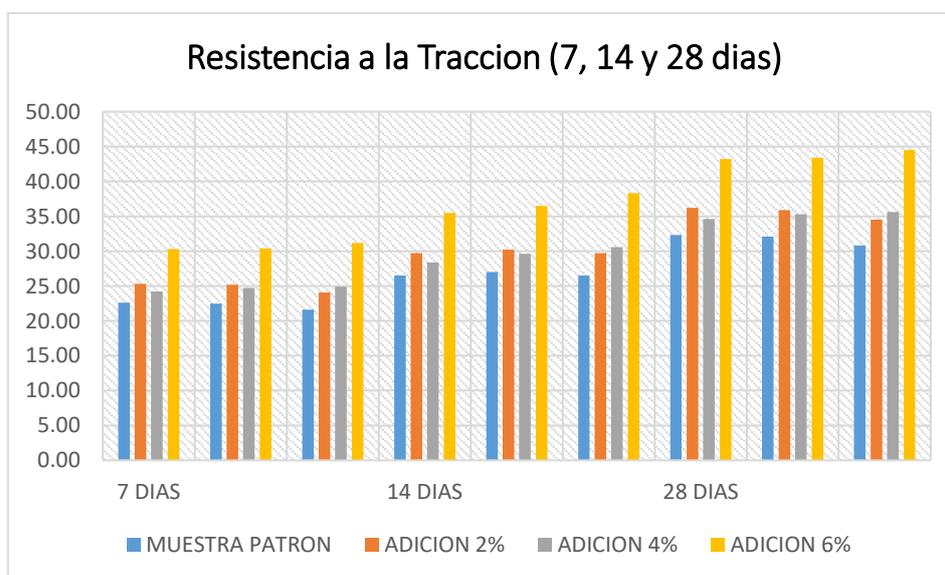
En cuanto a la tabla 67, observamos que la resistencia traccionaría indirecta en Kg/cm<sup>2</sup> para el diseño adicionando 6% Fibra de algodón + 6% Ceniza de cañaduz presenta un valor medio a los 7 días de 30.63 Kg/cm<sup>2</sup>, para los 14 días tiene una media de 36.77 Kg/cm<sup>2</sup> y para los 28 días presenta un valor medio de 43.70 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 68.** Resumen de resultados para la Resistencia a la Tracción (7, 14 y 28 días)

RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA	MUESTRA CONTROL	ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ AL 2%	ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ AL 4%	ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ AL 6%
7 DIAS	22.60	25.30	24.20	30.30
	22.50	25.20	24.70	30.40
	21.60	24.10	24.90	31.20
14 DIAS	26.50	29.70	28.40	35.50
	27.00	30.20	29.60	36.50
	26.50	29.70	30.60	38.30
28 DIAS	32.30	36.20	34.60	43.20
	32.10	35.90	35.30	43.40
	30.80	34.50	35.60	44.50

FUENTE: Elaboración propia, realizado en SPSS STATISTICS.

De la tabla 68, denotamos a los resultados de la resistencia traccionaría indirecta del concreto a los 7,14 y 28. Así mismo se observa la comparativa entre la muestra control con respecto al adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz al 2%, 4% y 6% respectivamente.



**Ilustración 59.** Grafica comparativa de resultados a la compresión a los 7, 14 y 28 días

**Tabla 69.** Resumen estadístico de resultados de la Resistencia a la Tracción (7, 14 y 28 días)

			Estadístico	Error estándar
Muestra Patron	Media		26,8778	1,38281
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	23,6890	
		Límite superior	30,0665	
	Media recortada al 5%		26,8698	
	Mediana		26,5000	
	Varianza		17,209	
	Desviación estándar		4,14843	
	Mínimo		21,60	
	Máximo		32,30	
	Rango		10,70	
	Rango intercuartil		8,90	
	Asimetría		,119	,717
	Curtosis		-1,566	1,400
	Adición 2%	Media		30,0889
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	26,5083	
		Límite superior	33,6695	
Media recortada al 5%			30,0821	
Mediana			29,7000	
Varianza			21,699	
Desviación estándar			4,65818	
Mínimo			24,10	
Máximo			36,20	
Rango			12,10	
Rango intercuartil			9,95	
Asimetría			,109	,717
Curtosis			-1,558	1,400
Adición 4%		Media		29,7667
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	26,2135	
		Límite superior	33,3198	
	Media recortada al 5%		29,7519	
	Mediana		29,6000	
	Varianza		21,368	
	Desviación estándar		4,62250	
	Mínimo		24,20	
	Máximo		35,60	
	Rango		11,40	
	Rango intercuartil		10,15	
	Asimetría		,099	,717
	Curtosis		-1,741	1,400
	Adición 6%	Media		37,0333
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	32,6351	
		Límite superior	41,4316	
Media recortada al 5%			36,9926	
Mediana			36,5000	
Varianza			32,740	
Desviación estándar			5,72189	
Mínimo			30,30	
Máximo			44,50	
Rango			14,20	
Rango intercuartil			12,50	
Asimetría			,096	,717
Curtosis			-1,734	1,400

FUENTE: Elaboración propia, realizado en SPSS STATISTICS.

**Tabla 70.** Resultados de Pruebas de Normalidad y Significancia.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Muestra Patron	,182	9	,200*	,892	9	,211
Adicion 2%	,181	9	,200*	,895	9	,224
Adicion 4%	,187	9	,200*	,882	9	,165
Adicion 6%	,193	9	,200*	,884	9	,174

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

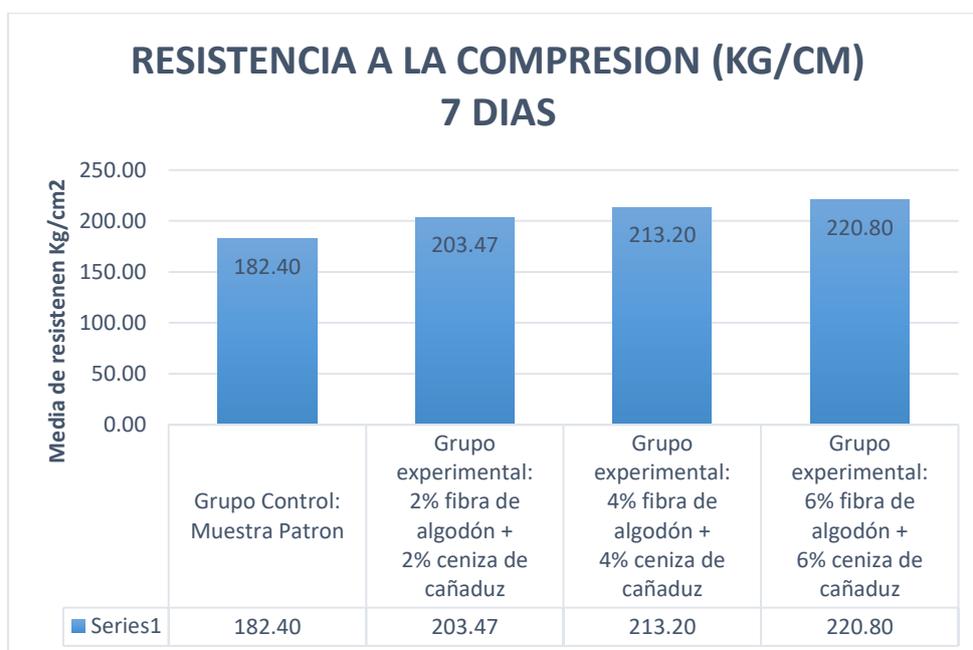
a. Corrección de significación de Lilliefors

FUENTE: Elaboración propia, realizado en SPSS STATISTICS.

### 5.3 Contrastación de hipótesis

#### 5.3.1 Contrastación de hipótesis específica N.º 01

Hipótesis específica N.º 01 se muestra lo siguiente: La influencia del adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz mejora la resistencia a la compresión del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo.



**Ilustración 60.** Resistencia media a la compresión a los 7 días.

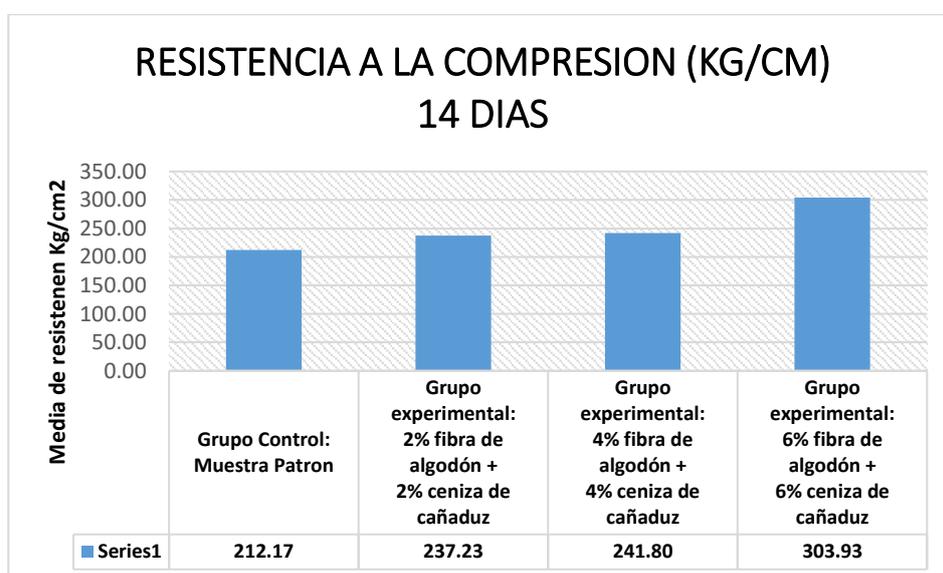
**Acotación:** Se observa en la ilustración 56 la disposición del grupo control en cuanto al grupo experimental, lo siguiente:

- El grupo experimental con adición de 2% fibra de algodón y 2% ceniza de cañaduz es superior en 11.55% a la muestra control.

- El grupo experimental con adición de 4% fibra de algodón y 4% ceniza de cañaduz es superior en 16.89% a la muestra control.

- El grupo experimental con adición de 6% fibra de algodón y 6% ceniza de cañaduz es superior en 21.05% a la muestra control.

Como se puede observar en la resistencia media de la compresión a los 7 días, los grupos experimentales aumentan de manera directamente proporcional al grupo control en los porcentajes definidos, así mismo se puede notar una correlación lineal ascendente progresiva entre muestras.



**Ilustración 61.** Resistencia media a la compresión a los 14 días.

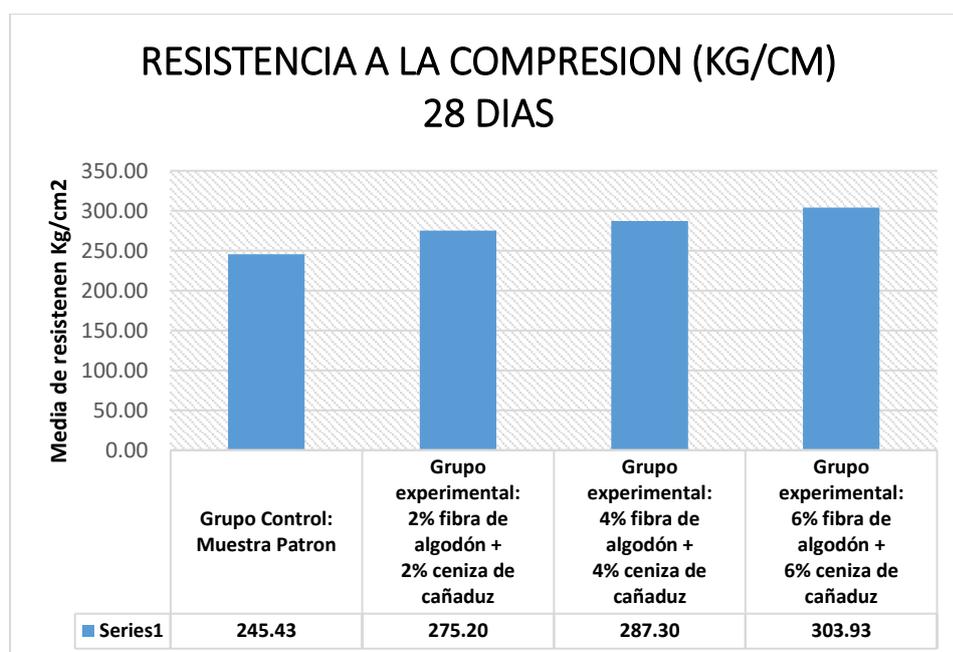
**Acotación:** Se observa en la ilustración 57 la disposición del grupo control en cuanto al grupo experimental, lo siguiente:

- El grupo experimental con adición de 2% fibra de algodón y 2% ceniza de cañaduz es superior en 11.81% a la muestra control.

- El grupo experimental con adición de 4% fibra de algodón y 4% ceniza de cañaduz es superior en 13.97% a la muestra control.

- El grupo experimental con adición de 6% fibra de algodón y 6% ceniza de cañaduz es superior en 43.25% a la muestra control.

Como se denota, la resistencia media de la compresión a los 14 días, los grupos experimentales aumentan de manera directamente proporcional al grupo control en los porcentajes establecidos, así mismo se puede notar una correlación lineal ascendente progresiva entre muestras, lo cual demuestra la hipótesis de que la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz mejora la resistencia del concreto.



**Ilustración 62.** Resistencia media a la compresión a los 28 días.

**Acotación:** Se observa en la ilustración 58 la disposición del grupo control en cuanto al grupo experimental, lo siguiente:

- El grupo experimental con adición de 2% fibra de algodón y 2% ceniza de cañaduz es superior en 12.13% a la muestra control.

- El grupo experimental con adición de 4% fibra de algodón y 4% ceniza de cañaduz es superior en 17.06% a la muestra control.

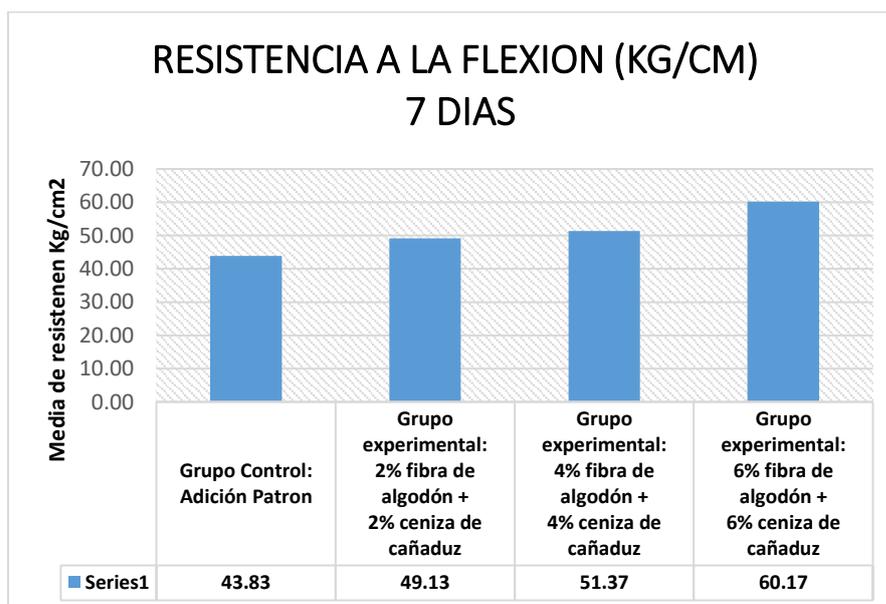
- El grupo experimental con adición de 6% fibra de algodón y 6% ceniza de cañaduz es superior en 23.84% a la muestra patrón.

Se denota que la resistencia media de la compresión a los 28 días, los grupos experimentales aumentan de manera directamente proporcional al grupo control en los porcentajes establecidos, así mismo se puede notar una correlación lineal ascendente progresiva entre muestras.

En cuanto a la tabla 66, se observa que se tiene diferencia entre medias de forma directamente proporcional en función a la cantidad de adición y una varianza dispersa entre la muestra patrón y las adiciones al 2%, 4% y 6% de fibra de algodón y ceniza de cañaduz.

### 5.3.2 Contrastación de hipótesis específica N° 02

Hipótesis específica N° 02 se demuestra lo siguiente: La influencia del adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz mejora la resistencia a la flexión del concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo.

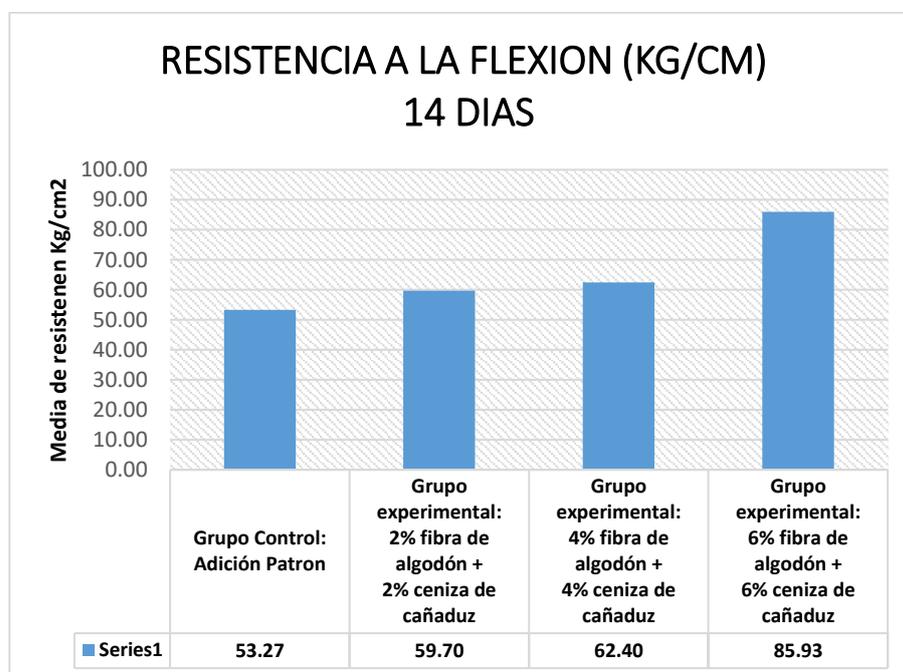


**Ilustración 63.** Resistencia media a la flexión a los 7 días.

**Acotación:** Se observa en la ilustración 59 la disposición del grupo control en cuanto al grupo experimental, lo siguiente:

- El grupo experimental con adición de 2% fibra de algodón y 2% ceniza de cañaduz es superior en 12.09% a la muestra control.
- El grupo experimental con adicionado de 4% fibra de algodón y 4% ceniza de cañaduz es superior en 17.19% a la muestra control.
- El grupo experimental con adicionado de 6% fibra de algodón y 6% ceniza de cañaduz es superior en 37.26% a la muestra control.

Se puede observar en la resistencia media de la flexión a los 7 días, los grupos experimentales aumentan de manera directamente proporcional al grupo control en los porcentajes definidos, así mismo se puede notar una tendencia lineal ascendente progresiva entre muestras.

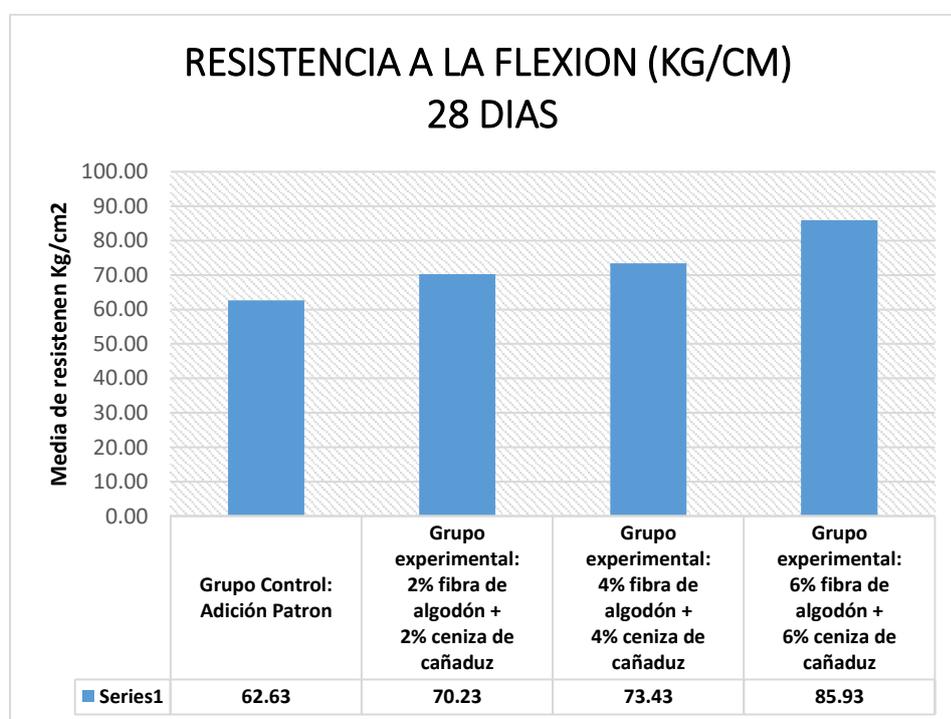


**Ilustración 64.** Resistencia media a la flexión a los 14 días.

**Acotación:** Se observa en la ilustración 60 la disposición del grupo control en cuanto al grupo experimental, lo siguiente:

- El grupo experimental con adición de 2% fibra de algodón y 2% ceniza de cañaduz es superior en 12.08% a la muestra control.
- El grupo experimental con adicionado de 4% fibra de algodón y 4% ceniza de cañaduz es superior en 17.15% a la muestra control.
- El grupo experimental con adicionado de 6% fibra de algodón y 6% ceniza de cañaduz es superior en 61.33% a la muestra control.

Como se denota, la resistencia media de la flexión a los 14 días, los grupos experimentales aumentan de manera directamente proporcional al grupo control en los porcentajes establecidos, así mismo se puede notar una correlación lineal ascendente progresiva entre muestras.



**Ilustración 65.** Resistencia media a la flexión a los 28 días.

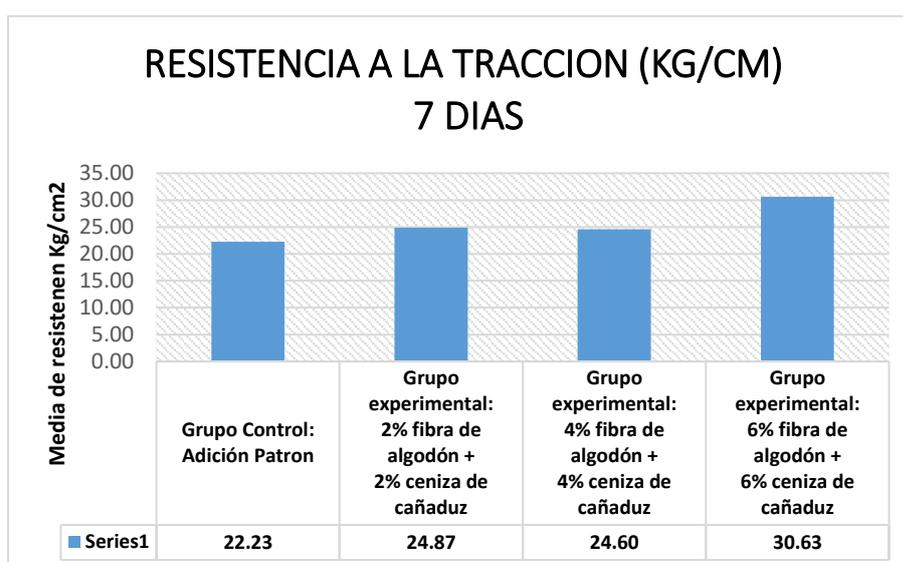
**Acotación:** Se observa en la ilustración 61 la disposición del grupo control en cuanto al grupo experimental, lo siguiente:

- El grupo experimental con adición de 2% fibra de algodón y 2% ceniza de cañaduz es superior en 12.13% a la muestra control.
- El grupo experimental con adición de 4% fibra de algodón y 4% ceniza de cañaduz es superior en 17.24% a la muestra control.
- El grupo experimental con adición de 6% fibra de algodón y 6% ceniza de cañaduz muestra superioridad en 37.20% a la muestra control.

Como se denota, la resistencia media de la flexión a los 28 días, los grupos experimentales aumentan de manera directamente proporcional al grupo control en los porcentajes establecidos, así mismo se puede notar una correlación lineal ascendente progresiva entre muestras.

#### 5.4.1. Contrastación de hipótesis específica N° 03

Hipótesis específica N° 03 se demuestra lo siguiente: La influencia del adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz mejora la resistencia a la tracción del concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo.

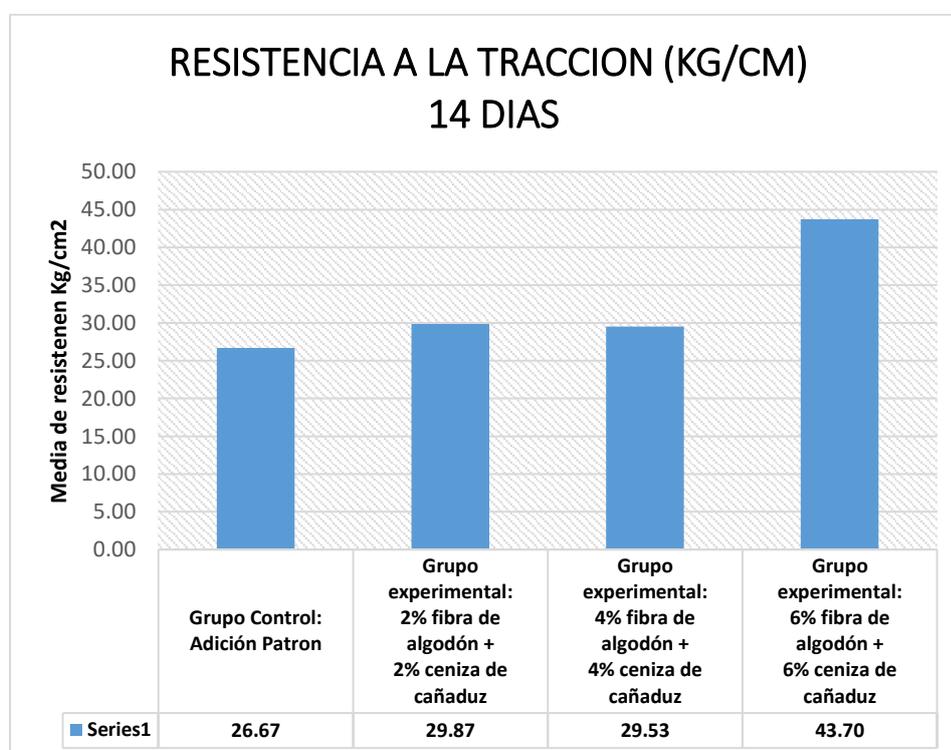


**Ilustración 66.** Resistencia media a la tracción a los 7 días.

**Acotación:** Se observa en la ilustración 62 la disposición del grupo control en cuanto al grupo experimental, lo siguiente:

- El grupo experimental con adición de 2% fibra de algodón y 2% ceniza de cañaduz es superior en 11.84% a la muestra control.
- El grupo experimental con adicionado de 4% fibra de algodón y 4% ceniza de cañaduz es superior en 10.64% a la muestra control.
- El grupo experimental con adicionado de 6% fibra de algodón y 6% ceniza de cañaduz muestra superioridad en 37.78% a la muestra control.

Como se denota, la resistencia media de la tracción a los 7 días, los grupos experimentales aumentan de manera directamente proporcional al grupo control en los porcentajes establecidos, así mismo se puede notar una correlación lineal ascendente progresiva entre muestras.

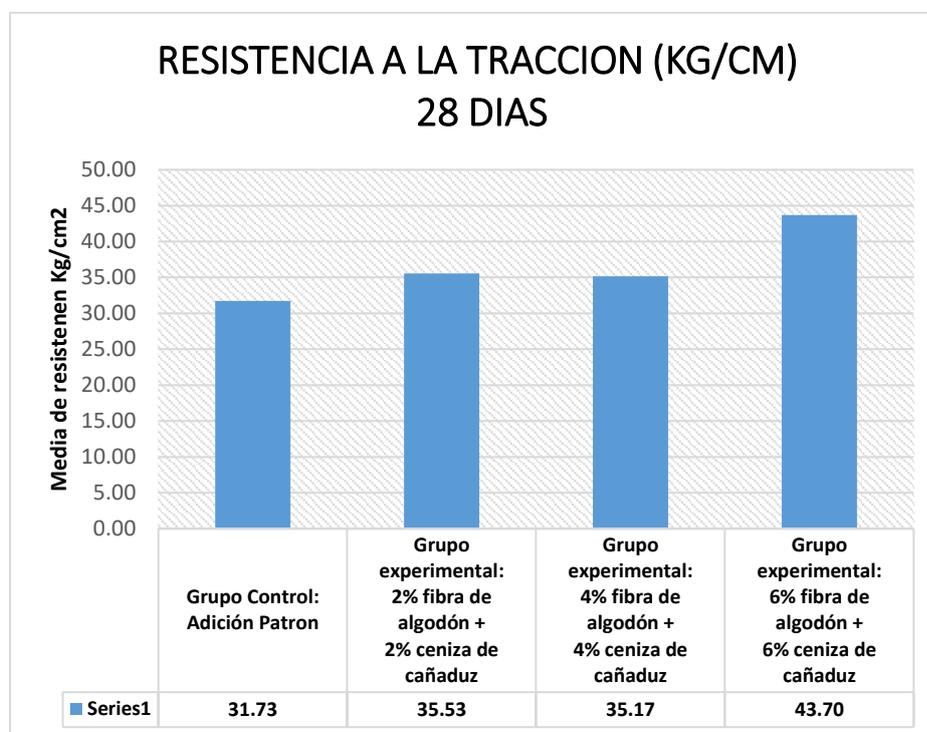


**Ilustración 67.** Resistencia media a la tracción a los 14 días.

**Acotación:** Se observa en la ilustración 63 la disposición del grupo control en cuanto al grupo experimental, lo siguiente:

- El grupo experimental con adición de 2% fibra de algodón y 2% ceniza de cañaduz es superior en 12.00% a la muestra control.
- El grupo experimental con adición de 4% fibra de algodón y 4% ceniza de cañaduz es superior en 10.75% a la muestra control.
- El grupo experimental con adición de 6% fibra de algodón y 6% ceniza de cañaduz es superior en 63.88% a la muestra control.

Como se denota, la resistencia media de la tracción a los 14 días, los grupos experimentales aumentan de manera directamente proporcional al grupo control en los porcentajes establecidos, así mismo se puede notar una correlación lineal ascendente progresiva entre muestras.



**Ilustración 68.** Resistencia media a la tracción a los 28 días.

**Acotación:** Se observa en la ilustración 64 la disposición del grupo control en cuanto al grupo experimental, lo siguiente:

- El grupo experimental con adición de 2% fibra de algodón y 2% ceniza de cañaduz es superior en 11.97% a la muestra control.

- El grupo experimental con adición de 4% fibra de algodón y 4% ceniza de cañaduz es superior en 10.82% a la muestra control.

- El grupo experimental con adición de 6% fibra de algodón y 6% ceniza de cañaduz muestra superioridad en 37.71% a la muestra control.

Como se denota, la resistencia media de la tracción a los 28 días, los grupos experimentales aumentan de manera directamente proporcional al grupo control en los porcentajes establecidos, así mismo se puede notar una correlación lineal ascendente progresiva entre muestras.

#### **5.4.2. Contrastación de hipótesis general**

En función a lo determinado en las hipótesis específicas 01, 02 y 03, se determina que el adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz mejora las características mecánicas del concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo, por lo que la hipótesis general es aceptada.

## CAPITULO VI

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De la investigación de CORONEL Camino, Ramiro y MUÑOZ Pérez, Sócrates, (2021), en su artículo científico titulado: “resultado de la ceniza de cañaduz en las características del concreto”, que dice sobre el adicionado de cañaduz que no aumenta las propiedades físicas y tampoco mecánicas del concreto sino que las empeora con una racionalización con 5.0% de reemplazo que facilito principios próximos al de la muestra control en el ensayo compresivo, en cuanto a la resistencia flexionaría la racionalización de 10% contribuyo relativamente en base a la combinación control a los 28 días de curación.

Así mismo indica que el porcentaje óptimo para muestras ensayadas a compresión fue la mezcla patrón de sustitución para los dos diseños a pesar de que la dosificación al 5.0% presenta valores próximos a ésta, la dosificación al 20.0 % de sustitución fue la que más desfavoreció, decreciendo esta resistencia hasta en un 42.030% en mezclas de diseño de  $f'c$  280 Kg/cm<sup>2</sup> y hasta 54.830% en mezclas experimentales de  $f'c$  350 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días en cuanto a curación, la dosificación al 10% de sustitución es la de mejor comportamiento en cuanto al patrón elástico y para los testigos ensayados de manera flexionaría en diseños de  $f'c$  350 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por ende la CAÑADUZ utilizada en la elaboración de concreto no imparte ni ayuda la resistencia compresiva.

Según el antecedente la sustitución al 5% empeora la resistencia del concreto, asemejándose en valores a la su muestra patrón. En cuanto a la presente investigación podemos corroborar que la sustitución parcial del material cementante (Cemento Portland) no producirá mejores resultados, sin embargo, en la presente investigación la adición si mejora las características mecánicas del concreto para relaciones de 2%, 4% y 6% de fibra de algodón y ceniza de cañaduz, las cuales fueron aumentando directamente proporcional con respecto a la muestra patrón. De igual manera, se tiene según el antecedente que al sustituir la dosificación con un 20% se obtiene resultados aún más desfavorables, avalando asi la presente investigación que

propone valores inferiores al mencionado, los cuales serán adicionados y no sustituciones al material cementante (Cemento Portland).

En cuanto a la investigación de FARFÁN Córdoba, M.; PASTOR Simón, H. (2018), en su artículo científico titulado: “Ceniza de cañaduz en la resistencia compresiva del Concreto”, lo cual dice sobre la resistencia compresiva del concreto que decreció con el aumento de la relación de ceniza, inferiormente al de la combinación control. En cuanto al concreto con 20% de CAÑADUZ obtuvo un mejor desenvolvimiento compresivo a los 7 y 28 días de curación, a pesar de que las dos estuvieron inferiormente al 59% del concreto estándar (patrón).

Podemos señalar que en concordancia con el primer antecedente la sustitución al 20% de ceniza de bagazo de cañaduz tiene mejor comportamiento en comparativa con sustituciones con porcentajes mayores, pero que a pesar de ello se encuentra por debajo de su muestra control. Entonces podemos corroborar que las sustituciones al concreto en porcentajes mayores al 20% no mejoran el desenvolvimiento de las características mecánicas del concreto, en concordancia con esta investigación los porcentajes óptimos son inferiores al 20% y en calidad de adición.

En cuanto a la investigación de TAMARA Rodríguez, Joaquín; CHAVARRY Vallejos, Carlos; CHAVARRÍA Reyes, Liliana; PEREYRA Salardi, Enriqueta; ROJAS Libia, Carlos; y BOTONERO Barrientos, Christian. (2021), en su artículo científico titulado: “Fibra de algodón para aumentar la consistencia mecánica de los componentes estructurales de concreto”, nos da a conocer que los ensayos de resistencia compresiva para 28 días en cuanto a probetas sin reforzar se trató de 12MPa, y con incorporación de Polímero Reforzado con Fibra de Carbono (CFRP) al 100%, experimentó un incremento de 2,67 veces su resistencia (32,04MPa), mientras que las probetas reforzadas al 50%, incrementan su resistencia en 1,57 veces (18,84MPa). El antecedente indica que la aplicación de Polímero reforzado con fibra de carbono aumenta significativamente las características mecánicas del concreto, esto contrasta con la actual investigación ya que su contenido de fibra en su estado natural tiende a mejorar las propiedades mecánicas y estabiliza el desempeño en su resistencia. Así pues la adición o aplicación de una fibra natural se presenta como una opción viable en cuanto al reforzamiento de la resistencia de un concreto.

En cuanto a la investigación de HAFSA, Jamshaid y RAJESH KUMAR, Mishra, (2022), en su artículo científico titulado: “Concrete previously reinforced with cellulosic fiber of natural origin Natural: Influence of the Type of Fiber and the Percentage of Load on Mechanical Wear and Water Absorption”, indica que la resistencia traccionaría indirecta y compresiva de las muestras de concreto desarrolladas con refuerzo de fibra celulósica o fibra de algodón aumentó gradualmente con el aumento de la proporción de fibras celulósicas naturales hasta el 2%. Un aumento adicional en la fracción de carga de fibra da como resultado el deterioro de las características mecánicas. Mediante la utilización de refuerzo de fibras de filamento o yute y sisal, se observó una mejora de alrededor del 11,6 % al 20,2 % en la resistencia traccionaría y compresiva, respectivamente, en comparativa con el concreto más simple, solo agregando un 2 % de fibras en la mezcla de concreto.

Según el antecedente se corrobora que la adición óptima en cuanto a fibras naturales (fibra de algodón) es de alrededor de un 2% mínimo lo cual acrecienta la compresiva y traccionaría y que el incremento en la resistencia es significativo aumentado hasta un 20% de la muestra control. Así pues, el precedente y la presente investigación concuerdan en que para un uso óptimo en adición de fibras naturales es necesario otro medio estabilizante como vinculo, ya sea este una fibra natural o un compuesto orgánico pero que sea cual sea el caso su porcentaje mínimo de adición no supere el 2%.

Según la investigación de MIRANDA Espitia, Angélica N. (2021), en su trabajo de grado de magister titulado: “Característica Mecánica del Concreto con Adicionado de Fibras Naturales (Cañaduz) y Fibras Sintéticas (Polipropileno)”, la adherencia entre las fibras y los demás materiales de la combinación evitan la falla inmediata en los elementos de concreto, característica negativa que presenta un concreto normal. Sin embargo, se encontró que el módulo de rotura se afecta considerablemente, por lo que los tipos de concreto fibro-reforzados con cañaduz no se consideran como un material ideal para su uso a nivel estructural. En el mejor escenario, en cuanto a relaciones de fibras del 0.5% y el 1.5% se decrece hasta una base de 10% de la resistencia flexionaría con respecto a un concreto sin fibras.

Por lo observado en el antecedente se corrobora que los materiales de la mezcla en contacto con la adición de fibras naturales incrementan su adherencia evitando fallar súbitamente pero que a nivel de uso estructural no son recomendables por su módulo de rotura.

Según el antecedente discrepa con la presente investigación ya que sostiene que no a nivel estructural el comportamiento de un concreto adicionado con fibras de procedencia natural son afectados en cuanto a su módulo de rotura, sin embargo, en los ensayos de laboratorio sometidos en laboratorio se pudo observar la mejora continua y progresiva en cuanto a resistencia y estabilidad para estructuras sometidas a compresión, flexión y tracción, denotando así que aparte de la dosificación óptima de la adición también es indispensable el tipo de fibra, ya que reaccionan diferente cuando son sometidas a esfuerzos.

Nos indica también que para proporciones de fibras de cañaduz entre 0.5% y 1.5% se pierde resistencia a la flexión, corroborando así nuestra investigación debido a que la dosificación óptima para nuestra adición tuvo como porcentaje mínimo de 2% la cual es el valor mínimo para un crecimiento en la resistencia de las características mecánicas para el concreto.

En cuanto a una investigación de GONZÁLEZ Moreno, Humberto Raymundo. (2020). Para su trabajo de investigación doctoral titulada: “dinámica temporal de concretos modificados con ceniza de bagazo de cañaduz, expuestos en zonas costeras: una alternativa de concreto sustentable”, indica que tan solo con el 3% adicional de ceniza de bagazo de cañaduz alcanzó 107% la efectividad a la muestra patrón. Gracias a esos aditivos se han logrado concretos en las dos últimas décadas que han repuntado la tecnología de los materiales. Así mismo sostiene que los nuevos materiales se han analizado partiendo de residuos de puzolanas artificiales o naturales, no obstante, se debe de tener en cuenta que las posibilidades de usar o no un residuo depende en gran medida de la actividad puzolánica que tengan dichos materiales, además de la cantidad de material que existe, en este punto es importante hacer mención del desarrollo regional que puede llegar a tener de un sitio, es decir, factores internos y externos del mismo entorno.

Según el antecedente con una adición de 3% de ceniza de bagazo de cañaduz se logró aumentar la resistencia con una efectividad del 107%, lo cual corrobora la presente investigación que plantea que la adición debe ser de no menor de 2% y no mayor de 12% para tener una dosificación óptima en base a las resistencias de las características mecánicas para el concreto. Así mismo se corrobora que para que un aditivo natural tenga resultados mejorados se tiene que tener en cuenta el grado puzolánico de lo empleado y que no difiera o sustituya al material cementante (Cemento Portland).

## CONCLUSIONES

1. Acorde a la actual investigación, podemos concluir que el adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz representa una repercusión significativa en las características mecánicas del concreto, siendo esta mejora directamente proporcional a la cantidad de adición que se aplique, ya sea 2%, 4% y 6% respectivamente de la combinación experimentada. Así mismo el tiempo de fraguado o de vida del testigo a los 28 días fue el que mayor resistencia tuvo en las características mecánicas del concreto. Entonces el valor que mejor resultado obtuvo para la resistencia compresiva fue el testigo a los 28 días con una adición de 6% de fibra de algodón y 6% de ceniza de cañaduz con un valor de 299 Kg/cm<sup>2</sup>, de igual manera la mayor resistencia obtenida para flexión y tracción indirecta fueron los testigos a los 28 días con adición de 6% de fibra de algodón y 6% de ceniza de cañaduz con resultados de 88.10 Kg/cm<sup>2</sup> y 44.5 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.
2. La incidencia del adicionado de fibra de algodón con ceniza de cañaduz para la resistencia compresiva se presentaron resultados obtenidos a los 7, 14 y 28 días de edad del concreto que presentan diferencias significativas entre la muestra patrón y las adiciones de fibra de algodón y ceniza de cañaduz al 2%, 4% y 6% respectivamente, en cuanto a sus características mecánicas como lo son la resistencia compresiva, flexionaría y traccionaría, siendo significativamente favorable para la mejora de resistencia en todas. Así pues, los testigos de la muestra patrón de mayor resistencia fueron a los 28 días de fraguado con resultados de 244.6 kg/cm<sup>2</sup>, 64.20 Kg/cm<sup>2</sup> y 30.80 Kg/cm<sup>2</sup> para pruebas de resistencia compresivas, flexionantes y traccionales indirectas respectivamente.
3. Se concluye con que el adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz trasciende de manera significativa en las características mecánicas del concreto, incrementando la resistencia compresiva hasta en un 70% a los 28 días de fraguado y con una adición de 6% de fibra de algodón y 6% ceniza de cañaduz considerando una resistencia convencional de  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>. De igual manera el adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz influye notablemente en la resistencia flexionaría hasta en un 73% a los 28 días de fraguado con una adición de 6% de fibra de algodón y 6% de ceniza de cañaduz considerando una resistencia convencional. Así mismo el adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz influye notablemente para la resistencia traccionaría hasta en un 69% a los 28 días de fraguado con una adición de

6% de fibra de algodón y 6% de ceniza de cañaduz considerando una resistencia convencional. En cuanto a la comparativa del grupo experimental con la muestra patrón se concluye lo siguiente: La resistencia compresiva a los 28 días de edad y con una adición al 6% de fibra de algodón y 6% de ceniza de cañaduz, el grupo experimental muestra superioridad en 23.84% a la muestra control. En cuanto a la resistencia flexionaría a los 28 días de edad y con una adicionado al 6% de fibra de algodón y 6% de ceniza de cañaduz, el grupo experimental es superior en 37.20% a la muestra patrón. En cuanto a la resistencia traccionaría a los 28 días de edad y con una adición al 6% de fibra de algodón y 6% de ceniza de cañaduz, el grupo experimental muestra superioridad en 37.71% a la muestra control.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda determinar la relevancia del adicionado de fibra de algodón y ceniza cañaduz para otros porcentajes con el afán de verificar si las relaciones directas proporcionales siguen en aumento o se reducen en el proceso, con la finalidad de proseguir con investigaciones futuras. Así mismo es indispensable tener los precedentes de la actual investigación, ya que el adicionado excesivo de insumos orgánicos o semi orgánicos al concreto podría conllevar a pérdidas de resistencia o dificultad de trabajabilidad de la muestra. Se debe tener en claro que para próximas investigaciones la ceniza de cualquier material o insumo orgánico o semi orgánico debe ser aplicado como adición mas no como sustitución ya que podría verse afectado el diseño de mezcla.
2. Se recomienda que para verificar o evaluar la significancia de la adición, se priorice las pruebas a los 28 días de fraguado del concreto, para poder tener resultados de mayor precisión y que sean confiables para su ejecución práctica. De igual manera tener en consideración que para estos resultados cumplan los objetivos de influenciar significativamente las propiedades mecánicas del concreto se deben tener aspectos importantes en consideración como: El grado de calcinación del insumo primario que debe rondar entre 250 °C – 400°C, el correcto uso de prensa para rotura, la correcta realización de moldaje de testigos, el almacenamiento a temperatura ambiente y en una superficie nivelada, entre otros.
3. Se recomienda una base empírica para cualquier experimentación en el concreto, ya que adicionar cualquier tipo de material sin sustento técnico o precedente científico llevara a futuras investigaciones a un aporte nulo o insignificante, así pues, es necesario conocer el correcto funcionamiento de los insumos a adicionar y contar con antecedentes concisos que reflejen científicamente que la investigación podrá tener viabilidad. En cuanto a los porcentajes que reflejan los resultados ya sean favorables o en ocasiones negativos se debe tener siempre en cuenta una resistencia convencional que este normada o tenga sustento literario o científico para su correcto cálculo, ya que los resultados de las muestras patrón pueden ser superiores o inferiores a resultados convencionales normalmente usados. Analizar la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en las características mecánicas del concreto observado en base al tipo de ensayo individual también es importante ya que se tiene una varianza con relativa significancia, lo cual denota que se puede presentar

variaciones a lo largo del tiempo y porcentaje de la mezcla. Es recomendable una adición al 6% de fibra de algodón y 6% de ceniza de cañaduz al concreto para obtener optimas resultantes con respecto a la resistencia compresiva del concreto. También es recomendable una adición al 6% de fibra de algodón y 6% de ceniza de cañaduz al concreto para tener mejores resultantes en cuanto a la resistencia flexionaría del concreto. Igualmente es recomendable un adicionado al 6% de fibra de algodón y 6% de ceniza de cañaduz al concreto para obtener mejores resultados respecto a la resistencia traccionaría del concreto. Dichos porcentajes fueron experimentados y obtuvieron resultados positivos certificados por un laboratorio especializado, por tal motivo, son resultados confiables y cualquier alteración a estos en futuras investigaciones cambiaria significativamente el comportamiento del concreto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

### NORMATIVA

1. NTP 400.012, “Método Ensayo Normado para determinar el Análisis de granulometría de los Agregados Finos y Gruesos”.
2. NTP 400.015, “Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados”.
3. NTP 400.018, “Método ensayo normado para la determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normado 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) por lavado en agregados”.
4. NTP 300.013, “Método ensayo normado para la determinación cualitativa de las impurezas en el agregado fino para concreto”.
5. NTP 400.016, “Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio y sulfato de magnesio”.
6. NTP 400.019, “Método ensayo normado para la determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles”.
7. NTP 339.185:2021, “Método ensayo normado para la determinación de humedad total evaporable de agregados por secado”.
8. NTP 400.022:2020, “Método Ensayo Normado para la determinación de Densidad Relativa (Peso Específico) y la Absorción del Agregado Fino”.
9. NTP 400.021, “Método de prueba estándar para la determinación de densidad relativa (gravedad específica), y absorción de Agregado Grueso”.
10. NTP 400.017, “Método Ensayo Normado para determinar la masa por unidad de volumen ("peso unitario") y los vacíos en los agregados”.
11. NTP 339.146:2000 (revisada el 2019), “Método de ensayo normado para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino”.
12. ASTM D5821-95, “Método de prueba estándar para determinar el porcentaje de partículas fracturadas en agregado grueso”.
13. ASTM D4791, “Método de prueba estándar para partículas planas, partículas alargadas o partículas planas y alargadas en agregado grueso”.
14. NTP 339.183, “Practica estándar para la elaboración y curación en el laboratorio de especímenes de concreto para ensayo”.
15. NTP 339.035, “Método del revenimiento del concreto de cemento hidráulico”.

16. NTP 339.034:2021, “Método para la determinación de la resistencia compresiva del concreto en muestras cilíndricas”.
17. NTP 339.078:2022, “Método para la determinación de la resistencia flexionaria del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos”.
18. NTP 339.084:2012 (revisada el 2017), “Método de ensayo normado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica”.
19. INSTITUTO AMERICANO DEL CONCRETO, “Terminología del cemento y concreto, ACI 116 R”.
20. INSTITUTO AMERICANO DEL CONCRETO, “Terminología para el concreto, ACI – CT 18”.
21. ASTM C 136, 2001, “Método Ensayo Normado para determinar el Análisis Granulométrico de los Áridos Finos y Grueso”.
22. ASTM C 142, “Arcilla en terrones y partículas desmenuzables en agregados”.
23. ASTM C 117, “Método ensayo normado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normado 75 um (N°200) por lavado en agregados”.
24. ASTM C 87, “Método ensayo para determinar cualitativamente las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto”.
25. ASTM C 131, “Método ensayo normado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles”.
26. ASTM C 566, “Método ensayo normado el contenido de humedad total evaporable de los áridos por secado”.
27. ASTM C 128, “Método Ensayo Normado para Determinar Densidad, Densidad Relativa (Peso Específico) y la Absorción de los Áridos Finos”.
28. ASTM C 29, “Método Ensayo Normado para determinar la densidad aparente (“peso unitario”) e Índice de Huecos en los Áridos”.
29. ASTM C 192, “Práctica para la elaboración y curación de testigos de ensayo de concreto en el laboratorio”.
30. ASTM C143, “Método Ensayo estándar para asentamiento del concreto de cemento hidráulico”.

31. ASTM C 138, “Método ensayo normado para determinar la densidad (peso unitario), volumen producido y contenido de aire del hormigón por el método gravimétrico”.
32. ASTM C 39, “Método de ensayo normado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas”.
33. NTP 334.00,2016, “Cemento portland requisitos”.

## **REVISTAS**

34. Equipo de redactores de Arkiplus. Historia del concreto. Arkiplus [En línea]. Julio 2022. [Fecha consulta: 08 de octubre de 2022].
35. Sika. Curado del concreto. ISSN-0122-0594. [Fecha de consulta: 26 de diciembre de 2022].
36. RAMOS, Jesús. Costos y presupuestos en edificación. CAPECO [En línea]. Octubre 2023. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2022].
37. Foro económico mundial, «Transformar la infraestructura: marcos para llevar la cuarta revolución industrial a la infraestructura,» Dubai, 2019

## **LIBROS**

38. PASQUEL, Enrique. Tópicos para tecnologías de concreto en el Perú. 2da Ed. Hozlo: CIP. 1998. 11 pp.  
ISBN 145311372.
39. GUZMÁN, Diego. Tecnología del concreto y mortero. 5ta Ed. BANDAR EDITORES LTD A: Pontificia Universidad Javeriana. 2001. Bogotá, Colombia.
40. KOSMATKA, Steven [et al.]. Diseño, control y mezclas de concreto. Asociación de cemento de Portland, 2004. EE.UU. Disponible en:  
<https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/7097/7098/7099/7103/82528.pdf>
41. AVANTO, Flabio. Tecnología del concreto. Ed. San Marcos: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 2017.
42. J. Antillón, «UTILIZACION DE FIBRAS PARA EL CONCRETO,» CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, p. 2, 2018.

## **BIBLIOGRAFIA**

43. Ortiz, Á. E. Análisis y descripción de la producción de concreto en obra de cinco proyectos de vivienda en Colombia. [En línea]. Tesis de pregrado. Bogotá–Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, 2015. [consulta: julio 2022]. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6340/Tesis%20Alvaro%20Ortiz.pdf?sequence>
44. Chilcon, H. C., y Chunga Zuoeta, A. L. (2015). Evaluación de la calidad del concreto utilizado en las construcciones informales en la ciudad de Pimentel -Chiclayo – Lambayeque [En línea]. Tesis de pregrado. Lambayeque, Perú: Universidad Pedro Ruíz Gallo. [consulta: julio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/320>
45. HAFSA, Jamshaid [et al.]. Concreto Reforzado con Fibra Celulósica Natural: Influencia del Tipo de Fibra y el Porcentaje de Carga en el Rendimiento Mecánico y de Absorción de Agua. Artículo Científico. Pakistán: Facultad de Ingeniería, 2022. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/3/874>
46. J. Xiao, N. Han, Y. Li, Z. Zhang y S. Shah, «Revisión de desarrollos recientes en composites de cemento reforzados con fibras y nanomateriales.» *Frontiers of Structural and Civil Engineering*, vol. 15, n° 1, 2021.
47. PACHECO Hernández, Alejandra Verónica. Influencia de la cvmx y cbctst en algunas propiedades de concretos ternarios. Tesis (Maestría en ciencias de conservación y aprovechamiento de recursos naturales). Oaxaca, México: Instituto Politécnico Nacional, 2021.
48. B. Calixto y A. Bercca, Artists, Influjo de las fibras de polipropileno en las características plásticas y mecánicas del concreto  $f'_c=210, 280 \text{ Kg/cm}^2$ - Cusco 2021 [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. [Art]. 2021.
49. C. A. Herrer y R. M. Quispe, «"ESTUDIO DEL DESENVOLVIMIENTO DEL CONCRETO HIDRÁULICO IMPLEMENTADO CON FIBRAS DE ORIGEN NATURAL DE AGAVE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO CON EL MÉTODO MECANICO Y EMPÍRICO EN LA AV. UNIVERSITARIA DE LA PROVINCIA DE HUANCVELICA - 2019,» Huancavelica, 2020.
50. E. V. Apaza Lazo y J. L. Salcedo Tejeda, Inlujo de la Ceniza de Hoja de Maíz, Cáscara de Cebada y Cañaduz (Materias Puzolánicas), como Sustitutos parciales reemplazos del Cemento en la Resistencia del Concreto Para Diseños:  $f'_c = 175 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $f'_c = 280$ , 2019.

51. V. Guerini, A. Conforti, G. Plizzari y S. Kawashima, «Influencia del acero y las fibras macrosintéticas en las propiedades del hormigón.,» *Fibers*, vol. 6, n° 3, 2018.
52. M. Kim y S. Lee, «Estudio de diseño de revestimiento de pozos de hormigón reforzado con fibras de acero para terrenos hinchables en Toronto, Canadá.,» *Ciencias Aplicadas*, vol. 11, n° 8, 2021.
53. R. G. Dal Molin Filho, L. M. Saragiotto Colpini, M. Meneghetti Ferrer, M. Fujiko Nagano, J. Márcia Rosso, E. Azzolini Volnistem, P. Roberto Paraíso y L. Mário de Matos Jorge, «Caracterización de diferentes cenizas de bagazo de caña generadas para su preparación y aplicación como productos verdes en la construcción civil.,» *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 2019, n° 21, pp. 1687-1698, 2019.
54. B. Rai y N. Singh, «Estudio estadístico y experimental para evaluar la variabilidad y confiabilidad de la resistencia al impacto de concreto reforzado con fibras híbrido acero-polipropileno.,» *Journal of Building Engineering*, vol. 44, p. 102937, 2021.
55. H. Jung, Y. Kim, S. Kim, C. Park y J. H. Nam, « Extensión de la vida útil del pavimento de hormigón plano articulado envejecido mediante análisis basado en índices de remodelación.,» *materials*, Corea, 2020.
56. J. A. Loquan Aramíbar y P. La Peña Sabastegui, «“Influjo de la fibra de vidrio al 1%, 2% y 3% para las resistencias compresivas y flexionarias del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en base al agregado fino – Chimbote – 2021”,» Chimbote, 2021.
57. J. Briseño, B. Briseño y P. Castellanos, «Comparativa del apartamiento de insumos para pavimentos rígidos reforzados con malla electrosoldada y fibras.,» *Ciencia e Ingeniería*, Venezuela, 2020.
58. S. Amaya y M. Ramírez, «Determinación del desempeño mecánico del concreto reforzado por fibras.,» Colombia, 2019.
59. J. J. García Caballero y J. E. Diogo Fernando, «Relevancia del concreto en el ámbito de la construcción.,» Colombia, 2021.
60. CORONEL Camino, Ramiro y MUÑOZ Pérez, Sócrates. Efecto de la ceniza de cañaduz en las características del concreto *Rev. INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*. Vol. 8/No. 21[En línea]. Agosto 2021. Universidad Señor de Sipan, pp. 45-60, versión electrónica. [Fecha consulta: 12 de Julio de 2022].  
Disponible en: <https://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/1904/2456>

61. FARFÁN Cordoba, Marlon G.; PASTOR Simón, H. Ceniza de cañaduz en la resistencia compresiva del Concreto. Artículo Científico. Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
62. TAMARA Rodríguez, Joaquín [et al.]. Fibra para mejora del desenvolvimiento mecánico de componentes estructurales de concreto. Artículo científico. Huaraz, Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2021.
63. NUNTON, Jorge A.; PORTOCARRERO, Jean Pool y P. Muñoz, Sócrates. Una revisión del comportamiento mecánico del concreto adicionado con fibras de acero de neumáticos reciclados. Artículo de revisión de la literatura. Perú: Universidad Señor de Sipan, 2022.
64. MARIANO Bravo, Geli Melquiades. Mezcla asfáltica SMA, fibra, ceniza del bagazo de cañaduz y su desempeño mecánico. Tesis (Maestría en Ingeniería Vial). Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma, 2021.
65. VIERA, Paulina, MORILLO, Dayra y PARION, Jofre. Influjo de fibras naturales y sintéticas en la permeabilidad de morteros de cemento - arena, y cemento, cal y arena. Artículo Científico. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2022.
66. MIRANDA Espitia, Angélica N. Desempeño Mecánico del Concreto adicionando Fibras Naturales (Cañaduz) y Fibras Sintéticas (Polipropileno). Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Bogotá, Colombia: Universidad Nueva Granada, 2021.
67. GONZÁLEZ Moreno, Humberto Raymundo. Dinámica temporal de concretos modificados con ceniza de bagazo de cañaduz, expuestos en zonas costeras: una alternativa de concreto sustentable. Tesis (Doctor en Desarrollo regional sustentable). Veracruz, México: El colegio de Veracruz, 2020.
68. PAYÁ, Jordi. la "transmutación" sostenible de los residuos para nuevas materias primas en el ámbito del concreto. Dyna [en línea]. 2012, 79(175), 38-47[fecha consulta 11 de Julio de 2022]. ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49624956007>
69. COYASAMIN, Oscar. Estudio comparativo de la resistencia compresiva del concreto convencional, con concreto con adición de cenizas de cáscara de arroz y concreto adicionado con cenizas de cañaduz. Trabajo de investigacion (Titulación Ingeniería Civil). Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2016.
70. Factores que influyen en la calidad del concreto: Encuestas a personajes relevantes de la industria del concreto [en línea]. Barranquilla, Colombia: Universidad de la Costa,

2018. [ Fecha de consulta: 18 de Julio de 2022]  
Disponibile en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732018000200161](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000200161)

## ANEXOS

## ANEXO 01. Matriz de consistencia

Título: “INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ EN HUANCAYO-2022”						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cómo influye la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 en Huancayo?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar la influencia del adicionado de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 en Huancayo.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>La adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz influye en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 en Huancayo</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Fibra de algodón y ceniza de cañaduz.</p>	<p>Porcentaje (Combinación de fibra de algodón y ceniza de cañaduz)</p>	<p>- 0% - 4% (2 % de fibra de algodón + 2% de ceniza de cañaduz) - 8% (4 % de fibra de algodón + 4% de ceniza de cañaduz) - 12% (6 % de fibra de algodón + 6% de ceniza de cañaduz)</p>	<p><b>METODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Método Científico.</p>
				Caracterización	<p>- Granulometría (ceniza de cañaduz) - Densidad (ceniza de cañaduz) - Longitud (fibra de algodón) - Diámetro (fibra de algodón)</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada.</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>a) ¿De qué forma la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz influye en la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 en Huancayo? b) ¿De qué modo la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz influye en la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 en Huancayo? c) ¿De qué manera la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz influye en la resistencia a la tracción indirecta del concreto f'c 210 kg/cm2 en Huancayo?</p>	<p><b>Objetivos Especificos</b></p> <p>a) Evaluar la influencia de la adición fibra de algodón y ceniza de cañaduz en la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 en Huancayo. b) Determinar la influencia de la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 en Huancayo. c) Establecer la influencia de la adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en la resistencia a la tracción indirecta del concreto f'c 210 kg/cm2 en Huancayo.</p>	<p><b>Hipótesis Especificas</b></p> <p>a) La adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz repercute en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 en Huancayo. b) La adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz incide en la mejora de la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 en Huancayo. c) La adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz trasciende en la mejora de la resistencia a la tracción indirecta del concreto f'c 210 kg/cm2 en Huancayo.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Propiedades mecánicas del concreto</p>	<p>Resistencia a la compresión</p>	<p>7 días 14 días 28 días</p>	<p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Descriptivo - aplicativo.</p>
				Resistencia a la flexión.	<p>7 días 14 días 28 días</p>	<p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> Cuasi experimental.</p>
				Resistencia a la tracción indirecta.	<p>7 días 14 días 28 días</p>	<p><b>POBLACIÓN:</b> 108 Especímenes de concreto.</p> <p><b>MUESTRA:</b> Igual a la población (Censal)</p>

## ANEXO 02. Matriz de operacionalización de las variables

Título: “INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ EN HUANCAYO-2022”					
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad/Escala
<b>Variable Independiente:</b>  Fibra de algodón y ceniza de cañaduz.	<p><b>Fibra de algodón:</b> El algodón es una fibra textil natural con procedencia vegetal, que se obtiene a partir de la planta del algodón: cuando el fruto alcanza la madurez, las semillas están rodeados por una pelusa blanca espesa que se extrae por el proceso de hilatura. La fibra de algodón también puede ser sometida a diferentes intervenciones, como el peinado, que aumenta la resistencia y le da al hilo un aspecto brillante y poco peludo; la mercerización que hace que sea más brillante y listo para el teñido. Posteriormente, los hilos se unen por medio de la torsión, el proceso que crea el hilo. (7camicie 2016)</p> <p><b>Ceniza de cañaduz:</b> La ceniza cañaduz, es la resultante de la calcinación del bagazo de caña en hornos a temperaturas sobre los 200 °C. Así pues, es clasificado como residuo que es derivante de un proceso industrializado para obtención de cañaduz, siendo las cenizas lo restante del consumo del mismo. La ceniza de este producto presente un color gris claro proveniente de la combustión completa de su materia prima.</p>	<p><b>Variable independiente(x):</b> Fibra de algodón y ceniza de cañaduz: Materia prima de origen vegetal en estado natural que será adicionado en porcentajes (0%, 2%, 4%, 6%), en combinación con un material que proviene de la calcinación de cañaduz a temperatura que supera los 400°C respectivamente, que será utilizado en porcentajes sustituyentes al cemento (0%, 2%, 4%, 6%) debidamente caracterizados por su granulometría y densidad.</p>	Porcentaje (Combinación de fibra de algodón y ceniza de cañaduz)	-0% - 4% (2 % adición de fibra de algodón + 2% de sustitución de ceniza de cañaduz) - 8% (4 % adición de fibra de algodón + 4% sustitución de ceniza de cañaduz) - 12% (6 % adición de fibra de algodón + 6% sustitución de ceniza de cañaduz)	Porcentaje
			Caracterización	-Granulometría (ceniza de cañaduz) -Densidad (ceniza de cañaduz) - Longitud (fibra de algodón) - Diámetro (fibra de algodón)	- Porcentaje que pasa - Kg/CM3 - Cm - Cm
<b>Variable Dependiente:</b>  Propiedades mecánicas del concreto.	Conocidas como la capacidad que tiene un concreto para aguantar un peso o carga determinada en base a unidad por área y entorno a la dirección o sentido que sea sometido, generalmente se expresa en Kg/cm2 o Mpa según sea el sistema métrico utilizado. La resistencia del concreto va a depender de múltiples variables, no es un dato preciso, pero nos ayudará mucho para evitar varios problemas estructurales a futuro. (McCormac y Russell 2017)	<p><b>Variable dependiente(y):</b> Propiedades mecánicas del concreto: Son propiedades netamente relacionadas que caracterizara a la compresión, flexión y tracción del concreto en estado endurecido a los 7, 14 y 28 días en especímenes cilíndricos de 4” y 8”.</p>	Resistencia a la compresión.	7 días 14 días 28 días	Kg/cm <sup>2</sup>
			Resistencia a la flexión.	7 días 14 días 28 días	Kg/cm <sup>2</sup>
			Resistencia a la tracción indirecta.	7 días 14 días 28 días	Kg/cm <sup>2</sup>

## ANEXO 03. Matriz de operacionalización del instrumento

Título: "INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ EN HUANCAYO-2022"					
Nombre de la Variable	Sub variables o dimensiones	Indicadores	Ítems o reactivos	Escala Valorativa	Instrumentos
<b>Variable Independiente:</b>  Fibra de algodón y ceniza de cañaduz.	Porcentaje (Combinación de fibra de algodón y ceniza de cañaduz)	- 0% - 4% (2 % de fibra de algodón + 2% de ceniza de cañaduz) - 8% (4 % de fibra de algodón + 4% de ceniza de cañaduz) - 12% (6 % de fibra de algodón + 6% de ceniza de cañaduz)	- Con 0% o muestra patrón que resistencia se obtendrá? - Con 4% que resistencia se obtendrá? - Con 8% que resistencia se obtendrá? - Con 12% que resistencia se obtendrá?	- $\geq 210$ kg/cm2 - 250 kg/cm2 a 280 kg/cm2 - 280 kg/cm2 a 300 kg/cm2 - 330 kg/cm2 a 350 kg/cm2	-Hoja de apuntes de resultados de la experimentación.  - Formato comparativo entre especímenes. - Relación de pruebas y otros.
	Caracterización	-Granulometría (ceniza de cañaduz) -Densidad (ceniza de cañaduz) - Longitud (fibra de algodón) -Diámetro (fibra de algodón)	- Que granulometría tendrá la ceniza de cañaduz? - Que densidad tendrá la ceniza de cañaduz? - Que longitud tendrá la fibra de algodón? - Que diámetro tendrá la fibra de algodón?	- Tamiz 20, 100 y 325. - 0.5 (g/cm3) - 16 a 20 micras - 300 a 1000 veces su diámetro.	-Formato de Granulometría. - Formato de densidad. - Hoja de recopilación de datos de longitud y diámetro.
<b>Variable Dependiente:</b>  Propiedades mecánicas del concreto	Resistencia a la compresión.	7 días 14 días 28 días	- Que resistencia se obtendrá a los 7 días? - Que resistencia se obtendrá a los 14 días? - Que resistencia se obtendrá a los 28 días?	- $\geq 210$ kg/cm2 - 250 kg/cm2 a 280 kg/cm2 - 280 kg/cm2 a 300 kg/cm2 - 300 kg/cm2 a 350 kg/cm2	-Formato de resistencia a la compresión
	Resistencia a la flexión.	7 días 14 días 28 días	- Que resistencia se obtendrá a los 7 días? - Que resistencia se obtendrá a los 14 días? - Que resistencia se obtendrá a los 28 días?	- $\geq 40$ kg/cm2 - 40 kg/cm2 a 280 kg/cm2 - 50 kg/cm2 a 300 kg/cm2 - 60 kg/cm2 a 350 kg/cm2	-Formato de resistencia a la flexión.
	Resistencia a la tracción indirecta.	7 días 14 días 28 días	- Que resistencia se obtendrá a los 7 días? - Que resistencia se obtendrá a los 14 días? - Que resistencia se obtendrá a los 28 días?	- $\geq 20$ kg/cm2 - 25 kg/cm2 a 280 kg/cm2 - 30 kg/cm2 a 300 kg/cm2 - 35 kg/cm2 a 350 kg/cm2	-Formato de resistencia a la tracción indirecta.

**ANEXO 04. Instrumento de investigación y constancia de su aplicación.**

**Resultados de ensayos realizados en laboratorio**

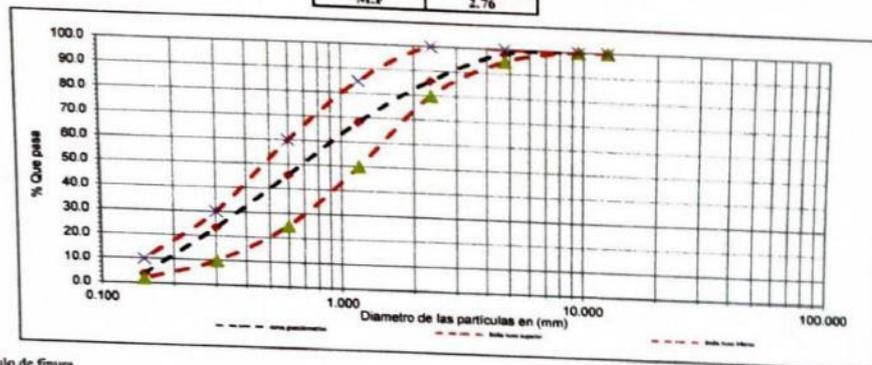
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C-3-A-Fino	
	AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso	Versión	01	
	NTP 400.012:2021	Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
 Nombre del tesis : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
 Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
 Ubicación : Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera : Río Mantaro - Orcotuna  
 Muestra : M-1  
 Tipo de material : Arena gruesa

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Que pasa	Huso NTP 400.037
					Límites Totales % acumulativo pasante
3/8 in.	19.000	0.0	0.0	100.0	100
1/2 in.	12.500	0.0	0.0	100.0	100
3/4 in.	9.500	0.0	0.0	100.0	100
No. 4	4.750	2.4	2.4	97.6	95 a 100
No. 8	2.360	10.7	13.1	86.9	80 a 100
No. 16	1.180	28.3	41.4	58.6	50 a 85
No. 30	0.600	10.7	52.1	47.9	25 a 60
No. 50	0.300	22.7	74.8	25.2	5 a 30
No. 100	0.150	17.1	91.9	8.1	0 a 10
Fondo		8.1	100.0		

MF = 2.76



MF = Módulo de finura

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Haamani Salazar



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC  
 Av. Los Próceros N° 1000 - Chilea - Huancayo - Junín  
 Celular 947-898992  
 Email: c3ingenieriaspecializadasac@gmail.com

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-PU-A.Fino	
	<b>AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados</b> <b>NTP 400.017:2020</b>	Versión	01	
		Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del tesista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera : Río Mantaro - Orcotuna  
Muestra : M-1  
Tipo de material : Arena gruesa

#### I. Peso Unitario Suelto Seco - PUSS

Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde	(kg)	6.404	6.431	6.433
Masa del molde	(kg)	1.598	1.598	1.598
Masa de la muestra suelta húmeda	(kg)	4.806	4.833	4.835
Volumen del molde (1/10 ft <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	0.002832	0.002832	0.002832
Peso unitario suuelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1697</b>	<b>1707</b>	<b>1707</b>
Promedio peso unitario suuelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1704</b>		
Promedio peso unitario suuelto seco	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1684</b>		

#### II. Peso Unitario Compactado Seco - PUCS

Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde	(kg)	6.695	6.674	6.700
Masa del molde	(kg)	1.598	1.598	1.598
Masa de la muestra compactada húmeda	(kg)	5.097	5.076	5.102
Volumen del molde (1/10 ft <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	0.002832	0.002832	0.002832
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1800</b>	<b>1792</b>	<b>1802</b>
Promedio peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1798</b>		
Promedio peso unitario compactado seco	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1778</b>		

#### NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-PE-A.Fino	
	AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso	Versión	01	
	NTP 400.021:2020	Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N°: 2712-2022  
Nombre del testista: Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis: Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación: Huancayo - Junín  
Fecha de emisión: 27-12-22

Cartera: Río Mantaro - Orcotuna  
Muestra: M-1  
Tipo de material: Arena gruesa

**I. Datos**

1	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón + masa del agua	(g)	973.6
2	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón	(g)	664.1
3	Masa del agua ( $W = 1-2$ )	(g)	309.5
4	Masa de la arena secada al horno + masa del balón	(g)	657.6
5	Masa del balón	(g)	164.1
6	Masa de la arena secada al horno ( $A = 4-5$ )	(g)	493.5
7	Volumen del balón $V = 500 \text{ ml}$		500

**II. Resultados**

1	Masa específica [ $P.E.M. = A / (V - W)$ ]	( $\text{g/cm}^3$ )	2.59
2	Masa específica saturado superficialmente seco [ $P.E.M.S.S.S. = 500 / (V - W)$ ]	( $\text{g/cm}^3$ )	2.62
3	Masa específica aparente [ $P.E.A. = A / (V - W) - (500 - A)$ ]	( $\text{g/cm}^3$ )	2.68
4	Porcentaje de absorción [ $(500 - A) / A * 100$ ]		1.32

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP/004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-CH-A.F.	
	<b>AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado</b> <b>NTP 339.185:2021</b>	Versión	01	
		Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del testista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera : Rio Mantaro - Orcotuna  
Muestra : M-1  
Tipo de material : Arena gruesa

1) Masa de la muestra húmeda + masa de la tara	(g)	625.3
2) Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara	(g)	619.2
3) Masa de la tara	(g)	85.2
4) Masa del agua	(g)	6.10
5) Masa de la muestra secada al horno	(g)	534.0
6) Contenido de humedad	(%)	1.14

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



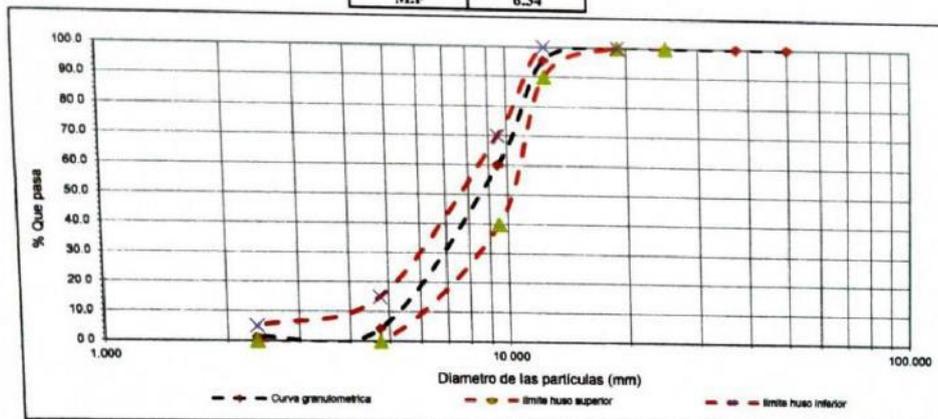
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-GRA-½ in.	
	AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso	Versión	01	
	NTP 400.012:2021	Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del testista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera : Chupuro - Huancayo  
Muestra : M-1  
Tipo de material : Piedra chancada de ½ in.

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado retenido	% Que pasa	Huso 7
					Límites Totales % acumulativo pasante
1 in.	25.000	0.0	0.0	100.0	100
¾ in.	19.000	0.0	0.0	100.0	100
½ in.	12.500	4.5	4.5	95.5	90 a 100
¼ in.	9.500	35.4	39.9	60.1	40 a 70
No. 4	4.750	55.8	95.7	4.3	0 a 15
No. 8	2.360	3.1	98.8	1.2	0 a 5
Fondo		1.2	100.0	0.0	

TM	¾ in.
TMN	½ in.
M.F	6.34



M.F = Módulo de finura  
TM = Tamaño máximo  
TMN = Tamaño máximo nominal

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>		Código	C3-PU-3, In.	
	AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados		Versión	01	
	NTP 400.01 <sup>2</sup> :2020		Fecha	04-01-21	
			Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del testista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera : Chupuro - Huancayo  
Muestra : M-1  
Tipo de material : Piedra chancada de  $\frac{1}{2}$  in.

#### I. Peso Unitario Suelto Seco - PUSSE

Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde	(kg)	19.842	19.874	19.863
Masa del molde	(kg)	4.955	4.955	4.955
Masa de la muestra suelta húmeda	(kg)	14.887	14.919	14.908
Volumen del molde (1.3 ft <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	0.009439	0.009439	0.009439
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1577	1581	1579
Promedio peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1579		
Promedio peso unitario suelto seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1570		

#### II. Peso Unitario Compactado Seco - PUCS

Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde	(kg)	21.428	21.483	21.466
Masa del molde	(kg)	4.955	4.955	4.955
Masa de la muestra compactada húmeda	(kg)	16.473	16.528	16.511
Volumen del molde (1.3 ft <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	0.009439	0.009439	0.009439
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1745	1751	1749
Promedio peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1748		
Promedio peso unitario compactado seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1738		

#### NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-PFM-½ in	
	<b>AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso</b> <b>NTP 400.021:2020</b>	Versión	01	
		Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022

Nombre del testist : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro

Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022

Ubicación : Huancayo - Junín

Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera : Chupuro - Huancayo

Muestra : M-1

Tipo de material : Piedra chancada de ½ in.

#### I. Datos

1	Masa de la muestra secada al horno (A)	(g)	2956
2	Masa de la muestra saturada con superficie seca (B)	(g)	3001
3	Masa de la muestra saturada dentro del agua + masa de la canastilla dentro del agua	(g)	2856
4	Masa de la canastilla dentro del agua	(g)	974
5	Masa de la muestra saturada dentro del agua (C)	(g)	1882

#### II. Resultados

1	Masa específica [P.E.M. = $A/(B-C)$ ]	( $\text{g/cm}^3$ )	2.64
2	Masa específica saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S. = $B/(B-C)$ ]	( $\text{g/cm}^3$ )	2.68
3	Masa específica aparente [P.E.A. = $A/(A-C)$ ]	( $\text{g/cm}^3$ )	2.75
4	Porcentaje de absorción [(B-A)/A*100]		1.52

#### NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-C H-1, in	
	AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	Versión	01	
	NTP 339.185:2021	Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del tesista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lara Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 20  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cartera : Chupuro - Huancayo  
Muestra : M-1  
Tipo de material : Piedra chancada de 1/2 in.

1) Masa de la muestra húmeda - masa de la tara	(g)	758.3
2) Masa de la muestra secada al horno - masa de la tara	(g)	754.3
3) Masa de la tara	(g)	75.2
4) Masa del agua	(g)	4.00
5) Masa de la muestra secada al horno	(g)	679.1
6) Contenido de Humedad	(%)	0.59

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-Di-210-½ in.	
	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>	Versión	01	
		Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 2	

Expediente N° : 2812-2022  
Nombre del testista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 28-12-22

### DISEÑO DE MEZCLA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Cemento : Andino Tipo I  
Peso específico : 3.15

#### AGREGADO FINO

Arena gruesa  
Cantera Río Mantaro - Orcotuna

#### NTP 400.022

Peso específico de masa : 2.59  
Peso específico de masa S.S.S. : 2.62  
Peso específico aparente : 2.68

#### NTP 400.017

Peso unitario suelto seco : 1684  $\text{kg/m}^3$   
Peso unitario compactado seco : 1778  $\text{kg/m}^3$

#### NTP 400.012

Tamiz	% Retenido	% Que pasa
½ in.	0.0	100.0
No. 4	2.4	97.6
No. 8	10.7	86.9
No. 16	28.3	58.6
No. 30	10.7	47.9
No. 50	22.7	25.2
No. 100	17.1	8.1
Fondo	8.1	0.0

#### AGREGADO GRUESO

Piedra chancada de ½ in.  
Cantera Chupuro

#### NTP 400.022

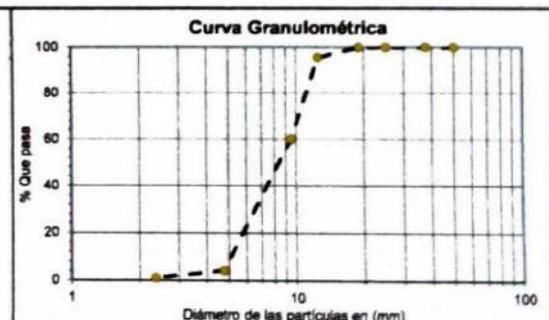
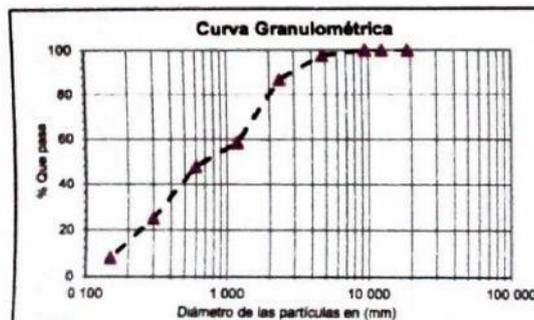
Peso específico de masa : 2.64  
Peso específico de masa S.S.S. : 2.68  
Peso específico aparente : 2.75

#### NTP 400.017

Peso unitario suelto seco : 1570  $\text{kg/m}^3$   
Peso unitario compactado seco : 1738  $\text{kg/m}^3$

#### NTP 400.012

Tamiz	% Retenido	% Que pasa
2 in.	0.0	100.0
1½ in.	0.0	100.0
1 in.	0.0	100.0
½ in.	0.0	100.0
¼ in.	4.5	95.5
¾ in.	35.4	60.1
No. 4	55.8	4.3
No. 8	3.1	1.2
Fondo	1.2	0.0



Módulo de finura : 2.757  
% Porcentaje de absorción : 1.32  
% Contenido de humedad : 1.14

Tamaño máximo nominal : ½ in.  
% Porcentaje de absorción : 1.52  
% Contenido de humedad : 0.59



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C.3-DE-210-1/2 in.	
		Versión	01	
	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>	Fecha	04-01-21	
		Página	1 de 2	

**DISEÑO DE MEZCLA ( $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )**

Asentamiento - slump	: 5	pulgadas
Factor de cemento	: 8.9	bolsas de cemento $\text{m}^3$ de concreto
Relación agua - cemento de diseño	: 0.558	

**PROPORCIÓN EN PESO**

Cemento	1
Arena	2.49
Piedra	2.07
Agua	24.71 litros de agua/bolsa de cemento

**PROPORCIÓN EN VOLUMEN**

Cemento	1 bolsa de cemento
Arena	2.19 $\text{pie}^3$
Piedra	1.96 $\text{pie}^3$
Agua	24.71 litros de agua/bolsa de cemento

Cantidad de materiales secos por metro cúbico de concreto (Teórico)

	: 2287 $\text{kg/m}^3$	
Agua	: 210 L	Potable
Cemento	: 376 kg	Andino Tipo I
Agregado fino	: 927 kg	Cantera Rio Mantaro - Orcotuna
		Arena gruesa
Agregado grueso	: 773 kg	Cantera Chupuro
		Piedra chancada de $\frac{1}{2}$ in.

Cantidad de materiales por metro cúbico, corregidos por humedad y por peso unitario del concreto fresco

	: 2314 $\text{kg/m}^3$	
Agua	: 219 L	Potable
Cemento	: 377 kg	Andino Tipo I
Agregado fino	: 939 kg	Cantera Rio Mantaro - Orcotuna
		Arena gruesa
Agregado grueso	: 779 kg	Cantera Chupuro
		Piedra chancada de $\frac{1}{2}$ in.

**OBSERVACIONES:**

- El muestreo e identificación son realizados por el peticionario.
- En obra corregir por humedad.
- Realizar tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar Alex Huamani Salazar.



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C-3-1 (98)-019	
	<b>CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico</b> <b>NTP 339.035:2022</b>	Versión	01	
		Fecha	16-03-22	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 2812-2022  
Nombre de la tesis : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 28-12-22

Diño de Mezcla	Fecha de ensayo	% Adición de fibra de algodón	% Adición de ceniza de cañaduz	Asentamiento - Slump
$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	28/12/2022	0%	0%	5 pulgadas
	28/12/2022	2%	2%	4", pulgadas

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP.004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar Alex Huamant Salazar



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	<b>Código</b>	C3-FCR-019	
	<b>CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico</b>	<b>Versión</b>	01	
	<b>NTP 339.035:2022</b>	<b>Fecha</b>	16-03-22	
		<b>Página</b>	1 de 1	

Expediente N° : 2912-2022  
Nombre de la tesis : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 29-12-22

Diño de Mezcla	Fecha de ensayo	% Adición de fibra de algodón	% Adición de ceniza de cañaduz	Asentamiento - Slump
$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	29-12-2022	4%	4%	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> pulgadas
	29-12-2022	6%	6%	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> pulgadas

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP-004: 1993).

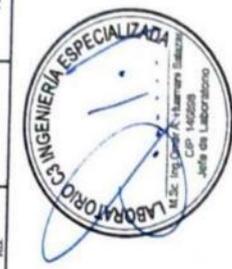
Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar Alex Huaman Salazar



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>			
	<b>CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos</b>			
Código	C3-FOR-012	Edición	01	
Fecha	24-03-22	Página	1 de 1	

Expediente N° : 2501-2023  
 Nombre del testea : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
 Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
 Ubicación : Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión : 25-01-23

Diseño de Mezcla	% Adición de fibra de algodón	% Adición de ceniza de cañaduz	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Tipo de curado	Carga máxima de rotura (N)	Luz libre entre apoyos (mm)	Ancho promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Altura promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Ubicación de la falla	Módulo de rotura $M_r$ (MPa)	Módulo de rotura $M_r$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Promedio de módulo de rotura $M_r$ ( $\text{kg/cm}^2$ )
$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	0%	0%	28-12-22	04-01-23	7	Poza de curado	31590	450	150	150	Tercio medio de la luz	4.2	43.0	43.8
			28-12-22	04-01-23	7	Poza de curado	32095	450	150	150	Tercio medio de la luz	4.3	43.6	
			28-12-22	04-01-23	7	Poza de curado	33058	450	150	150	Tercio medio de la luz	4.4	44.9	
			28-12-22	11-01-23	14	Poza de curado	38359	450	150	150	Tercio medio de la luz	5.1	52.2	
			28-12-22	11-01-23	14	Poza de curado	38973	450	150	150	Tercio medio de la luz	5.2	53.0	
			28-12-22	11-01-23	14	Poza de curado	40142	450	150	150	Tercio medio de la luz	5.4	54.6	
			28-12-22	25-01-23	28	Poza de curado	45128	450	150	150	Tercio medio de la luz	6.0	61.4	
	2%	2%	28-12-22	25-01-23	28	Poza de curado	45850	450	150	150	Tercio medio de la luz	6.1	62.3	62.6
			28-12-22	25-01-23	28	Poza de curado	47226	450	150	150	Tercio medio de la luz	6.3	64.2	
			28-12-22	04-01-23	7	Poza de curado	35412	450	150	150	Tercio medio de la luz	4.7	48.1	
			28-12-22	04-01-23	7	Poza de curado	35979	450	150	150	Tercio medio de la luz	4.8	48.9	
			28-12-22	04-01-23	7	Poza de curado	37058	450	150	150	Tercio medio de la luz	4.9	50.4	
			28-12-22	11-01-23	14	Poza de curado	43000	450	150	150	Tercio medio de la luz	5.7	58.5	
			28-12-22	11-01-23	14	Poza de curado	43688	450	150	150	Tercio medio de la luz	5.8	59.4	
70.2	2%	2%	28-12-22	25-01-23	28	Poza de curado	50588	450	150	150	Tercio medio de la luz	6.0	61.2	59.7
			28-12-22	25-01-23	28	Poza de curado	51398	450	150	150	Tercio medio de la luz	6.7	68.8	
70.2	2%	2%	28-12-22	25-01-23	28	Poza de curado	52940	450	150	150	Tercio medio de la luz	6.9	69.9	70.2
			28-12-22	25-01-23	28	Poza de curado	52940	450	150	150	Tercio medio de la luz	7.1	72.0	



**NOTAS:**  
 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.  
 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.  
 3) La velocidad de ensayo fue de  $1.05 \text{ MPa/min} \pm 0.15 \text{ MPa/min}$ , en conformidad con la norma NTP 339-078:2022.  
 4) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.  
 5) Está prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada S.A.C.



**Ingeniería**  
ESPECIALIZADA  
S.A.C.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO**

**CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos**

NTP 339.078:2022



EMPRESA CON CERTIFICACION  
**ISO 9001**  
CERTIFICACION No. 0022.0001710

Código	C3-FOR-012
Versión	01
Fecha	24-03-22
Página	1 de 1

Expediente N° : 2601-2023  
 Nombre del testsu : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
 Nombre de la testsu : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañahuate en Huancayo 2022  
 Ubicación : Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión : 26-01-23

Diseño de Mezcla	% Adición de fibra de algodón	% Adición de cenizas de cañahuate	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Tipo de curado	Carga máxima de rotura (N)	Luz libre entre apoyos (mm)	Ancho promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Altura promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Ubicaciones de la falla	Módulo de rotura $M_r$ (MPa)	Módulo de rotura $M_r$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Promedio de módulo de rotura $M_r$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	
$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	4%	6%	29-12-22	05-01-23	7	Poza de curado	37023	450	150	150	Tercio medio de la luz	4.9	50.3	51.4	
			29-12-22	05-01-23	7	Poza de curado	37615	450	150	150	Tercio medio de la luz	5.0	51.1		
			29-12-22	05-01-23	7	Poza de curado	38744	450	150	150	Tercio medio de la luz	5.2	52.7		
			29-12-22	12-01-23	14	Poza de curado	44957	450	150	150	Tercio medio de la luz	6.0	61.1		
			29-12-22	12-01-23	14	Poza de curado	45676	450	150	150	Tercio medio de la luz	6.1	62.1		
			29-12-22	12-01-23	14	Poza de curado	47046	450	150	150	Tercio medio de la luz	6.3	64.0		
	6%	6%	29-12-22	05-01-23	28	Poza de curado	52890	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	7.1	71.9	73.4
			29-12-22	26-01-23	28	Poza de curado	53736	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	7.2	73.1	
			29-12-22	26-01-23	28	Poza de curado	55348	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	7.4	75.3	
			29-12-22	26-01-23	28	Poza de curado	43344	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	5.8	58.9	
			29-12-22	05-01-23	7	Poza de curado	44038	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	5.9	59.9	
			29-12-22	05-01-23	7	Poza de curado	45359	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	6.0	61.7	
6%	6%	29-12-22	12-01-23	14	Poza de curado	52632	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	7.0	71.6	73.1	
		29-12-22	12-01-23	14	Poza de curado	53474	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	7.1	72.7		
		29-12-22	12-01-23	14	Poza de curado	55079	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	7.3	74.9		
		29-12-22	26-01-23	28	Poza de curado	61920	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	8.3	84.2		
		29-12-22	26-01-23	28	Poza de curado	62911	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	8.4	85.5		
		29-12-22	26-01-23	28	Poza de curado	64798	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	8.6	88.1		



**NOTAS:**

- 1) El muestreo, molido, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
- 3) La velocidad de ensayo fue de 1,05 MPa/min, en conformidad con la norma NTP 339.078:2022.
- 4) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 5) Está prohibido reproducir o modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada SAC.

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamán Solís

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>		Código	C3-FOR-015	
	<b>CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica</b> NTP 339.084:2012 (revisada el 2017)		Versión	01	
			Fecha	24-03-22	
			Página	1 de 1	

Expediente N° 2501-2023  
 Nombre del testista Bach. Ing. Civil Luis Angel I azo Castro  
 Nombre de la tesis Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
 Ubicación Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión 25-01-23

Diseño de Mezcla	% Adición de fibra de algodón	% Adición de ceniza de cañaduz	Edad (días)	Dimensiones en (mm)		Carga máxima (N)	Resistencia a la tracción indirecta (MPa)	Resistencia a la tracción indirecta ( $\text{kg/cm}^2$ )	Promedio resistencia a la tracción diametral ( $\text{kg/cm}^2$ )	
				Diámetro	Longitud					
$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	0%	0%	7	100	200	69667.6	2.22	22.6	22.2	
			7	100	200	69196.5	2.20	22.5		
			7	100	200	66397.6	2.11	21.6		
			14	100	200	81610.7	2.60	26.5	26.6	
			14	100	200	83035.8	2.64	27.0		
			14	100	200	81574.2	2.60	26.5		
			28	100	200	99525.2	3.17	32.3	31.7	
			28	100	200	98852.1	3.15	32.1		
			28	100	200	94853.7	3.02	30.8		
	2%	2%	2%	7	100	200	78027.8	2.48	25.3	24.9
				7	100	200	77500.0	2.47	25.2	
				7	100	200	74365.3	2.37	24.1	
				14	100	200	91403.9	2.91	29.7	29.8
				14	100	200	93000.1	2.96	30.2	
				14	100	200	91363.1	2.91	29.7	
				28	100	200	111468.2	3.55	36.2	35.5
				28	100	200	110714.4	3.52	35.9	
				28	100	200	106236.1	3.38	34.5	

**NOTAS:**

- 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
- 3) La velocidad de ensayo fue de  $1,05 \text{ MPa/min} \pm 0,35 \text{ MPa/min}$ , en conformidad con la norma NTP 339.084:2017.
- 4) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 5) Está prohibido reproducir o modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada SAC.

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>		Código	C3-FOR-015	
	CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica		Versión	01	
	NTP 339.084:2012 (revisada el 2017)		Fecha	24-03-22	
			Página	1 de 1	

Expediente N° : 2601-2023  
Nombre del testista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 26-01-23

Diseño de Mezcla	% Adición de fibra de algodón	% Adición de ceniza de cañaduz	Edad (días)	Dimensiones en (mm)		Carga máxima (N)	Resistencia a la tracción indirecta (MPa)	Resistencia a la tracción indirecta ( $\text{kg/cm}^2$ )	Promedio resistencia a la tracción diametral ( $\text{kg/cm}^2$ )
				Diámetro	Longitud				
$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	4%	4%	7	100	200	74572.3	2.37	24.2	24.6
			7	100	200	76063.7	2.42	24.7	
			7	100	200	76824.3	2.45	24.9	
			14	100	200	87356.1	2.78	28.4	29.5
			14	100	200	91276.4	2.91	29.6	
			14	100	200	94384.2	3.00	30.6	
	28	100	200	106531.8	3.39	34.6	35.2		
	28	100	200	108662.4	3.46	35.3			
	28	100	200	109749.1	3.49	35.6			
	6%	6%	7	100	200	93215.3	2.97	30.3	30.6
			7	100	200	93558.4	2.98	30.4	
			7	100	200	96030.4	3.06	31.2	
			14	100	200	109195.1	3.48	35.5	36.7
			14	100	200	112270.0	3.57	36.5	
			14	100	200	117980.2	3.76	38.3	
	28	100	200	133164.8	4.24	43.2	43.7		
	28	100	200	133654.8	4.25	43.4			
	28	100	200	137186.3	4.37	44.5			

**NOTAS:**

- 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
- 3) La velocidad de ensayo fue de  $1,05 \text{ MPa/min} \pm 0,35 \text{ MPa/min}$ , en conformidad con la norma NTP 339.084:2017
- 4) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 5) Está prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada SAC.

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar

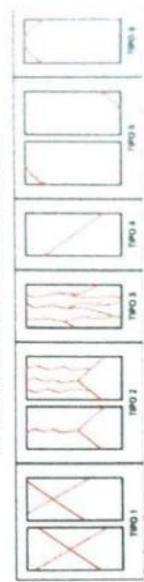


	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b> <b>CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas</b>	
NTP 339.034:2021		C3-FOR-010
Expediente N° : 2501-2023		Versión : 02
Nombre del testista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro		Fecha : 16-11-21
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022		Página : 1 de 1
Ubicación : Huancayo - Junín		
Fecha de emisión : 25-01-23		

Expediente N° : 2501-2023  
 Nombre del testista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
 Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
 Ubicación : Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión : 25-01-23

Testigo N°	Diseño de mezcla	% Adición de fibra de algodón	% Adición de ceniza de cañaduz	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Díámetro promedio (mm)	Área de la sección transversal (mm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión del espécimen $f_{cm}$ (MPa)	Resistencia a la compresión del espécimen $f_{cm}$ (kg/cm <sup>3</sup> )	Promedio de la resistencia a la compresión del espécimen $f_{cm}$ (kg/cm <sup>3</sup> )	Tipo de fractura	Defectos
1	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	0%	0%	28-12-22	04-01-23	7	101.4	8075.4	143.13	17.7	180.7	182.4	Tipo 3	No
2				28-12-22	04-01-23	7	101.2	8043.6	143.09	17.8	181.4	Tipo 2	No	
3				28-12-22	04-01-23	7	101.4	8075.4	146.62	18.2	185.1	Tipo 1	No	
4		0%	0%	28-12-22	11-01-23	14	101.4	8075.4	164.41	20.4	207.6	212.2	Tipo 2	No
5				28-12-22	11-01-23	14	101.2	8043.6	168.57	21.0	213.7	Tipo 3	No	
6				28-12-22	11-01-23	14	101.2	8043.6	169.77	21.1	215.2	Tipo 1	No	
7		2%	2%	28-12-22	25-01-23	28	101.4	8075.4	193.42	24.0	244.2	245.4	Tipo 1	No
8				28-12-22	25-01-23	28	101.4	8075.4	196.01	24.3	247.5	Tipo 2	No	
9				28-12-22	25-01-23	28	101.2	8043.6	192.92	24.0	244.6	Tipo 1	No	
10		2%	2%	28-12-22	04-01-23	7	101.3	8059.5	157.44	19.5	199.2	203.5	Tipo 1	No
11				28-12-22	04-01-23	7	101.5	8091.4	160.26	19.8	202.0	Tipo 2	No	
12				28-12-22	04-01-23	7	101.4	8075.4	165.68	20.5	209.2	Tipo 2	No	
13		2%	2%	28-12-22	11-01-23	14	101.1	8027.7	180.85	22.5	229.7	237.3	Tipo 1	No
14				28-12-22	11-01-23	14	101.2	8043.6	188.80	23.5	239.3	Tipo 2	No	
15				28-12-22	11-01-23	14	101.3	8059.5	191.84	23.8	242.7	Tipo 2	No	
16		2%	2%	28-12-22	25-01-23	28	101.1	8027.7	212.76	26.5	270.3	275.2	Tipo 1	No
17				28-12-22	25-01-23	28	101.1	8027.7	219.53	27.3	278.9	Tipo 2	No	
18				28-12-22	25-01-23	28	101.2	8043.6	218.00	27.1	276.4	Tipo 2	No	

LEYENDA DE FRACTURA DE PROBETAS



- NOTAS:**
- 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
  - 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
  - 3) La velocidad de ensayo a compresión fue de  $0.25 \text{ MPa/s} \pm 0.05 \text{ MPa/s}$ , en conformidad con la norma NTP 339.034:2021
  - 4) Se emplearon pida de neopreno como método de refrentado en conformidad con la norma NTP 339.216:2016
  - 5) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
  - 6) Está prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada S.A.C
  - 7) Se indican los tipos de fractura obtenidas en las muestras ensayadas.



**Ingeniería**  
especializada  
S.A.C.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO**

**CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas**

NTP 339.034:2021

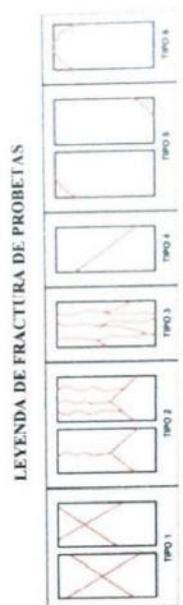


EMPRESA CON CERTIFICACIÓN  
**ISO 9001**  
CERTIFICADO No. CO12.8081/0

Código	C3-FOR-010
Versión	02
Fecha	16-11-21
Página	1 de 1

Expediente N° : 2601-2023  
 Nombre del tesis : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
 Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
 Ubicación : Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión : 26-01-23

Testigo N°	Diseño de mezcla	% Adición de fibra de algodón	% Adición de ceniza de cañaduz	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Díámetro promedio (mm)	Área de la sección transversal (mm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión del espécimen $f_{cm}$ (MPa)	Resistencia a la compresión del espécimen $f_{cm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de la resistencia a la compresión del espécimen $f_{cm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de fractura	Defectos	
1	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	4%	6%	29-12-22	05-01-23	7	101.2	8043.6	163.79	20.4	207.6	213.2	Tipo 2	No	
2				29-12-22	05-01-23	7	101.4	8075.4	169.71	21.0	214.3	21.0	214.3	Tipo 2	No
3				29-12-22	05-01-23	7	101.4	8075.4	172.28	21.3	217.5	21.3	217.5	Tipo 1	No
4				29-12-22	12-01-23	14	101.2	8043.6	183.98	22.9	233.2	22.9	233.2	Tipo 3	No
5				29-12-22	12-01-23	14	101.3	8059.5	192.64	23.9	243.7	23.9	243.7	Tipo 1	No
6		29-12-22	12-01-23	14	101.5	8091.4	197.21	24.4	248.5	24.4	248.5	Tipo 2	No		
7		29-12-22	26-01-23	28	101.4	8075.4	224.37	27.8	283.3	27.8	283.3	Tipo 1	No		
8		29-12-22	26-01-23	28	101.1	8027.7	229.33	28.6	291.3	28.6	291.3	Tipo 2	No		
9		29-12-22	26-01-23	28	101.2	8043.6	226.68	28.2	287.4	28.2	287.4	Tipo 1	No		
10		29-12-22	05-01-23	7	101.3	8059.5	171.29	21.3	216.7	21.3	216.7	Tipo 2	No		
11	6%	4%	6%	29-12-22	05-01-23	7	101.5	8091.4	186.21	23.0	234.7	220.8	Tipo 1	No	
12				29-12-22	05-01-23	7	101.4	8075.4	167.11	20.7	211.0	20.7	211.0	Tipo 2	No
13				29-12-22	12-01-23	14	101.1	8027.7	199.84	24.9	253.8	24.9	253.8	Tipo 1	No
14				29-12-22	12-01-23	14	101.2	8043.6	203.36	25.3	257.8	25.3	257.8	Tipo 1	No
15		29-12-22	12-01-23	14	101.3	8059.5	193.00	23.9	244.2	23.9	244.2	Tipo 3	No		
16		29-12-22	26-01-23	28	101.2	8043.6	237.91	29.6	301.6	29.6	301.6	Tipo 1	No		
17		29-12-22	26-01-23	28	101.1	8027.7	245.01	30.5	311.2	30.5	311.2	Tipo 1	No		
18		29-12-22	26-01-23	28	101.1	8027.7	235.36	29.3	299.0	29.3	299.0	Tipo 2	No		



**NOTAS:**

- 1) El muestreo, moldeado, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
- 3) La velocidad de ensayo a compresión fue de  $0.25 \text{ MPa/s} \pm 0.05 \text{ MPa/s}$ , en conformidad con la norma NTP 339.034:2021.
- 4) Se emplearon pads de neopreno como método de refrenado en conformidad con la norma NTP 339.216:2016.
- 5) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 6) Está prohibido reproducir o modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada SAC.
- 7) Se indican los tipos de fractura obtenidas en las muestras ensayadas.

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar  
 C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC  
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín  
 Celular: 947-898992  
 Email: c3ingenieriaespecializadassac@gmail.com

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>		Código	C3-DU-Fino	
	<b>AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio</b> <b>NTP 400.016:2020</b>		Versión	01	
			Fecha	02-01-20	
			Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del tesista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera : Río Mantaro - Orcotuna  
Muestra : M-1  
Tipo de material : Arena gruesa  
Solución : Sulfato de magnesio  
Densidad de solución :  $1.302 \text{ g/cm}^3$

Tamaño de tamiz		% Masa retenida	Masa de fracciones antes del ensayo (g)	Masa de fracciones después del ensayo (g)	Pérdidas en masa después del ensayo (g)	% Pérdidas después del ensayo	% Pérdidas corregidas
Pasa	Retiene						
¼ in.	No.4	18.3	100.0	93.4	6.6	6.6	1.2
No.4	No.8	11.4	100.0	93.5	6.5	6.5	0.7
No.8	No.16	12.3	100.0	92.4	7.6	7.6	0.9
No.16	No.30	20.2	100.0	93.5	6.5	6.5	1.3
No.30	No.50	14.0	100.0	91.2	8.8	8.8	1.2
No.50	No.100	9.8	100.0	92.4	7.6	7.6	0.7
>No.100		14.0					
<b>TOTALES</b>		100.0	600.0			%	<b>6.2</b>

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar Alex Huamani Salazar.



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-EQ-A-Fino	
	<b>SUELOS. Método de ensayo normalizado para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino</b> <b>NTP 339.146:2000 (revisada el 2019)</b>	Versión	01	
		Fecha	02-01-20	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del testista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera : Río Mantaro - Orcotuna  
Muestra : M-1  
Tipo de material : Arena gruesa

ITEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		
		1	2	3
1	Muestra N°			
2	Tamaño máximo	No. 4	No. 4	No. 4
3	Hora de entrada a saturación	09:10	09:12	09:14
4	Hora de salida de saturación	09:20	09:22	09:24
<b>IRRIGACIÓN</b>				
5	Hora de entrada a reposo	09:22	09:24	09:26
6	Hora de salida de reposo	09:42	09:44	09:46
7	Altura máxima de material fino (Pulgadas)	4.24	4.23	4.28
8	Altura máxima de la arena (Pulgadas)	3.74	3.81	3.76
9	Equivalente de arena (%)	89	91	88
10	<b>Promedio Equivalente de arena (%)</b>	<b>90</b>		

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI- GP-004- 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-200-A.Fino	
	<b>AGREGADOS. Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (No. 200) por lavado en agregados</b>	Versión	01	
		Fecha	15-08-21	
	NTP 400.018:2020	Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del tesista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera	Rio Mantaro - Orcotuna
Muestra	M-1
Tipo de material	Arena gruesa
% No. 200	2.7%

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar Alex Huamani Salazar.



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-TE-A.Fino	
	AGREGADOS. Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados	Versión	01	
		Fecha	15-08-21	
	NTP 400.015:2020	Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del tesista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera	Rio Mantaro - Orcotuna
Muestra	M-1
Tipo de material	Arena gruesa
% Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	0.14%

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar Alex Huamant Salazar.



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-IO-A.Fino	
	<b>AGREGADOS. Determinación de los efectos de las impurezas orgánicas del agregado fino sobre la resistencia de morteros</b>	Versión	01	
	<b>NTP 400.013:2020</b>	Fecha	02-01-20	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del tesista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Muestra	Cantera	Tipo de material	Color del patrón gardner CT-97	Resultado
M-1	Rio Mantaro - Orcotuna	Arena gruesa	Nº1	No presenta impurezas orgánicas

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar Alex Huamani Salazar.



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b> <b>AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio</b> NTP 400.016:2020	
Código C3-DU-Grueso Versión 01 Fecha 02-01-20 Página 1 de 1		

Expediente N° : 2712-2022  
 Nombre del testista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
 Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañahuate en Huancayo 2022  
 Ubicación : Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión : 27-12-22  
 Cantiera : Chupuro - Huancayo  
 Muestra : M-1  
 Tipo de material : Piedra chancada de 1/2 in.  
 Solución : Sulfato de magnesio  
 Densidad de solución : 1.302 g/cm<sup>3</sup>

Intervalo	Pasa		Tamices		Retiene		Granulometría		Pi	Tamaño de control	Pr	P	Pm	Examen Cualitativo						
	mm	in.	mm	in.	mm	in.	Massa	Ri						Cantidad de partículas						
														Ni	1	2	3	4	5	6
4.75 mm - 9.50 mm	9.50	3/8 in.	4.75	No. 4	No. 4	4.75	2985.1	45.7	300.0	No. 5	268.2	10.6	4.8							
No. 4 - 3/8 in.	12.50	1/2 in.	9.50	3/8 in.	3/8 in.	1058.6			329.8	3/8 in.	941.7	5.8	2.5							
9.50 mm - 19.00 mm	19.00	3/4 in.	12.50	1/2 in.	1/2 in.	1745.6		43.0	670.4											
3/8 in. - 3/4 in.	25.00	1 in.	19.00	3/4 in.	3/4 in.	0.0		0.0												
19.00 mm - 37.50 mm	37.50	1 1/2 in.	25.00	1 in.	1 in.	0.0														
3/4 in. - 1 1/2 in.	50.00	2 in.	37.50	1 1/2 in.	1 1/2 in.															
37.50 mm - 62.50 mm	62.50	2 1/2 in.	50.00	2 in.	2 in.															
1 1/2 in. - 2 1/2 in.																				
> 62.50 mm																				
> 2 1/2 in.																				
<b>Sumas</b>									<b>88.7</b>				<b>7.4</b>						<b>7.4</b>	

Masa de la muestra granulométrica, en g = 6527.7  
 Ni: Número de partículas  
 1: Desintegración  
 2: Resquebrajamiento  
 3: Desmenzamiento  
 4: Agritamiento  
 5: Formación de lajas  
 6: Descascaramiento  
 7: Otros

$$P = \frac{(R_i - P_i)}{P_i} \times 100$$

$$PT = \frac{\text{Suma } P_m}{\text{Suma } R_i} \times 100$$

$$Pm = P + PT$$


**NOTAS:**  
 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.  
 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPE GP-004 - 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>		Código	C3-CF12-Grueso	
	<b>Método de prueba estándar para determinar el porcentaje de partículas fracturadas en agregado grueso</b>		Versión	01	
	<b>ASTM D5821-95</b>		Fecha	02-01-20	
			Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del tesista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera : Chupuro - Huancayo  
Muestra : M-1  
Tipo de material : Piedra chancada de  $\frac{1}{2}$  in.

**A.- Con una cara fracturada**

Tamaño del agregado		Masa total en cada fracción A (g)	Masa total de las partículas con una cara fracturada B (g)	C ((B/A)*100)	D (%)	E C * D (%)
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz					
$1\frac{1}{2}$ in.	1 in.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 in.	$\frac{1}{2}$ in.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\frac{1}{2}$ in.	$\frac{1}{4}$ in.	574.1	541.7	94.4	44.2	41.7
$\frac{1}{4}$ in.	$\frac{1}{8}$ in.	723.5	698.3	96.5	55.8	53.8
<b>Total</b>		<b>1297.6</b>	<b>1240.0</b>	<b>95.6</b>	<b>100.0</b>	<b>95.6</b>
<b>% Con una cara fracturada</b>				<b>95.6%</b>		

**B.- Con dos caras fracturadas**

Tamaño del agregado		Masa total en cada fracción A (g)	Masa total de las partículas con un dos caras fracturadas B (g)	C ((B/A)*100)	D (%)	E C * D (%)
Pasa el tamiz	Retenido en tamiz					
$1\frac{1}{2}$ in.	1 in.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 in.	$\frac{1}{2}$ in.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\frac{1}{2}$ in.	$\frac{1}{4}$ in.	574.1	501.7	87.4	44.2	38.7
$\frac{1}{4}$ in.	$\frac{1}{8}$ in.	723.5	682.1	94.3	55.8	52.6
<b>Total</b>		<b>1297.6</b>	<b>1183.8</b>	<b>91.2</b>	<b>100.0</b>	<b>91.2</b>
<b>% Con dos caras fracturada</b>				<b>91.2%</b>		

A : Masa de la muestra (g)  
B : Masa material con caras fracturadas (g)  
C : Porcentaje de caras fracturadas (%)  
D : Porcentaje retenido de caras fracturadas (%)  
E : Promedio de caras fracturadas (%)

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPE GP:004: 1993).

Revisado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar Alex Huamani Salazar.



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>		Código	C 3-FOR-002	
	<b>AGREGADOS. Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles</b> <b>NTP 400.019:2020</b>		Versión	01	
			Fecha	02-01-20	
			Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del testista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera : Chupuro - Huancayo  
Muestra : M-1  
Tipo de material : Piedra chancada de  $\frac{1}{2}$  in.

DATOS DE ENSAYO	RESULTADO
Masa original de la muestra de ensayo (g)	5001
Masa seca a las 100 revoluciones (g)	4868
Masa final de la muestra de ensayo a las 500 revoluciones (g)	3885
Uniformidad	0.12
Gradación de la muestra	B
Tamaño máximo nominal del agregado	$\frac{1}{2}$ in.
<b>Pérdida por abrasión (%)</b>	<b>22%</b>

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004: 1993)

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar A. Huamani Salazar



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-TE-A.Fino	
	<b>AGREGADOS. Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados</b>	Versión	01	
		Fecha	15-08-21	
	NTP 400.015:2020	Página	I de I	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del tesista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera	Chupuro - Huancayo
Muestra	M-1
Tipo de material	Piedra chancada de $\frac{1}{2}$ in.
% Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	0.01%

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar Alex Huamani Salazar.



	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	Código	C3-FOR-DM-DU
	AGREGADOS. Método de prueba estándar para partículas planas, partículas alargadas o partículas planas y alargadas en agregado grueso	Versión	01
	ASTM-D4791	Fecha	02-01-20
		Página	1 de 1

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del tesista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera : Chupuro - Huancayo  
Muestra : M-1  
Tipo de material : Piedra chancada de  $\frac{1}{2}$  in.

Tamiz	Resultado obtenido		
	Masa retenida g.	% Retenido	% Pasa
1 in.	0.0	0.0	100.0
$\frac{3}{4}$ in.	0.0	0.0	100.0
$\frac{1}{2}$ in.	483.2	9.9	90.1
$\frac{3}{8}$ in.	507.6	10.4	79.7
No. 4	985.9	20.2	59.5
Pasa No. 4	2904.0	59.5	
Masa seca	4880.7	100.0	

Relación 1-3 ASTM D4791
----------------------------

Tamiz	N° Partículas	Masa g	Masa partículas planas	% Partículas planas	Masa partículas largas	% Partículas largas	Largas y planas		
							Masa inicial	Masa partículas	% Planas y largas
$\frac{3}{4}$ in.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\frac{1}{2}$ in.	100	377.6	23.7	6.3	100.7	26.7	124.4	5.1	4.1
$\frac{3}{8}$ in.	100	260.8	37.5	14.4	76.5	29.3	114.0	3.7	3.2
No. 4	200	143.2	22.4	15.6	25.9	18.1	48.3	1.9	3.9
<b>Sumas</b>		<b>781.6</b>							

Promedio ponderado (%)	Planas	Largas	Planas y largas
	12.1	24.7	3.8

## NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-200-A.Fino	
	<b>AGREGADOS. Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (No. 200) por lavado en agregados</b>	Versión	01	
		Fecha	15-08-21	
	<b>NTP 400.018:2020</b>	Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
Nombre del tesista : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
Nombre de la tesis : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
Ubicación : Huancayo - Junín  
Fecha de emisión : 27-12-22

Cantera	Chupuro - Huancayo
Muestra	M-1
Tipo de material	Piedra chancada de ½ in.
% No. 200	0.2%

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Omar Alex Huamani Salazar.



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO</b>	Código	C3-Químicos-001	
		Versión	01	
	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>	Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 2712-2022  
 Peticionario : Bach. Ing. Civil Luis Angel Lazo Castro  
 Proyecto : Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022  
 Ubicación : Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión : 27-12-22

### RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS

Cantera : Chupuro - Huancayo  
 Muestra : M-1  
 Profundidad (m) : Superficial  
 Tipo de material : Piedra chancada de ½ in.

Parámetro	Unidad	Norma	Resultado	Método
SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de <b>cloruros solubles</b> en suelos y agua subterránea	mg/lt	NTP 339.177 2002 (revisada el 2015)	241	Volumétrico
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de <b>sulfatos solubles</b> en suelos y agua subterránea.	mg/kg	NTP 339.178 2002 (revisada el 2015)	63	Turbidimétrico

#### NOTA:

- 1) El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra al laboratorio son responsabilidad del solicitante.
- 2) Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la Autorización del laboratorio.
- 3) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Huamani Salazar Omar Alex



## Certificado de calibración de los equipos



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0649-2022

SERV-0888-2022

Pag. 1 de 3

- 1 Cliente** : C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.  
Dirección : Av. Los Próceros Nro. 1000 Urb. Cercado - Chitica - Huancayo - Junín.
- 2 Instrumento Calibrado** : Balanza  
Clasificación : No automática  
Marca : OHAUS  
Modelo : SE602F  
Número de serie : B528438322  
Procedencia : No indica  
Identificación : C3-B-002  
Capacidad máxima : 600 g  
Capacidad mínima : No indica  
Div. de escala ( d ) : 0,01 g  
Div. de verificación ( e ) : 0,1 g  
Clase de exactitud : III  
Tipo : Electrónica  
Ubicación : Área de Laboratorio
- 3 Fecha y lugar de calibración**  
Fecha de calibración : 2022-11-09  
Lugar de calibración : Instalaciones de C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma digital de los responsables de SAT carecen de validez.

- 4 Método de calibración** :  
La calibración se efectuó por comparación según el procedimiento PC-001, 1ra Ed., "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO CLASE III y IIIB", del INACAL DM.

- 5 Trazabilidad**  
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP) y/o Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).  
Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración:

Código	Clase de exactitud	Certificado de calibración
LM-PE2-01	E2	LM-C-170-2022 / INACAL-DM
LM-PM2-106	M2	LM-0481-2022 / SAT S.A.C.

Fecha de emisión: 2022-11-10



Firmado digitalmente por:  
Jorge Raúl Quille Ramos  
Fecha: 10/11/2022 16:37

Jefe de Laboratorio de Masa (e)



Firmado digitalmente por:  
Ino. Yanet Maldonado Panes  
Fecha: 10/11/2022 16:54

Jefe de División de Metrología



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



## 6 Resultados de medición

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0649-2022

Pág. 2 de 3

### Inspección Visual

AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No aplica
OSCILACIÓN LIBRE	No aplica	CURSOR	No aplica
PLATAFORMA	Tiene	NIVELACION	Tiene
SISTEMA DE TRABA	Tiene		

### Ensayo de Repetibilidad

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	19,9	19,9

HUMEDAD RELATIVA (%)	INICIAL	FINAL
	42	42

Medición N°	CARGA L <sub>1</sub> (g) = 300,00		
	I (g)	ΔL (mg)	E (g)
1	299,99	2	-0,007
2	299,99	3	-0,008
3	299,99	3	-0,008
4	299,99	7	-0,012
5	299,99	7	-0,012
6	299,99	7	-0,012
7	299,99	7	-0,012
8	299,99	4	-0,009
9	299,99	5	-0,010
10	299,99	5	-0,010
Diferencia máxima (g)			0,005
± Error máximo permisible (g)			0,3

Medición N°	CARGA L <sub>2</sub> (g) = 600,00		
	I (g)	ΔL (mg)	E (g)
1	600,00	4	0,001
2	599,99	2	-0,007
3	600,00	5	0,000
4	600,00	7	-0,002
5	599,99	3	-0,008
6	599,99	5	-0,010
7	600,00	9	-0,004
8	599,99	4	-0,009
9	600,00	5	0,000
10	599,99	7	-0,012
Diferencia máxima (g)			0,013
± Error máximo permisible (g)			0,3

### Ensayo de Excentricidad

#### POSICIÓN DE LAS CARGAS

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	19,9	19,9

2	5
1	
3	4

HUMEDAD RELATIVA (%)	INICIAL	FINAL
	42	42

POSICIÓN DE CARGA	DETERMINACIÓN DE E <sub>0</sub>				DETERMINACIÓN DEL ERROR CORREGIDO E <sub>c</sub>					
	CARGA MÍNIMA (g)	I (g)	ΔL (mg)	E <sub>0</sub> (g)	CARGA L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	0,10	0,10	4	0,001	200,00	199,99	5	-0,010	-0,011	
2		0,10	5	0,000		199,98	5	-0,020	-0,020	
3		0,10	4	0,001		199,99	2	-0,007	-0,008	
4		0,10	5	0,000		200,00	6	-0,001	-0,001	
5		0,10	4	0,001		199,99	5	-0,010	-0,011	
					± Error máximo permisible (g)					0,2



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC-014



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0649-2022

Pág. 3 de 3

Ensayo de Pesaje

TEMPERATURA (°C)		INICIAL	FINAL	HUMEDAD RELATIVA (%)		INICIAL	FINAL			
		19,9	19,9			42	42			
CARGA L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± EMP (g)	
	I (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)		
E <sub>0</sub> 0,10	0,10	4	0,001	----	----	----	----	----	----	----
2,00	2,00	5	0,000	-0,001	2,01	3	0,012	0,011	0,1	
20,00	20,00	5	0,000	-0,001	20,01	2	0,013	0,012	0,1	
50,00	50,00	4	0,001	0,000	50,01	2	0,013	0,012	0,1	
100,00	100,00	3	0,002	0,001	100,02	4	0,021	0,020	0,2	
200,00	200,00	2	0,003	0,002	200,02	3	0,022	0,021	0,2	
300,00	299,99	1	-0,006	-0,007	300,01	4	0,011	0,010	0,3	
400,00	400,01	9	0,006	0,005	400,01	2	0,013	0,012	0,3	
500,00	500,01	7	0,009	0,007	500,01	2	0,013	0,012	0,3	
550,00	550,01	5	0,010	0,009	550,01	2	0,013	0,012	0,3	
600,00	600,02	9	0,016	0,015	600,02	9	0,016	0,015	0,3	

L: Carga aplicada a la balanza.

i: indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E<sub>0</sub>: Error en cero.

E: Error encontrado.

E<sub>c</sub>: Error corregido.

EMP: Error máximo permisible.

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Incertidumbre Expandida (g)	$U_R = 2 \times \sqrt{5,30E-03 \text{ g}^2 + 3,77E-09 \times R^2}$
Lectura corregida (g)	$R_{\text{corregida}} = R - 9,32E-06 \times R$

R= Lectura de la balanza después de la calibración (g)

E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-04 = 10<sup>-4</sup>

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura k = 2, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

7 Observaciones

- Se realizó una precarga usando la carga patrón de: 600 g para la cual la balanza indicó: 599,90 g
- Se realizó un ajuste a la balanza antes de la calibración.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color naranja con la indicación "CALIBRADO".
- La balanza es de rango simple.
- Para esta balanza le corresponde una capacidad mínima de 2 g, tomando como referencia la norma NMP-003-2009.

FIN DEL DOCUMENTO

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18-26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 601) 745-4555 - Cel. 316 5581219 - 317 425 3649  
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza**

Calibration Certificate - Laboratory of Force

**F-26474-001 R0**

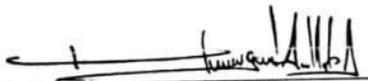
Page / Pág 1 de 6

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	PRENSA DE CONCRETO	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	TECNICAS CP	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	STYE 2000	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	181012	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	C3-P-001	
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	2000 KN	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	AV. LOS PROCERES NRO. 1000 URB. CERCADO JUNIN - HUANCAYO - CHILCA	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	JUNIN	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 06 - 16	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 06 - 22	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	06	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.  
 Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan el Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

  
 Ina. Miguel Andrés Vela Avellaneda  
 Metrologo Laboratorio de Metrología

  
 Teca. Oscar Eduardo Briceño  
 Metrologo Laboratorio de Metrología

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Calle 114 # 14 - B. 28 Bogotá D.C. Colombia  
 Teléfono: +57 (0)1 316 558 9510 - 316 558 9545  
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

**F-26474-001 R0**

Pág. 2 de 6

**DATOS TÉCNICOS**
**Máquina de Ensayo Bajo Calibración**

<b>Clase</b>	No Identificable
<b>Dirección de Carga</b>	Compresión
<b>Tipo de Indicación</b>	Digital
<b>División de Escala</b>	0,01 kN
<b>Resolución</b>	0,01 kN
<b>Intervalo de Medición Calibrado</b>	Del 10 % al 50 % de la carga máxima
<b>Límite Inferior de la Escala</b>	1 kN

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo.

**Tabla 1.**  
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> '	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	Promedio
%	Ascendente kN	Ascendente kN	No Aplica ---	Ascendente kN	No Aplica ---	S <sub>1, 2 y 3</sub> kN
10	200,00	201,70	201,04	201,04	---	201,80
15	300,00	300,09	301,48	302,29	---	301,29
20	400,00	400,17	401,43	403,26	---	401,61
25	500,00	500,70	500,04	502,02	---	500,92
30	600,00	599,75	601,72	600,24	---	600,57
35	700,00	699,30	700,98	701,36	---	700,55
40	800,00	798,18	800,30	800,58	---	799,69
45	900,00	899,30	899,06	898,66	---	899,01
50	1 000,00	997,14	999,50	999,31	---	998,65

LM-PC-05-F-01 R12.4

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 1204 B No. 19-28 Bogotá D.C. Colombia  
 (57 1 601 7404) - (57 1 601 7405) - (57 1 601 7406)  
 www.pinzuar.com.co


**F-26474-001 R0**

Pág. 3 de 6

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continúa...**
**Tabla 2.**

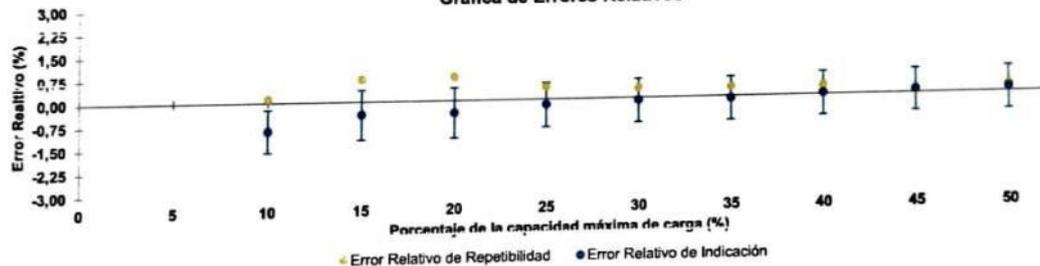
 Error relativo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,51}$ %	$f_{0,52}$ %	$f_{0,52}$ %	$f_{0,53}$ %	$f_{0,54}$ %
0,003	0,003	---	0,003	---

**Tabla 3.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Errores Relativos				Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$ ---
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad			kN	%	
	q %	b %	v %					
10	200,00	-0,93	0,12	---	0,005	1,4	0,69	2,01
15	300,00	-0,43	0,73	---	0,003	2,4	0,81	2,01
20	400,00	-0,40	0,76	---	0,003	3,3	0,83	2,01
25	500,00	-0,18	0,40	---	0,002	3,7	0,73	2,02
30	600,00	-0,10	0,33	---	0,002	4,3	0,72	2,02
35	700,00	-0,08	0,29	---	0,001	5,0	0,71	2,02
40	800,00	0,04	0,30	---	0,001	5,7	0,72	2,02
45	900,00	0,11	0,07	---	0,001	6,2	0,69	2,01
50	1 000,0	0,13	0,24	---	0,001	7,1	0,71	2,01

**Gráfica de Errores Relativos**

**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO de la empresa C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C. ubicada en JUNIN.  
 Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 14,6 °C  
 Humedad Relativa Máxima: 37 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 14,3 °C  
 Humedad Relativa Mínima: 35 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.4

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Calle 14 # 47-47, Bogotá D.C., Colombia  
 Teléfono: +57 (0)1 452 11 41 | Correo electrónico: info@pinzuar.com.co  
 www.pinzuar.com.co



CALIBRACIÓN METROLOGÍA

**F-26474-001 R0**

Pág. 4 de 6

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continúa...**
**Tabla 4.**

 Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su  $R^2$ , el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$R^2$
1,95979 E00	9,99460 E-01	-2,35032 E-06	-5,21044 E-10	1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

**Tabla 5.**

Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00
200,00	201,75	211,74	221,72	231,70	241,69
250,00	251,67	261,65	271,63	281,61	291,59
300,00	301,57	311,55	321,53	331,51	341,48
350,00	351,46	361,44	371,41	381,39	391,36
400,00	401,33	411,31	421,28	431,25	441,22
450,00	451,19	461,16	471,13	481,10	491,07
500,00	501,04	511,00	520,97	530,94	540,90
550,00	550,87	560,83	570,79	580,75	590,72
600,00	600,68	610,64	620,60	630,56	640,51
650,00	650,47	660,43	670,39	680,34	690,30
700,00	700,25	710,21	720,16	730,11	740,06
750,00	750,01	759,96	769,91	779,86	789,81
800,00	799,76	809,70	819,65	829,59	839,54
850,00	849,48	859,43	869,37	879,31	889,25
900,00	899,19	909,13	919,07	929,01	939,94
950,00	948,88	958,81	968,75	978,68	988,62
1 000,00	998,55				

**Tabla 6.**

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por interpolación kN	Residuales kN
200,00	201,86	201,75	- 0,10
300,00	301,29	301,27	0,26
400,00	401,61	401,33	- 0,27
500,00	501,97	501,94	0,12
600,00	600,57	600,68	0,11
700,00	700,55	700,25	- 0,30
800,00	799,69	799,76	0,07
900,00	899,01	899,19	0,18
1 000,00	998,65	998,55	0,10

LM-PC-05-F-01 R124

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Calle 104-B No. 18-26 Bogotá D.C. - Colombia  
 T+57 601 484 333 - Cel. +57 316 338 3810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

**F-26474-001 R0**

Pág. 5 de 6

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

La Tabla 7 y Tabla 8 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 1 y Tabla 3 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los cálculos fue: (kgf) a (N) = 9.80665, tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

**Tabla 7**

Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kgf

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S <sub>1</sub> a S <sub>5</sub> kgf
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> '	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	kgf	
	Ascendente	Ascendente	No Aplica	Ascendente	No Aplica		
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf
10	20 394,3	20 568,0	20 591,7	—	20 591,8	—	20 583,8
15	30 591,5	30 600,7	30 742,4	—	30 825,4	—	30 722,8
20	40 788,6	40 801,9	40 934,5	—	41 121,1	—	40 952,5
25	50 985,8	51 057,2	50 989,9	—	51 191,8	—	51 079,6
30	61 183,0	61 157,5	61 358,4	—	61 207,5	—	61 241,1
35	71 380,1	71 308,8	71 480,1	—	71 518,8	—	71 435,9
40	81 577,3	81 391,7	81 607,9	—	81 636,5	—	81 545,4
45	91 774,5	91 703,1	91 670,6	—	91 637,8	—	91 673,2
50	101 971,6	101 680,0	101 920,7	—	101 901,3	—	101 834,0

**Tabla 8.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Carga Aplicada	Indicación	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida ū		k <sub>p=95%</sub> —
		Repetibilidad	Reversibilidad	%		kgf	%	
		b	v			kgf	%	
%	kgf	q %	b %	v %	a %	kgf	%	—
10	20 394,3	-0,93	0,12	—	0,005	142	0,69	2,01
15	30 591,5	-0,43	0,73	—	0,003	249	0,81	2,01
20	40 788,6	-0,40	0,79	—	0,003	337	0,83	2,01
25	50 985,8	-0,18	0,40	—	0,002	372	0,73	2,02
30	61 183,0	-0,10	0,33	—	0,002	440	0,72	2,02
35	71 380,1	-0,08	0,29	—	0,001	510	0,71	2,02
40	81 577,3	0,04	0,30	—	0,001	584	0,72	2,02
45	91 774,5	0,11	0,07	—	0,001	634	0,69	2,01
50	101 971,6	0,13	0,24	—	0,001	720	0,71	2,01

LM-PC-05-F-01 R12.4

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá DC - Colombia  
 (+57 601) 745 4555 - Cel. 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

F-26474-001 R0

Pág. 6 de 6

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k=2,019$  y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

**TRAZABILIDAD****Instrumento de Referencia**

<b>Instrumento</b>	Transductor de Fuerza de 1 MN.
<b>Modelo</b>	KAL 1MN.
<b>Clase</b>	0,5.
<b>Número de Serie</b>	017403.
<b>Certificado de Calibración</b>	5047 del INM.
<b>Próxima Calibración</b>	2023-02-03.

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

**CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO**

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

\*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

**OBSERVACIONES**

- Se emplea la coma (,) como separador decimal.
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del límite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-26474-001

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.4



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-1121-2022

SERV - 0888 - 2022  
Pág. 1 de 5

- 1. Cliente** : C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.
- Dirección** : Av. Los Proceres Nro. 1000 Urb. Cercado - Chilca - Huancayo - Junin
- 2. Equipo calibrado** : HORNO
- Marca : ELE INTERNATIONAL
- Modelo : 88-0220/0 i
- Número de serie : 88-0220-01-1002
- Ventilación : Forzada
- Procedencia : No indica
- Identificación : C3-H-004
- Ubicación : Área de Laboratorio

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma digital del responsable de SAT carecen de validez.

### Instrumento de medición del equipo:

Nombre	Tipo	Intervalo de indicación	Resolución
Termómetro de medición (*)	Digital	-200 °C a 1372 °C (**)	0,1 °C
Dispositivo de control	Analogico	25 °C a 250 °C	5 °C

- 3. Fecha y lugar de Calibración**
- Fecha de calibración : 2022-11-09
- Lugar de calibración : Instalaciones de C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.

- 4. Método de Calibración**
- La calibración se efectuó por comparación directa según el procedimiento PC-018, 2da Ed., "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático", del INDECOPI-SNM.

- 5. Trazabilidad**
- Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Instrumento patrón	Certificado de calibración N°
Termómetro de código LT-TC-07 con 10 termopares tipo K (K07-13 al K07-22) con incertidumbre del orden de 0,15 °C a 0,17 °C.	LT-0528-2022 de SAT S.A.C.

- 6. Condiciones ambientales**
- Temperatura ambiental : Mínima : 18,7 °C Máxima : 19,6 °C
- Humedad relativa : Mínima : 40 %hr Máxima : 46 %hr

- 7. Condiciones de Calibración**
- La calibración se realizó bajo condiciones normales de uso del equipo.

N°	Temperatura de trabajo (°C)	Posición del Controlador	Porcentaje de carga (%)	Tipo de carga /muestras
1	60 ± 5	(***)	100	2 recipientes metálicos conteniendo muestras.
2	110 ± 5	(***)	100	

Fecha de emisión: 2022-11-14



Firmado digitalmente por:  
Ana Juana Yopez Mejia  
Fecha: 14/11/2022 15:19

Jefe de Laboratorio de Temperatura y Humedad (e)



Firmado digitalmente por:  
Ing. Yanet Maldonado Panes  
Fecha: 14/11/2022 15:34

Jefe de División de Metrología



**Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC-014**



Certificado de Calibración N° LT-1121-2022  
 Pág. 2 de 5

### 8. Resultados de la Medición

TEMPERATURA DE TRABAJO : 60 °C ± 5 °C

N°	Tiempo (min)	Term. del equipo T (°C)	NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR					Paralelo T prom	Tmax - Tmin
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	00	61,9	63,1	61,1	62,1	62,5	62,4	62,0	62,7	62,2	62,5	61,7	62,2	2,0
2	02	61,3	62,7	61,0	61,9	62,2	62,0	61,8	62,5	62,1	62,2	61,5	62,0	1,7
3	04	62,2	63,0	61,1	62,2	62,5	62,4	61,9	62,8	62,2	62,6	61,7	62,3	1,9
4	06	61,7	62,9	61,1	62,1	62,4	62,4	61,9	62,7	62,2	62,5	61,7	62,2	1,8
5	08	62,2	62,8	61,1	62,1	62,3	62,3	61,7	62,6	62,1	62,3	61,5	62,1	1,7
6	10	61,9	63,1	61,2	62,3	62,5	62,5	61,9	62,8	62,3	62,6	61,8	62,3	1,9
7	12	61,3	62,6	61,1	62,0	62,2	62,2	61,6	62,5	62,1	62,3	61,5	62,1	1,7
8	14	61,9	63,1	61,3	62,2	62,6	62,5	62,0	62,8	62,4	62,6	61,8	62,3	1,8
9	16	61,4	62,8	61,1	62,1	62,3	62,3	61,9	62,6	62,2	62,3	61,6	62,1	1,7
10	18	62,3	63,2	61,3	62,4	62,6	62,6	62,2	62,9	62,4	62,6	62,0	62,4	1,9
11	20	61,6	62,9	61,2	62,3	62,4	62,5	62,0	62,7	62,3	62,5	61,9	62,3	1,7
12	22	62,4	62,9	61,2	62,2	62,5	62,5	62,0	62,8	62,4	62,6	61,9	62,3	1,7
13	24	62,1	63,2	61,4	62,4	62,7	62,7	62,2	63,0	62,4	62,7	62,1	62,5	1,8
14	26	61,6	62,9	61,2	62,2	62,3	62,3	61,9	62,6	62,1	62,3	61,7	62,2	1,7
15	28	62,2	63,2	61,4	62,5	62,8	62,8	62,3	63,0	62,4	62,7	62,0	62,5	1,8
16	30	61,7	63,1	61,3	62,3	62,5	62,5	62,0	62,8	62,4	62,5	61,9	62,4	1,8
17	32	62,5	63,0	61,2	62,4	62,7	62,7	62,1	62,7	62,4	62,6	61,9	62,4	1,8
18	34	62,4	62,9	61,3	62,3	62,6	62,7	62,0	62,9	62,3	62,6	62,0	62,4	1,6
19	36	62,1	63,2	61,2	62,5	62,8	62,8	62,2	63,0	62,5	62,7	62,2	62,5	2,0
20	38	61,7	62,8	61,1	62,2	62,3	62,4	61,9	62,6	62,2	62,3	61,7	62,2	1,7
21	40	62,2	63,2	61,4	62,6	62,8	62,8	62,3	63,0	62,5	62,7	62,1	62,6	1,8
22	42	61,8	63,1	61,5	62,4	62,6	62,6	62,2	62,9	62,4	62,5	61,9	62,5	1,6
23	44	62,4	63,0	61,3	62,3	62,4	62,5	62,0	62,6	62,4	62,5	61,9	62,3	1,7
24	46	62,2	63,2	61,4	62,6	62,8	62,8	62,3	63,0	62,6	62,7	62,1	62,6	1,8
25	48	61,6	62,8	61,2	62,4	62,6	62,6	62,0	62,7	62,4	62,5	62,0	62,3	1,6
26	50	62,3	63,1	61,3	62,4	62,5	62,8	62,2	62,9	62,4	62,5	62,1	62,4	1,8
27	52	62,0	63,2	61,4	62,6	62,8	62,8	62,3	63,0	62,5	62,8	62,2	62,6	1,8
28	54	62,3	63,3	61,4	62,6	62,8	62,8	62,4	63,1	62,5	62,6	62,2	62,6	1,9
29	56	61,5	62,9	61,2	62,3	62,3	62,4	62,0	62,6	62,3	62,3	61,9	62,2	1,7
30	58	62,4	63,3	61,5	62,7	62,8	63,0	62,3	63,1	62,5	62,8	62,2	62,6	1,8
31	60	62,5	63,0	61,3	62,4	62,6	62,6	62,0	62,7	62,4	62,5	62,0	62,4	1,7
T.PROM		62,0	63,0	61,3	62,3	62,5	62,5	62,0	62,8	62,3	62,6	61,9	62,3	
T.MAX		62,5	63,3	61,5	62,7	62,8	63,0	62,4	63,1	62,6	62,8	62,2	62,6	
T.MIN		61,3	62,7	61,0	61,9	62,2	62,0	61,7	62,5	62,1	62,2	61,5	62,0	
DTT=(T.MAX-T MIN)		1,2	0,6	0,5	0,8	0,6	1,0	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	1,1	

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima temperatura medida.	63,3	0,3
Mínima temperatura medida.	61,0	0,3
Desviación de la Temperatura en el Tiempo.	1,0	0,1
Desviación de la Temperatura en el Espacio.	1,7	0,2
Estabilidad Medida (±)	0,50	0,04
Uniformidad Medida	2,0	0,2



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



Certificado de Calibración N° LT-1121-2022

Pág. 3 de 5

TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C

N°	Tiempo (min)	Term del equipo T (°C)	NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR					Promedio T <sub>prom</sub>	T <sub>max</sub> - T <sub>min</sub>
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	00	111,2	112,1	107,5	110,6	110,7	111,2	109,7	111,8	110,7	110,8	110,3	110,6	4,6
2	02	110,4	111,8	107,6	110,6	110,6	111,1	109,4	111,7	110,7	110,7	110,2	110,5	4,3
3	04	111,0	112,0	107,8	110,7	110,7	111,3	109,7	111,8	110,7	110,8	110,4	110,6	4,3
4	06	111,2	111,9	107,7	110,7	110,7	111,2	109,6	111,8	110,6	110,7	110,3	110,5	4,3
5	08	110,8	111,8	107,6	110,6	110,5	111,1	109,5	111,7	110,6	110,8	110,1	110,4	4,3
6	10	110,6	111,8	107,7	110,6	110,6	111,2	109,6	111,7	110,5	110,7	110,2	110,5	4,2
7	12	111,2	112,0	107,8	110,7	110,8	111,3	109,7	111,8	110,8	110,8	110,5	110,6	4,3
8	14	111,1	111,9	107,6	110,7	110,7	111,2	109,7	111,8	110,7	110,6	110,3	110,5	4,3
9	16	110,6	111,8	107,7	110,6	110,6	111,1	109,6	111,7	110,6	110,7	110,2	110,5	4,2
10	18	110,9	112,1	107,6	110,8	110,8	111,3	109,8	111,9	110,7	110,9	110,5	110,7	4,6
11	20	111,2	112,0	107,7	110,6	110,6	111,4	109,7	111,7	110,6	110,6	110,4	110,5	4,4
12	22	110,7	111,8	107,6	110,7	110,5	111,2	109,6	111,8	110,7	110,7	110,3	110,5	4,3
13	24	111,2	112,1	107,6	110,7	110,7	111,2	109,7	111,9	110,6	110,7	110,5	110,6	4,6
14	26	111,3	111,9	107,6	110,8	110,8	111,3	109,7	111,7	110,8	110,8	110,4	110,6	4,3
15	28	110,6	111,8	107,5	110,7	110,9	111,4	109,9	111,7	110,6	110,7	110,4	110,6	4,3
16	30	110,8	112,0	107,6	110,6	110,6	111,2	109,7	111,6	110,5	110,8	110,3	110,5	4,5
17	32	110,7	111,9	107,7	110,8	110,8	111,4	109,8	111,8	110,8	110,9	110,5	110,7	4,3
18	34	111,1	111,9	107,6	110,7	110,7	111,2	109,7	111,7	110,6	110,7	110,4	110,5	4,3
19	36	111,0	111,8	107,7	110,6	110,6	111,1	109,8	111,6	110,5	110,8	110,2	110,5	4,2
20	38	111,2	112,0	107,6	110,8	110,7	111,3	109,7	111,8	110,6	110,7	110,4	110,6	4,5
21	40	111,1	111,9	107,7	110,6	110,7	111,2	109,6	111,7	110,7	110,8	110,5	110,6	4,3
22	42	111,1	111,8	107,7	110,9	110,7	111,2	109,6	111,6	110,7	110,7	110,4	110,6	4,2
23	44	111,0	112,0	107,8	110,8	110,6	111,3	109,7	111,8	110,6	110,7	110,5	110,6	4,3
24	46	111,1	112,1	107,6	110,7	110,7	111,2	109,8	111,7	110,7	110,6	110,4	110,6	4,6
25	48	111,0	111,9	107,7	110,7	110,8	111,4	109,8	111,6	110,8	110,7	110,3	110,6	4,3
26	50	110,9	111,8	107,5	110,8	110,7	111,2	109,7	111,7	110,6	110,8	110,4	110,5	4,3
27	52	110,6	112,0	107,6	110,7	110,6	111,3	109,6	112,0	110,7	110,6	110,5	110,6	4,5
28	54	110,8	111,9	107,7	110,9	110,5	111,1	109,8	111,8	110,6	110,7	110,4	110,6	4,3
29	56	110,9	112,0	107,7	110,8	110,6	111,2	109,7	111,9	110,6	110,6	110,5	110,6	4,4
30	58	111,1	111,8	107,7	110,7	110,7	111,3	109,5	112,0	110,7	110,5	110,6	110,6	4,3
31	60	110,8	111,9	107,6	110,7	110,8	111,2	109,7	111,9	110,6	110,6	110,5	110,6	4,3
T.PROM		110,9	112,0	107,6	110,7	110,6	111,3	109,7	111,8	110,7	110,8	110,4	110,6	
T.MAY		111,3	112,1	107,8	110,9	110,8	111,4	109,8	112,0	110,8	110,9	110,6		
T.MIN		110,4	111,8	107,5	110,6	110,5	111,1	109,4	111,6	110,5	110,5	110,1		
DTT = (T.MAY - T.MIN)		0,9	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima temperatura medida.	112,1	0,3
Mínima temperatura medida.	107,5	0,3
Desviación de la Temperatura en el Tiempo.	0,5	0,1
Desviación de la Temperatura en el Espacio.	4,4	0,2
Estabilidad Medida (t)	0,25	0,04
Uniformidad Medida	4,6	0,2



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



Certificado de Calibración N° LT-1121-2022  
 Pág 4 de 5

- <sup>1</sup> T. PROM promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T. prom promedio de las temperaturas en las 10 posiciones de medición para un instante dado.
- T. MAX Temperatura máxima
- T. MIN Temperatura mínima
- DTT Desviación de temperatura en el tiempo.

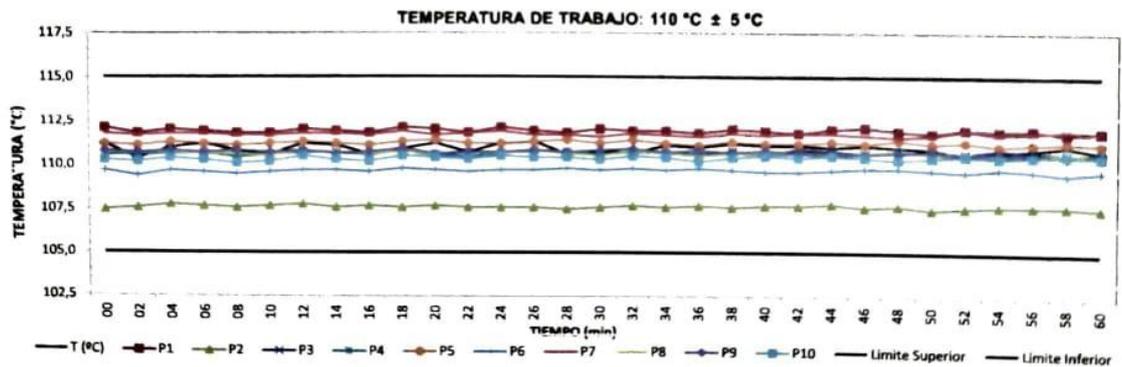
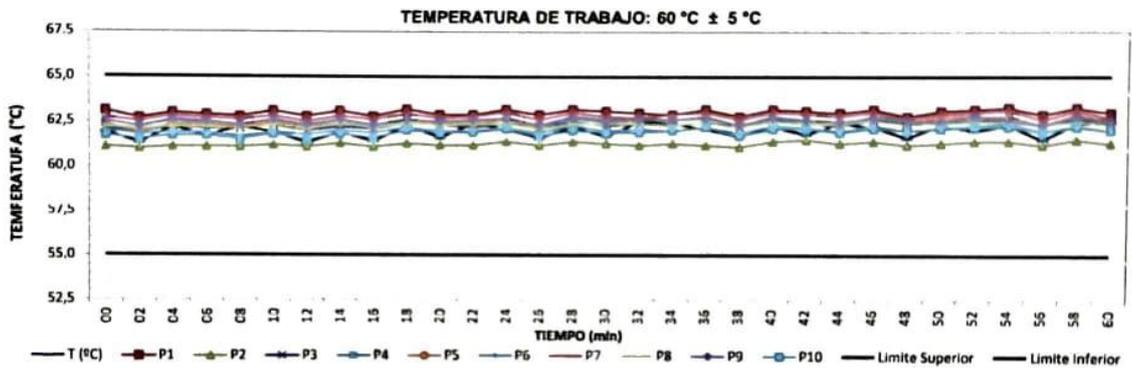
Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y mínima temperatura registradas en dicha posición. Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones. La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  máx. DTT.

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

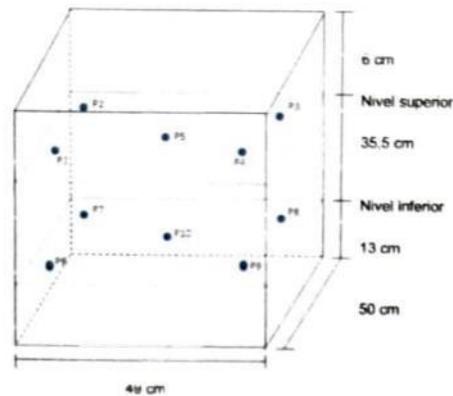
Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo es: 0,06 °C

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k = 2$ , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

9. Gráfico: Temperatura en el interior del Equipo



10. Gráfico: Distribución de los sensores en el equipo



- Los sensores P5 y P10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del P1 al P5 están ubicados a 14 cm por encima de la pared superior.
- Los sensores del P6 al P10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la pared inferior.
- Los sensores del P1 al P4 y P6 al P9 están ubicados a 10 cm de las paredes laterales y a 7 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFIA DEL INTERIOR DEL EQUIPO CON LAS MUESTRAS



11. Observaciones:

- Se colocó una etiqueta de color naranja con la indicación CALIBRADO.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La calibración se efectuó 3 horas después de haber encendido y cerrado el equipo.
- Además el equipo cuenta con operación del aire fresco: Completamente abierto.
- Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura indicados en el ítem 7.
- (\*) Código: C3-DLT-001.
- (\*\*) Dato obtenido del manual del fabricante.
- (\*\*\*) Se dejó marcada con una etiqueta.

FIN DEL DOCUMENTO

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0648-2022

SERV-0888-2022  
 Pág. 1 de 3

**1 Cliente** : C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.  
 Dirección : Av. Los Proceros Nro. 1000 Urb. Cercado - Chilca -  
 Huancayo - Junín

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**2 Instrumento Calibrado** : Balanza  
 Clasificación : No automática  
 Marca : OHAUS  
 Modelo : AX8201  
 Número de serie : B725279758  
 Procedencia : China  
 Identificación : C3-B-001  
 Capacidad máxima : 8 200 g  
 Capacidad mínima : No indica  
 Div. de escala ( d ) : 0,1 g  
 Div. de verificación ( e ) : No indica  
 Clase de exactitud : No indica  
 Tipo : Electrónica  
 Ubicación : Área de Laboratorio

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma digital de los responsables de SAT carecen de validez.

**3 Fecha y lugar de calibración**  
 Fecha de calibración : 2022-11-09  
 Lugar de calibración : Instalaciones de C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.

**4 Método de calibración**  
 La calibración se efectuó por comparación según el procedimiento PC-011, 4ta Ed., "PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO. CLASE I y CLASE II", del INDECOPI-SNM.

**5 Trazabilidad**  
 Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMIP) y/o Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).  
 Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración:

Código	Clase de exactitud	Certificado de calibración
LM-PE2-01	E2	LM-C-176-2022 / INACAL-DM
LM-PF1-01	F1	PE22-C-1319 / KOSSOMET S.A.C.
LM-PF1-02	F1	PE22-C-1320 / KOSSOMET S.A.C.
LM-PF1-03	F1	PE22-C-1321 / KOSSOMET S.A.C.
LM-PF1-06	F1	LM-C-205-2022 / INACAL-DM
LM-PF1-07	F1	LM-C-103-2022 / INACAL-DM

Fecha de emisión: 2022-11-10



Firmado digitalmente por:  
 Jorge Raúl Guisne Ramos  
 Fecha: 10/11/2022 16:33

Jefe de Laboratorio de Masa (e)



Firmado digitalmente por:  
 Ing. Yanet Maldonado Panes  
 Fecha: 10/11/2022 16:52

Jefe de División de Metrología

**6 Resultados de medición****Inspección Visual**

<b>AJUSTE DE CERO</b>	Tiene	<b>ESCALA</b>	No aplica
<b>OSCILACIÓN LIBRE</b>	No aplica	<b>CURSOR</b>	No aplica
<b>PLATAFORMA</b>	Tiene	<b>NIVELACIÓN</b>	Tiene
<b>SISTEMA DE TRABA</b>	No tiene		

**Ensayo de Repetibilidad**

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	19,3	19,5

HUMEDAD RELATIVA (%hr)	INICIAL	FINAL
	44	44

Medición N°	CARGA L <sub>1</sub> (g) - 4 000,0		E (g)
	l (g)	ΔL (mg)	
1	4 000,0	90	-0,04
2	4 000,0	100	-0,05
3	4 000,0	100	-0,05
4	4 000,0	100	0,05
5	3 999,9	10	-0,06
6	3 999,9	10	-0,06
7	3 999,9	10	-0,06
8	4 000,0	100	-0,05
9	4 000,0	100	-0,05
10	4 000,0	100	-0,05
Diferencia máxima (g)			0,02
± Error máximo permisible (g)			0,3

Medición N°	CARGA L <sub>2</sub> (g) - 8 000,0		E (g)
	l (g)	ΔL (mg)	
1	8 000,0	90	-0,04
2	7 999,9	30	-0,08
3	7 999,9	20	-0,07
4	8 000,0	90	0,04
5	8 000,0	70	-0,02
6	8 000,0	80	-0,03
7	8 000,0	80	-0,03
8	7 999,9	20	-0,07
9	8 000,0	100	-0,05
10	8 000,0	50	0,00
Diferencia máxima (g)			0,08
± Error máximo permisible (g)			0,3

**Ensayo de Excentricidad****POSICIÓN DE LAS CARGAS**

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	19,5	19,5

2	5
1	
3	4

HUMEDAD RELATIVA (%hr)	INICIAL	FINAL
	44	43

POSICIÓN DE CARGA	DETERMINACION DE E <sub>0</sub>				DETERMINACION DEL ERROR CORREGIDO E <sub>c</sub>				
	CARGA EN CERO (g)	l (g)	ΔL (mg)	E <sub>0</sub> (g)	CARGA L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1,0	1,0	60	-0,01	2 700,0	2 700,0	80	-0,03	-0,02
2		1,0	60	-0,01		2 700,0	100	-0,05	-0,04
3		1,0	60	-0,01		2 699,9	10	-0,06	-0,05
4		1,0	70	-0,02		2 700,0	90	-0,04	-0,02
5		1,0	60	-0,01		2 700,0	60	-0,01	0,00
± Error máximo permisible (g)									0,3



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0648-2022  
Pág. 3 de 3

### Ensayo de Pesaje

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL	HUMEDAD RELATIVA (%hr)	INICIAL	FINAL
	19,6	19,6		43	42

CARGA L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± EMP (g)
	i (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	i (g)	ΔL (mg)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
E <sub>0</sub> 1,0	1,0	50	0,00	---	---	---	---	---	---
5,0	5,0	60	-0,01	-0,01	5,0	50	0,00	0,00	0,1
500,0	500,0	60	-0,01	-0,01	500,0	50	0,00	0,00	0,1
1 000,0	1 000,0	60	-0,01	-0,01	1 000,0	50	0,00	0,00	0,2
2 000,0	2 000,0	70	-0,02	-0,02	2 000,0	60	-0,01	-0,01	0,2
3 000,0	3 000,0	80	-0,03	-0,03	3 000,0	70	-0,02	-0,02	0,3
4 000,0	4 000,0	80	-0,03	-0,03	4 000,0	80	-0,03	-0,03	0,3
5 000,0	5 000,0	80	-0,03	-0,03	5 000,0	90	-0,04	-0,04	0,3
6 000,0	6 000,0	90	-0,04	-0,04	6 000,0	80	-0,03	-0,03	0,3
8 000,0	8 000,0	70	-0,02	-0,02	8 000,0	80	-0,03	-0,03	0,3
8 200,0	8 200,0	70	-0,02	-0,02	8 200,0	70	-0,02	-0,02	0,3

L: Carga puesta sobre la balanza.  
I: Lectura de la balanza.  
AI: Carga incrementada.

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E: Error encontrado.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

EMP: Error máximo permisible.

### Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Incertidumbre Expandida (g)	$U_R = 2 \times \sqrt{2,93E-03 \text{ g}^2 + 2,77E-09 \times R^2}$
Lectura corregida (g)	$R_{\text{corregida}} = R + 6,50E-06 \times R$

R = Lectura de la balanza después de la calibración (g)

E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-04 = 10<sup>-4</sup>

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura k = 2, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

### 7 Observaciones

- Se realizó una precarga usando la carga patrón de: 8 000 g para la cual la balanza indicó: 8 000,0 g
- No se realizó ningún ajuste a la balanza antes de la calibración.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color naranja con la indicación "CALIBRADO".
- La balanza es de rango simple.
- Para esta balanza los Errores Máximos Permisibles (EMP) y capacidad mínima, son correspondientes a los EMP para una balanza en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, división de verificación 0,1 g y capacidad mínima 5 g, según la norma NMP-003-2009.

----- FIN DEL DOCUMENTO -----

## Certificados de calidad (INACAL)

**Certificado**

 **INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Acreditación a:

**C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.**

**Laboratorio de Ensayo**

En su sede ubicada en: Av. Los Próceres N° 1000, Urbanización Cercado, distrito de Chilca, provincia de Huancayo y departamento de Junín.

Con base en la norma  
**NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.**

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo

Fecha de Acreditación: 07 de mayo de 2021  
Fecha de Vencimiento: 06 de mayo de 2024

 Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRÍA  
Alejandra FAJ 20600283015 soft  
Fecha: 2021-05-17 16:35:03  
Motivo: Soy el Autor del Documento

**ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 0210-2021-INACAL/DA  
Contrato N° : 021-2021/INACAL-DA  
Registro N° : LE-162

**Fecha de emisión: 07 de mayo de 2021**

*El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.*

*La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)*

DA-acr-01P-02M Ver. 02

**BUREAU VERITAS**  
Certification



## C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.

Contracting Entity: Av. Los Próceres Nro. 1000 Chilca, Huancayo - Perú

*Bureau Veritas Certification Holding SAS – UK Branch certifies that the Management System of the above organisation has been audited and found to be in accordance with the requirements of the management system standards detailed below*

### ISO 9001:2015

Scope of certification

**ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.  
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS.**

No aplicabilidad: 8.3 Diseño y desarrollo de los productos y servicios

**LABORATORY TESTING OF SOILS, AGGREGATES, CONCRETE AND PAVEMENTS  
QUALITY CONTROL OF CONSTRUCTION WORKS  
SOIL MECHANIC STUDIES.**

Non applicability: 8.3 Design and development of products and service

Original cycle start date: 02-May-2022

Expiry date of previous cycle: N.A.

Certification Audit date: 18-March-2022

Certification cycle start date: 02-May-2022

Subject to the continued satisfactory operation of the organization's Management System, this certificate expires on: 01-May-2025

**Certificate No. C022.00201/U Version: No. 1 Issue date: 02-May-2022**  
**Previous Certificate No. N.A.**

Certification body address: 5<sup>th</sup> Floor, 66 Prescot Street, London E1 8HG, United Kingdom  
Local office: Bureau Veritas Del Perú S.A. Av. Camino Real 390 – Torre Central del Centro Comercial Camino Real, Piso 14, Oficina 1402, Lima 27, Perú.



Further clarifications regarding the scope and validity of this certificate and the applicability of the management system requirements, please call: 51-1-422 9000



**ANEXO 05. Confiabilidad y validez del instrumento**

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”.



Huancayo, 28 de diciembre del 2022.

### **CONSTANCIA DE APLICACIÓN DE INSTRUMENTO DE TESIS**

El que suscribe, jefe de laboratorio del laboratorio C3 de ingeniería especializada con certificación ISO 9001.

Otorga la presente constancia de aplicación del instrumento (formatos de ensayos) en favor del Bach. Luis Ángel Lazo Castro identificado con DNI N°73485007 testista de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana “Los Andes”.

Quien ha realizado la aplicación del instrumento (formatos de ensayos) para la tesis titulada: **“Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022”** en el laboratorio en mención bajo mi autorización y supervisión el día 27 de diciembre del 2022.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.



---

M. Sc Ing. Omar A. Huamani Salazar  
**Jefe de laboratorio**  
CIP 146898

Huancayo, 15 de febrero del 2023.

## CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS Y LABORATORIO

### INGENIERIA ESPECIALIZADA C3 S.A.C

EL QUE SUSCRIBE, JEFE DE LABORATORIO DEL LABORATORIO C3 DE INGENIERÍA ESPECIALIZADA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO CON CERTIFICACIÓN ISO 9001.

#### Hace Constar

Que el tesista **Bach. Luis Ángel Lazo Castro** con DNI N°73485007, realizó la investigación **"INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ EN HUANCAYO 2022"**, haciendo uso de nuestras instalaciones así como de nuestra maquinaria, concluyendo el 28 de enero del 2023, con lo cual se acredita todos los ensayos realizados y la veracidad de los resultados obtenidos en los mismos.

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para los fines que crea convenientes.

En tal sentido se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.




---

M. Sc Ing. Omar A. Huamani Salazar  
Jefe de laboratorio  
CIP 146898

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”.

Huancayo, 15 de febrero del 2023.

Señores;

Universidad Peruana Los Andes

Facultad de Ingeniería Civil

Escuela profesional de Ingeniería Civil

Presente. -

Se informa mediante el presente que el **Bach. Luis Ángel Lazo Castro** identificado con **DNI N°73485007** tesista de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana “Los Andes”, en cuanto a la realización de los ensayos para la tesis **“Influencia en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibra de algodón y ceniza de cañaduz en Huancayo 2022”** ha utilizado de manera correcta e idónea los instrumentos de investigación siguientes:

- ❖ Hojas de cálculo de los ensayos realizados en el laboratorio INGENIERIA ESPECIALIZADA C3.
- ❖ Fichas y formatos de reporte de ensayos realizados en el laboratorio INGENIERIA ESPECIALIZADA C3.

Por lo cual se acreditan y validan todos los instrumentos mencionados ya que fueron revisados a detalle por mi persona, generándose así la aprobación de cada uno de estos instrumentos que han sido empleados en la tesis en mención.



---

M. Sc Ing. Omar A. Huamani Salazar  
**Jefe de laboratorio**  
**CIP 146898**

**ANEXO 06. La data del procesamiento de datos.**

Testigo N <sup>o</sup>	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Tipo de Esfuerzo	f'c del espécimen (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	04/01/2023	7	Compresión	180.7	182.4
2	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	04/01/2023	7	Compresión	181.4	
3	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	04/01/2023	7	Compresión	185.1	
4	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	11/01/2023	14	Compresión	207.6	212.17
5	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	11/01/2023	14	Compresión	213.7	
6	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	11/01/2023	14	Compresión	215.2	
7	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	25/01/2023	28	Compresión	244.2	245.43
8	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	25/01/2023	28	Compresión	247.5	
9	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	25/01/2023	28	Compresión	244.6	
10	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	04/01/2023	7	Compresión	199.2	203.47
11	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	04/01/2023	7	Compresión	202	
12	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	04/01/2023	7	Compresión	209.2	
13	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	11/01/2023	14	Compresión	229.7	237.23
14	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	11/01/2023	14	Compresión	239.3	
15	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	11/01/2023	14	Compresión	242.7	
16	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	25/01/2023	28	Compresión	270.3	275.2
17	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	25/01/2023	28	Compresión	278.9	
18	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	25/01/2023	28	Compresión	276.4	

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Tipo de Esfuerzo	f'c del espécimen (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)
19	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Compresión	207.6	213.2
20	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Compresión	214.3	
21	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Compresión	217.5	
22	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Compresión	233.2	241.8
23	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Compresión	243.7	
24	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Compresión	248.5	
25	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Compresión	283.3	287.3
26	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Compresión	291.3	
27	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Compresión	287.3	
28	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Compresión	216.7	220.8
29	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Compresión	234.7	
30	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Compresión	211	
31	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Compresión	253.8	251.93
32	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Compresión	257.8	
33	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Compresión	244.2	
34	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Compresión	301.6	303.93
35	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Compresión	311.2	
36	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Compresión	299	

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima Rotura (KN)	Módulo de Rotura Mr (Kg/cm2)	Módulo de Rotura promedio Mr (Kg/cm2)
37	f'c = 210 kg/cm2	Muestra Patrón	28/12/2022	04/01/2023	7	Flexión	43	43.83
38	f'c = 210 kg/cm2	Muestra Patrón	28/12/2022	04/01/2023	7	Flexión	43.6	
39	f'c = 210 kg/cm2	Muestra Patrón	28/12/2022	04/01/2023	7	Flexión	44.9	
40	f'c = 210 kg/cm2	Muestra Patrón	28/12/2022	11/01/2023	14	Flexión	52.2	53.27
41	f'c = 210 kg/cm2	Muestra Patrón	28/12/2022	11/01/2023	14	Flexión	53	
42	f'c = 210 kg/cm2	Muestra Patrón	28/12/2022	11/01/2023	14	Flexión	54.6	
43	f'c = 210 kg/cm2	Muestra Patrón	28/12/2022	25/01/2023	28	Flexión	61.4	62.63
44	f'c = 210 kg/cm2	Muestra Patrón	28/12/2022	25/01/2023	28	Flexión	62.3	
45	f'c = 210 kg/cm2	Muestra Patrón	28/12/2022	25/01/2023	28	Flexión	64.2	
46	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	05/01/2023	7	Flexión	48.1	49.13
47	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	05/01/2023	7	Flexión	48.9	
48	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	05/01/2023	7	Flexión	50.4	
49	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	12/01/2023	14	Flexión	58.5	59.7
50	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	12/01/2023	14	Flexión	59.4	
51	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	12/01/2023	14	Flexión	61.2	
52	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	26/01/2023	28	Flexión	68.8	70.23
53	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	26/01/2023	28	Flexión	69.9	
54	f'c = 210 kg/cm2	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	26/01/2023	28	Flexión	72	

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga Máxima Rotura(KN)	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo rotura promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
55	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Flexión	50.3	51.37
56	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Flexión	51.1	
57	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Flexión	52.7	
58	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Flexión	61.1	62.4
59	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Flexión	62.1	
60	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Flexión	64	
61	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Flexión	71.9	73.43
62	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Flexión	73.1	
63	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Flexión	75.3	
64	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Flexión	58.9	60.17
65	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Flexión	59.9	
66	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Flexión	61.7	
67	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Flexión	71.6	73.07
68	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Flexión	72.7	
69	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Flexión	74.9	
70	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Flexión	84.2	85.93
71	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Flexión	85.5	
72	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Flexión	88.1	

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Tipo de Esfuerzo	Resistencia a la tracción indirecta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción l. promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
73	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	04/01/2023	7	Tracción	22.6	22.23
74	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	04/01/2023	7	Tracción	22.5	
75	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	04/01/2023	7	Tracción	21.6	
76	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	11/01/2023	14	Tracción	26.5	26.67
77	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	11/01/2023	14	Tracción	27	
78	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	11/01/2023	14	Tracción	26.5	
79	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	25/01/2023	28	Tracción	32.3	31.73
80	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	25/01/2023	28	Tracción	32.1	
81	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Muestra Patrón	28/12/2022	25/01/2023	28	Tracción	30.8	
82	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	05/01/2023	7	Tracción	25.3	24.87
83	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	05/01/2023	7	Tracción	25.2	
84	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	05/01/2023	7	Tracción	24.1	
85	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	12/01/2023	14	Tracción	29.7	29.87
86	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	12/01/2023	14	Tracción	30.2	
87	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	12/01/2023	14	Tracción	29.7	
88	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	26/01/2023	28	Tracción	36.2	35.53
89	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	26/01/2023	28	Tracción	35.9	
90	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 2% FA + 2% CDC	28/12/2022	26/01/2023	28	Tracción	34.5	

Testigo Nº	Diseño de Mezcla	Procedencia	Fecha de Vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Tipo de Esfuerzo	Resistencia a la tracción indirecta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción l. promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
91	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Tracción	24.2	24.6
92	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Tracción	24.7	
93	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Tracción	24.9	
94	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Tracción	28.4	29.53
95	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Tracción	29.6	
96	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Tracción	30.6	
97	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Tracción	34.6	35.17
98	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Tracción	35.3	
99	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 4% FA+ 4%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Tracción	35.6	
100	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Tracción	30.3	30.63
101	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Tracción	30.4	
102	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	05/01/2023	7	Tracción	31.2	
103	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Tracción	35.5	36.77
104	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Tracción	36.5	
105	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	12/01/2023	14	Tracción	38.3	
106	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Tracción	43.2	43.7
107	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Tracción	43.4	
108	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Adición al 6% FA+ 6%CDC	29/12/2022	26/01/2023	28	Tracción	44.5	

## ANEXO 07. Consentimiento Informado

### ANEXO 07. Consentimiento Informado

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

**TESISTA** : LAZO CASTRO LUIS ANGEL

**INSTITUCION** : UNIVERSIDAD PERUANA “LOS ANDES”

**TESIS** : “INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F’C=210 KG/CM2 CON ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ EN HUANCAYO-2022”.

Por medio del presente documento hago constar que soy participe de la tesis que lleva como título: “**INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F’C=210 KG/CM2 CON ADICION DE FIBRA DE ALGODÓN Y CENIZA DE CAÑADUZ EN HUANCAYO-2022**”.

Declaro en forma libre y voluntaria, con plena capacidad para ejercer mis derechos, que he sido suficientemente informado sobre la confidencialidad de mis datos personales y demás contenido intelectual.

Por lo expuesto, consiento y autorizo la gestión del contenido intelectual por parte de la universidad para los fines que crea necesarios.

<b>TESISTA</b>	LAZO CASTRO LUIS ANGEL
<b>DNI</b>	73485007
<b>FIRMA</b>	

## ANEXO 08. Fotografía de la aplicación del instrumento

### Panel Fotográfico



**Ilustración 69.** *Recolección de cañaduz en estado vegetal.*



**Ilustración 70.** *Muestreo y selección de cañaduz.*



**Ilustración 71.** *Recolección de fibra de algodón industrial.*



**Ilustración 72.** *Recolección de Agregado fino.*



**Ilustración 73.** *Recolección de agregado grueso.*



**Ilustración 74.** *Horno calibrado para ensayos.*



**Ilustración 75.** *Máquina de Abrasión Los Ángeles.*



**Ilustración 76.** *Equipamiento para ensayo de equivalente de arena.*



**Ilustración 77. Cuarteo de Agregado Grueso.**



**Ilustración 78. Cuarteo Agregado Fino.**



**Ilustración 79.** Mezclador eléctrico para elaboración de probetas y vigas a ensayar.



**Ilustración 80.** Maquinaria para rotura de probetas y vigas.



**Ilustración 81.** *Elaboración de testigos para ensayos de compresivos y traccionarios.*



**Ilustración 82.** *Elaboración de vigas para ensayos de flexión.*



**Ilustración 83.** *Especímenes roturados a compresión, flexión y tracción.*