



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO  
CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE  
CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA  
EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO**

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

**JULIACA – PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO  
CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE  
CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA  
EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL**

TESIS PRESENTADA POR:


**Bach. RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO**

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:


**PRESIDENTE**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR


**PRIMER MIEMBRO**

:

  
\_\_\_\_\_  
Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA


**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
\_\_\_\_\_  
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

**ASESOR DE TESIS**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 667-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 17 de julio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 9040 presentado por el (la) Bachiller: RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- \* **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- \* **1er Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- \* **2do Miembro** : Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

**ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Dr. MILTHON QUISPE HUANCA.

**ARTICULO TERCERO. - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Jueves 25 de julio del 2024
- \* **HORA** : 8:00 a.m.
- \* **LUGAR** : Aula 306 - FICP

**ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 MILTHON QUISPE HUANCA  
 DNI: 71790  
 cc, Archivo interesado (a)

  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 DIRECTOR  
 Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 243-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 29 de abril del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-05213 presentado por el señor (a) RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 285 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 041 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) estudiante: RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 041 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), Dr. MILTHON QUISPE HUANCA.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.  
Archivo  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 101-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 22 de marzo del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU-01175, presentado por el señor (a) RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 102-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 34-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) estudiante: RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 34-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR** la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Dr. **MILTHON QUISPE HUANCA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



Dr. Edwin Cortijo Sosa  
DIRECCIÓN  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:  
Archivo 2024  
Interesado (a)



## EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CEMENTO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

### INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	businessdocbox.com Fuente de Internet	1%
5	vdocuments.site Fuente de Internet	1%
6	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%


repositorio.uancv.edu.pe



## Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Ruben Edwin Sucasaca Adco
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70253017
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0003-3107-9209">https://orcid.org/0009-0003-3107-9209</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-4219-1007">https://orcid.org/0000-0002-4219-1007</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Cesar Guillermo Camargo Najar
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Fritz Willy Mamani Apaza
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	41414676
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú          Departamento: Puno          Provincia: San Román          Distrito: San Miguel          Latitud: S 15° 28' 43"          Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/sRv2M7R1wK3qJ4nL7">https://maps.app.goo.gl/sRv2M7R1wK3qJ4nL7</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2024 - Julio 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<b>Ingeniería civil</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a> <b>Ingeniería de la construcción</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a> <b>Ingeniería estructural y municipal</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04</a>



Dr. Efraim Barillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Nº EVREN EDWIN SUVASAGA AGUI identificado con DNI  
Nro. 70233014 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informe que he elaborado el/a  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico  
denominado/a:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO  
CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO  
SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

Autorado por: Dr. MELITÓN QUISPE HUANCA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, libro, congreso, o similares) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y a la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 21 de agosto del 2024

Firma del Asesor  
(obligatoria)

Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

*A mis amados padres, cuya presencia en mi vida ha sido una bendición inigualable. Este trabajo es un reflejo de los valores que me inculcaron desde mi infancia, de la disciplina y la perseverancia que me enseñaron a lo largo de los años. A ustedes, que con tanto amor y sacrificio han velado por mi bienestar, que han estado siempre presentes en los momentos difíciles y en los de alegría, brindándome el aliento necesario para seguir adelante, incluso cuando las circunstancias parecían insuperables.*

*A ustedes, que me enseñaron el valor del esfuerzo y la importancia de nunca rendirse ante las adversidades, que han sido mis mayores ejemplos de fortaleza y dedicación. Este logro es tanto mío como suyo, porque en cada página de esta tesis se encuentra el reflejo de su amor, su paciencia y su fe inquebrantable en mis capacidades. Les agradezco por todo lo que han hecho por mí, por cada sacrificio, por cada consejo y por cada sonrisa de aliento. Sin ustedes, nada de esto habría sido posible.*



## AGRADECIMIENTO

*A Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza, por haberme guiado y sostenido a lo largo de este camino. Sin Su amor y Su gracia, las dificultades habrían sido insuperables, pero con Su guía he encontrado la claridad y la determinación para seguir adelante. Agradezco cada bendición y cada lección que me ha permitido crecer tanto personal como profesionalmente.*

*A los docentes de la carrera de Ingeniería Civil, quienes han sido más que simples transmisores de conocimiento. Su dedicación, paciencia y compromiso con nuestra formación han sido fundamentales en mi desarrollo académico. Agradezco profundamente su disposición para compartir sus experiencias, su rigor en el proceso de enseñanza y su constante motivación para que alcancemos nuestro máximo potencial. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi vida y en mi formación como futuro ingeniero civil.*



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la situación problemática .....	14
1.2	Planteamiento del problema .....	15
1.2.1	Problema general.....	15
1.2.2	Problemas específicos .....	16
1.3	Objetivos de la investigación .....	16
1.3.1	Objetivo general.....	16
1.3.2	Objetivos específicos .....	16
1.4	Justificación de la investigación .....	17
1.4.1	Justificación técnica .....	17
1.4.2	Justificación económica .....	17
1.4.3	Justificación social .....	18
1.4.4	Justificación ambiental .....	18
1.5	Hipótesis de la investigación.....	18
1.5.1	Hipótesis general .....	18
1.5.2	Hipótesis específicas.....	19
1.6	Variables e indicadores .....	19
1.6.1	Variable independiente.....	19
1.6.2	Variable dependiente .....	19
1.7	Operacionalización de variables .....	19



CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación..... 21
2.1.1 Antecedentes internacionales ..... 21
2.1.2 Antecedentes nacionales ..... 23
2.1.3 Antecedentes regionales..... 25
2.2 Bases teóricas ..... 27
2.2.1 Caucho ..... 27
2.2.2 Arcillas calcinadas..... 28
2.2.3 Concreto ..... 29
2.2.3.1 Componentes..... 30
2.2.3.2 Propiedades del agregado ..... 36
2.2.4 Propiedades del concreto..... 38
2.2.4.1 Propiedades en estado fresco..... 39
2.2.4.2 Propiedades en estado endurecido..... 41
2.2.5 Diseño y dosificación de la mezcla de concreto ..... 45
2.2.6 Fraguado y curado del concreto..... 46
2.2.6.1 Fraguado ..... 46
2.2.6.2 Curado ..... 49
2.3 Marco conceptual ..... 50

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación ..... 52
3.2 Métodos de la investigación..... 53
3.3 Nivel y tipo de investigación..... 53
3.3.1 Tipo de investigación..... 53
3.3.2 Nivel de investigación..... 54
3.4 Población y muestra de la investigación ..... 54
3.4.1 Población ..... 54
3.4.2 Muestra ..... 55
3.5 Técnicas e instrumentos ..... 56
3.5.1 Técnicas..... 56
3.5.2 Instrumentos ..... 56



3.6	Validación y confiabilidad del instrumento .....	57
3.6.1	Validación de instrumentos .....	57
3.6.2	Confiabilidad de instrumentos .....	57
3.7	Procedimiento de recolección de datos .....	57
3.7.1	Procedimiento .....	57
3.7.2	Ensayos de laboratorio.....	58
3.8	Procesamiento y análisis de datos.....	67

### CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Presentación y análisis de resultados .....	68
4.1.1	Asentamiento del concreto con la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada .....	75
4.1.2	Resistencia a compresión del concreto con la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada .....	76
4.1.3	Resistencia a flexión del concreto con la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada .....	102
4.2	Discusión de resultados.....	127
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>129</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>130</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>131</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>134</b>



### ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1** Operacionalización de variables ..... 20

**Tabla 2** Muestras..... 55

**Tabla 3** Cantidad de agua en los agregados ..... 69

**Tabla 4** Información sobre la densidad aparente y la capacidad de absorción ..... 69

**Tabla 5** Resultado del peso específico y absorción ..... 70

**Tabla 6** Peso en estado suelto ..... 71

**Tabla 7** Peso en estado compacto ..... 71

**Tabla 8** Análisis granulométrico del agregado grueso ..... 72

**Tabla 9** Análisis granulométrico de agregado fino ..... 73

**Tabla 10** Diseño de mezcla patrón ..... 74

**Tabla 11** Diseño de mezcla con fibra de caucho sintética..... 74

**Tabla 12** Diseño de mezcla con arcilla calcinada ..... 74

**Tabla 13** Resultados obtenidos en el asentamiento del concreto ..... 75

**Tabla 14** Esfuerzo compresivo del concreto patrón ..... 77

**Tabla 15** Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de FCS..... 78

**Tabla 16** Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de FCS..... 79

**Tabla 17** Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de FCS..... 80

**Tabla 18** Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de arcilla calcinada ..... 81

**Tabla 19** Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de arcilla calcinada ..... 82

**Tabla 20** Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de arcilla calcinada ..... 83

**Tabla 21** Comparativa del rompimiento a compresión -7días ..... 84

**Tabla 22** Esfuerzo compresivo del concreto patrón ..... 85

**Tabla 23** Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de FCS..... 86

**Tabla 24** Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de FCS..... 87

**Tabla 25** Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de FCS..... 88

**Tabla 26** Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de arcilla calcinada ..... 89

**Tabla 27** Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de arcilla calcinada ..... 90

**Tabla 28** Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de arcilla calcinada ..... 91

**Tabla 29** Comparativa del rompimiento a compresión -14días ..... 92

**Tabla 30** Esfuerzo compresivo del concreto patrón ..... 93

**Tabla 31** Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de FCS..... 94

**Tabla 32** Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de FCS..... 95

**Tabla 33** Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de FCS..... 96

**Tabla 34** Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de arcilla calcinada ..... 97



<b>Tabla 35</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de arcilla calcinada .....	98
<b>Tabla 36</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de arcilla calcinada .....	99
<b>Tabla 37</b>	Comparativa del rompimiento a compresión -28días .....	100
<b>Tabla 38</b>	Comparativa del rompimiento a compresión .....	101
<b>Tabla 39</b>	Ruptura a flexión del concreto patrón .....	102
<b>Tabla 40</b>	Ruptura a flexión del concreto con 3% de FCS.....	103
<b>Tabla 41</b>	Ruptura a flexión del concreto con 4% de FCS.....	104
<b>Tabla 42</b>	Ruptura a flexión del concreto con 6% de FCS.....	105
<b>Tabla 43</b>	Ruptura a flexión del concreto con 3% de arcilla calcinada.....	106
<b>Tabla 44</b>	Ruptura a flexión del concreto con 4% de arcilla calcinada.....	107
<b>Tabla 45</b>	Ruptura a flexión del concreto con 6% de arcilla calcinada.....	108
<b>Tabla 46</b>	Comparativa del rompimiento a flexión -7días .....	109
<b>Tabla 47</b>	Ruptura a flexión del concreto patrón .....	110
<b>Tabla 48</b>	Ruptura a flexión del concreto con 3% de FCS.....	111
<b>Tabla 49</b>	Ruptura a flexión del concreto con 4% de FCS.....	112
<b>Tabla 50</b>	Ruptura a flexión del concreto con 6% de FCS.....	113
<b>Tabla 51</b>	Ruptura a flexión del concreto con 3% de arcilla calcinada.....	114
<b>Tabla 52</b>	Ruptura a flexión del concreto con 4% de arcilla calcinada.....	115
<b>Tabla 53</b>	Ruptura a flexión del concreto con 6% de arcilla calcinada.....	116
<b>Tabla 54</b>	Comparativa del rompimiento a flexión -14días .....	117
<b>Tabla 55</b>	Ruptura a flexión del concreto patrón .....	118
<b>Tabla 56</b>	Ruptura a flexión del concreto con 3% de FCS.....	119
<b>Tabla 57</b>	Ruptura a flexión del concreto con 4% de FCS.....	120
<b>Tabla 58</b>	Ruptura a flexión del concreto con 6% de FCS.....	121
<b>Tabla 59</b>	Ruptura a flexión del concreto con 3% de arcilla calcinada.....	122
<b>Tabla 60</b>	Ruptura a flexión del concreto con 4% de arcilla calcinada.....	123
<b>Tabla 61</b>	Ruptura a flexión del concreto con 6% de arcilla calcinada.....	124
<b>Tabla 62</b>	Comparativa del rompimiento a flexión -28días .....	125
<b>Tabla 63</b>	Comparativa del rompimiento a flexión .....	126



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Agregado grueso.....	32
<b>Figura 2</b>	Rotura a compresión.....	41
<b>Figura 3</b>	Secado en el horno.....	59
<b>Figura 4</b>	Compactación del agregado grueso.....	63
<b>Figura 5</b>	Tamizado del agregado.....	64
<b>Figura 6</b>	Rotura a compresión.....	66
<b>Figura 7</b>	Granulometría de agregado grueso.....	72
<b>Figura 8</b>	Curva granulométrica de la arena.....	73
<b>Figura 9</b>	Resultados obtenidos en el asentamiento del concreto.....	76
<b>Figura 10</b>	Esfuerzo compresivo del concreto patrón.....	77
<b>Figura 11</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de FCS.....	78
<b>Figura 12</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de FCS.....	79
<b>Figura 13</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de FCS.....	80
<b>Figura 14</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de arcilla calcinada.....	81
<b>Figura 15</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de arcilla calcinada.....	82
<b>Figura 16</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de arcilla calcinada.....	83
<b>Figura 17</b>	Comparativa del rompimiento a compresión -7días.....	84
<b>Figura 18</b>	Esfuerzo compresivo del concreto patrón.....	85
<b>Figura 19</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de FCS.....	86
<b>Figura 20</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de FCS.....	87
<b>Figura 21</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de FCS.....	88
<b>Figura 22</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de arcilla calcinada.....	89
<b>Figura 23</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de arcilla calcinada.....	90
<b>Figura 24</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de arcilla calcinada.....	91
<b>Figura 25</b>	Comparativa del rompimiento a compresión -14días.....	92
<b>Figura 26</b>	Esfuerzo compresivo del concreto patrón.....	93
<b>Figura 27</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de FCS.....	94
<b>Figura 28</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de FCS.....	95
<b>Figura 29</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de FCS.....	96
<b>Figura 30</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de arcilla calcinada.....	97
<b>Figura 31</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de arcilla calcinada.....	98
<b>Figura 32</b>	Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de arcilla calcinada.....	99
<b>Figura 33</b>	Comparativa del rompimiento a compresión -28días.....	100
<b>Figura 34</b>	Comparativa del rompimiento a compresión.....	101



<b>Figura 35</b>	Ruptura a flexión del concreto patrón.....	102
<b>Figura 36</b>	Ruptura a flexión del concreto con 3% de FCS .....	103
<b>Figura 37</b>	Ruptura a flexión del concreto con 4% de FCS .....	104
<b>Figura 38</b>	Ruptura a flexión del concreto con 6% de FCS .....	105
<b>Figura 39</b>	Ruptura a flexión del concreto con 3% de arcilla calcinada .....	106
<b>Figura 40</b>	Ruptura a flexión del concreto con 4% de arcilla calcinada .....	107
<b>Figura 41</b>	Ruptura a flexión del concreto con 6% de arcilla calcinada .....	108
<b>Figura 42</b>	Comparativa del rompimiento a flexión -7días.....	109
<b>Figura 43</b>	Ruptura a flexión del concreto patrón.....	110
<b>Figura 44</b>	Ruptura a flexión del concreto con 3% de FCS .....	111
<b>Figura 45</b>	Ruptura a flexión del concreto con 4% de FCS .....	112
<b>Figura 46</b>	Ruptura a flexión del concreto con 6% de FCS .....	113
<b>Figura 47</b>	Ruptura a flexión del concreto con 3% de arcilla calcinada .....	114
<b>Figura 48</b>	Ruptura a flexión del concreto con 4% de arcilla calcinada .....	115
<b>Figura 49</b>	Ruptura a flexión del concreto con 6% de arcilla calcinada .....	116
<b>Figura 50</b>	Comparativa del rompimiento a flexión -14días.....	117
<b>Figura 51</b>	Ruptura a flexión del concreto patrón.....	118
<b>Figura 52</b>	Ruptura a flexión del concreto con 3% de FCS .....	119
<b>Figura 53</b>	Ruptura a flexión del concreto con 4% de FCS .....	120
<b>Figura 54</b>	Ruptura a flexión del concreto con 6% de FCS .....	121
<b>Figura 55</b>	Ruptura a flexión del concreto con 3% de arcilla calcinada .....	122
<b>Figura 56</b>	Ruptura a flexión del concreto con 4% de arcilla calcinada .....	123
<b>Figura 57</b>	Ruptura a flexión del concreto con 6% de arcilla calcinada .....	124
<b>Figura 58</b>	Comparativa del rompimiento a flexión -28días.....	125
<b>Figura 59</b>	Comparativa del rompimiento a flexión .....	126



## RESUMEN

Este estudio, titulado "Evaluación de las propiedades de un concreto convencional con adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la ciudad de San Miguel", se centra en analizar las propiedades de un concreto convencional modificado con fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en porcentajes del 3%, 4% y 6%. El enfoque del estudio fue experimental, aplicando el método científico de carácter explicativo. Se observó que la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada influyó significativamente en el asentamiento del concreto. Con un 6% de fibra de caucho sintético, el asentamiento se redujo de 3.98 pulgadas en la muestra control a 3.28 pulgadas. En cambio, con un 6% de arcilla calcinada, el asentamiento fue de 3.68 pulgadas. Respecto a la resistencia a la compresión, la muestra estándar presentó una resistencia de 212.55 kg/cm<sup>2</sup>. Al añadir fibra de caucho sintético en proporciones del 3%, 4% y 6%, las resistencias a la compresión fueron de 214.16, 216.09 y 213.45 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Por otro lado, con la adición de arcilla calcinada en los mismos porcentajes, las resistencias a la compresión fueron de 216.37, 220.70 y 216.85 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a la resistencia a flexión, la muestra estándar presentó una resistencia de 36.47 kg/cm<sup>2</sup>. Al añadir fibra de caucho sintético en proporciones del 3%, 4% y 6%, las resistencias a flexión fueron de 37.81, 38.24 y 35.51 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Mientras que con la adición de arcilla calcinada en los mismos porcentajes, las resistencias a flexión fueron de 38.80, 40.17 y 37.29 kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en diferentes proporciones tiene un impacto significativo en las propiedades del concreto, especialmente en su asentamiento, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión.

**Palabras Clave:** Concreto, fibra de caucho, arcilla calcinada, propiedades.



## ABSTRACT

This study, entitled "Evaluation of the properties of a conventional concrete with the addition of synthetic rubber fiber and calcined clay in the city of San Miguel", focuses on analyzing the properties of a conventional concrete modified with synthetic rubber fiber and calcined clay in percentages of 3%, 4% and 6%. The approach of the study was experimental, applying the explanatory scientific method. It was observed that the addition of synthetic rubber fiber and calcined clay significantly influenced the slump of the concrete. With 6% synthetic rubber fiber, the slump was reduced from 3.98 inches in the control sample to 3.28 inches. In contrast, with 6% calcined clay, the slump was 3.68 in. Regarding compressive strength, the standard sample presented a strength of 212.55 kg/cm<sup>2</sup>. When synthetic rubber fiber was added in proportions of 3%, 4% and 6%, the compressive strengths were 214.16, 216.09 and 213.45 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. On the other hand, with the addition of calcined clay in the same percentages, the compressive strengths were 216.37, 220.70 and 216.85 kg/cm<sup>2</sup>. As for flexural strength, the standard sample showed a strength of 36.47 kg/cm<sup>2</sup>. When synthetic rubber fiber was added in proportions of 3%, 4% and 6%, the flexural strengths were 37.81, 38.24 and 35.51 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. While with the addition of calcined clay in the same percentages, the flexural strengths were 38.80, 40.17 and 37.29 kg/cm<sup>2</sup>. In conclusion, the addition of synthetic rubber fiber and calcined clay in different proportions has a significant impact on the properties of concrete, especially on its slump, compressive strength and flexural strength.

**Keywords:** Concrete, rubber fiber, calcined clay, properties.



## INTRODUCCIÓN

El concreto se destaca como uno de los materiales de construcción más comunes en todo el mundo debido a su adaptabilidad, durabilidad y costo accesible. A pesar de ello, la búsqueda incesante de mejoras en sus propiedades ha impulsado la inclusión de diversos aditivos y materiales adicionales. En este contexto, la utilización de fibras y adiciones minerales se ha convertido en una estrategia efectiva para mejorar las características del concreto.

La fibra de caucho sintético ha ganado interés como un material alternativo debido a su capacidad para perfeccionar la ductilidad y resistencia a la fractura del concreto. Este material, derivado de procesos industriales, no solo contribuye a la sostenibilidad al reutilizar residuos, sino que también presenta propiedades físicas que pueden mejorar la tenacidad del concreto.

Por otro lado, la arcilla calcinada, un material puzolánico, se ha reconocido por su capacidad para reaccionar con la cal libre presente en el cemento, formando compuestos adicionales que densifican la matriz del concreto. Esta adición puede mejorar la resistencia a extenso plazo y la durabilidad frente a ambientes agresivos.

San Miguel, una ciudad en crecimiento constante, enfrenta desafíos importantes en términos de infraestructura y sostenibilidad. La implementación de nuevos materiales que optimicen el rendimiento del concreto podría tener una marca significativa en la calidad y durabilidad de las construcciones locales. El presente trabajo posee como objetivo valorar las propiedades de un concreto convencional con adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada, adaptando estas tecnologías a las condiciones específicas de la ciudad de San Miguel. A través de una serie de pruebas experimentales, se busca determinar el efecto de estas adiciones en la resistencia a la compresión, flexión y durabilidad del concreto. Con esta investigación, se espera contribuir al desarrollo de técnicas y materiales



que no solo mejoren las características del concreto, así también promuevan prácticas de construcción más sostenibles y eficientes en San Miguel y otras regiones con condiciones similares.

La presente tesis está estructurada de la siguiente manera:

Comenzando por el primer capítulo, se exponen los fundamentos esenciales de la investigación. Dentro de esta sección, se establecen las variables, generando así una estructura distinta para la investigación. Se esbozan los objetivos particulares, que incluyen metas tanto amplias como especializadas. Además, se discute a fondo la importancia del estudio, explicando por qué es esencial resolver esta cuestión, y también se ofrecen las hipótesis de trabajo.

Capítulo II: El segundo capítulo está dedicado a la construcción de un marco teórico sólido, así como a la realización de una investigación en profundidad de investigaciones anteriores y contribuciones clave en el campo de estudio. Este capítulo no sólo ofrece un resumen conciso de los conceptos teóricos más importantes, sino que también sitúa la investigación de un marco conceptual dentro de su contexto, llamando la atención sobre las lagunas de conocimiento que la investigación actual pretende colmar.

Las metodologías y procedimientos utilizados en la investigación se describen en profundidad en el Capítulo III. Este capítulo también incluye la identificación y selección de los participantes en el estudio o las muestras estudiadas. Se ofrece una descripción exhaustiva del enfoque metodológico elegido, que justifica el uso de determinados métodos e instrumentos para la recopilación y el análisis de los datos.

La presentación e interpretación de los datos recogidos es el tema central del cuarto capítulo. Una vez recogidos los datos, se ordenan en tablas y gráficos para facilitar su comprensión. A continuación se comparan cuidadosamente con los resultados de investigaciones anteriores realizadas en el mismo campo.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel internacional, la construcción reta un desafío significativo relacionado con la sostenibilidad y el impacto ambiental de los materiales utilizados. La elaboración de cemento, una unidad clave del concreto, es responsable de aproximadamente el 8% de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Al mismo tiempo, la gestión de residuos como los neumáticos usados se ha convertido en una preocupación ambiental crítica, dado que estos productos no biodegradables ocupan grandes espacios en los vertederos y pueden provocar incendios peligrosos y duraderos. Diversos estudios e investigaciones han explorado la posibilidad de integrar materiales reciclados y alternativos, como la fibra de caucho sintético y la arcilla calcinada, para mejorar las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto, mientras se reduce el impacto ambiental.

En el contexto nacional, Perú enfrenta problemas similares relacionados con la sostenibilidad en la construcción y la gestión de residuos. El sector de la construcción es uno de los principales motores de la economía peruana, pero también es una fuente significativa de emisiones de CO<sub>2</sub> y consumo de recursos naturales. Además, el país tiene



dificultades para gestionar adecuadamente los residuos sólidos, incluidos los neumáticos usados, que representan un riesgo ambiental y de salud pública. En este marco, el gobierno y las instituciones de investigación han comenzado a promover el uso de materiales reciclados y tecnologías sostenibles en la construcción. Sin embargo, la aplicación práctica de estas innovaciones aún está en una etapa incipiente, y se requiere más investigación para evaluar la viabilidad y los beneficios de estos enfoques en el contexto peruano.

En la ciudad de San Miguel, los problemas mencionados se reflejan en la necesidad de desarrollar prácticas de construcción más sostenibles y eficientes. San Miguel, como parte del área metropolitana de Lima, enfrenta un rápido crecimiento urbano y una demanda creciente de infraestructura. Este crecimiento conlleva una mayor generación de residuos de construcción y demolición, así como un aumento en la acumulación de neumáticos usados. Además, las condiciones climáticas y geográficas específicas de la región plantean desafíos adicionales en términos de durabilidad y resistencia de los materiales de construcción. Por lo tanto, es fundamental investigar y desarrollar nuevas formulaciones de concreto que incorporen materiales reciclados, como la fibra de caucho sintético y la arcilla calcinada, para mejorar las características del concreto y contribuir a una construcción más sostenible en San Miguel.

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 *Problema general*

¿Cuáles son las propiedades de un concreto convencional con adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la ciudad de San Miguel?



## 1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cuál es la influencia de la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la consistencia de la mezcla de concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel?
- b. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la resistencia a la compresión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel?
- c. ¿Cuál es el efecto de la aplicación de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la resistencia a la flexión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel?

## 1.3 Objetivos de la investigación

### 1.3.1 Objetivo general

Evaluar las propiedades de un concreto convencional con adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la ciudad de San Miguel.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- a. Determinar la influencia de la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la consistencia de la mezcla de concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel.
- b. Determinar el efecto de la incorporación de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la resistencia a la compresión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel.
- c. Determinar el efecto de la aplicación de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la resistencia a la flexión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel.



## 1.4 Justificación de la investigación

### 1.4.1 *Justificación técnica*

El concreto convencional es ampliamente utilizado en la construcción debido a su versatilidad y resistencia. Sin embargo, existen desafíos relacionados con su durabilidad y sostenibilidad. La añadidura de materiales como la fibra de caucho sintético y la arcilla calcinada puede mejorar las características y la vida útil del concreto. La fibra de caucho sintético puede aumentar la resistencia, así como la arcilla calcinada.

Además, la investigación en esta área contribuye al desarrollo de nuevas técnicas y materiales en la ingeniería civil, proporcionando datos valiosos para futuras aplicaciones y normativas. La combinación de estos materiales innovadores podría resultar en un concreto más duradero y resistente, adecuado para las condiciones específicas de la ciudad de San Miguel.

### 1.4.2 *Justificación económica*

Desde una perspectiva económica, el uso de fibras de caucho sintético y arcilla calcinada puede resultar en costos iniciales más altos en comparación con el concreto convencional. Sin embargo, los beneficios a largo plazo superan estos costos iniciales. La mejora en la durabilidad y la vida rentable del concreto puede reducir significativamente los costos de sostenimiento y resarcimiento de las estructuras. Esto es especialmente relevante en un entorno urbano como San Miguel, donde las infraestructuras están sometidas a un uso intensivo y condiciones ambientales adversas.

Además, la utilización de materiales reciclados o de desecho, como el caucho sintético, puede disminuir los costos de producción y fomentar una economía circular, reduciendo la dependencia de materias primas tradicionales y sus fluctuaciones de precio en el mercado.



### **1.4.3 Justificación social**

Quando se trata de la industria de las obras, el uso de nuevas tecnologías y materiales tiene el potencial de aportar ventajas considerables a la sociedad. El hormigón con mayor resistencia y durabilidad mejora la calidad de las infraestructuras, así como la seguridad de las personas que viven en San Miguel, lo que contribuye a una mejora que beneficia directamente a los habitantes de San Miguel. La reducción en los costos de mantenimiento y reparación también puede liberar recursos para otras necesidades públicas, mejorando la calidad. Asimismo, la promoción de prácticas sostenibles y el uso de materiales reciclados educa a la comunidad sobre la importancia de la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente. Esto puede generar una mayor conciencia y participación en iniciativas ecológicas por parte de la población local.

### **1.4.4 Justificación ambiental**

El enfoque en la sostenibilidad y el uso de materiales reciclados, como la fibra de caucho sintético, contribuye significativamente a la reducción del impacto ambiental de la industria de la construcción. El reciclaje de caucho sintético ayuda a reducir la cantidad de residuos en los vertederos, mitigando problemas ambientales asociados con la gestión de residuos. La arcilla calcinada, por otro lado, puede actuar como una alternativa parcial al cemento Portland, cuya producción es una fuente importante de emisiones de CO<sub>2</sub>. La reducción en el uso de cemento Portland y la incorporación de materiales suplementarios pueden disminuir la huella de carbono del concreto producido, alineándose con los objetivos globales de reducción de emisiones y sostenibilidad ambiental.

## **1.5 Hipótesis de la investigación**

### **1.5.1 Hipótesis general**

La adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en el concreto convencional mejorará significativamente sus propiedades en la ciudad de San Miguel.



### 1.5.2 *Hipótesis específicas*

- a. La influencia de la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada mantendrá la consistencia de la mezcla de concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel.
- b. El efecto de la incorporación de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada mejorará la resistencia a la compresión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel.
- c. El efecto de la aplicación de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada incrementará la resistencia a la flexión del concreto convencional de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel.

## 1.6 Variables e indicadores

### 1.6.1 *Variable independiente*

Fibra de Caucho Sintético y Arcilla Calcinada

### 1.6.2 *Variable dependiente*

Propiedades del Concreto Convencional

### INDICADOR

- Consistencia
- Resistencia a la Compresión
- Resistencia a la Flexión

## 1.7 Operacionalización de variables



**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
<b>Fibra de Caucho Sintético y Arcilla Calcinada</b>	Fibra de caucho sintético: Se refiere a un material manufacturado a partir de polímeros sintéticos derivados del caucho, diseñado específicamente para ser utilizado en aplicaciones de refuerzo en compuestos como el concreto.	% usado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adición del 3%, 4% y 6% de fibra de caucho sintético</li> </ul>	Ficha de toma de datos
	La arcilla calcinada se utiliza como un material puzolánico en la industria del cemento y el concreto, mejorando las propiedades del concreto, como su resistencia a la compresión, durabilidad y resistencia química.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adición del 3%, 4% y 6% de arcilla calcinada</li> </ul>	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>				
<b>Propiedades del Concreto Convencional</b>	Debido a su versatilidad, resistencia y durabilidad, el hormigón tradicional se utiliza ampliamente en la industria de la construcción. Es posible que las cualidades del hormigón cambien dependiendo de la mezcla de componentes y de los elementos que se pongan en su mezcla.	Propiedades del concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Consistencia</li> <li>•Resistencia a la Compresión</li> <li>•Resistencia a la Flexión</li> </ul>	Herramientas de laboratorio  Fichas de toma de datos



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Acevedo et al., (2022) en su investigación titulada "Publicación: Caracterización de morteros y concretos hidráulicos con agregado de caucho reciclado", analizan el comportamiento y las cualidades de morteros y hormigones hidráulicos mediante la inclusión de gránulos de caucho reciclado (GRC) en proporciones de 0.0%, 5.0%, 10.0% y 15.0%. Con el fin de garantizar que la información se presenta de forma particular y enfocada, el proyecto realiza un examen en profundidad de las propiedades del GCR y del hormigón hidráulico. Esto se hace con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos del análisis. La implementación de caucho reciclado se puede considerar en varios procesos constructivos, evidenciando su aptitud para su uso en concretos para pisos o morteros debido a su resistencia. Además, sus características físicas, como su peso reducido, lo convierten en un excelente producto para edificios altos. Los resultados obtenidos indican que el GCR puede tener un buen uso en la ingeniería, contribuyendo al cuidado del medio ambiente al reutilizar un material producido constantemente por la industria. La mejor resistencia en esta investigación, tanto para el concreto hidráulico como



para el mortero, se observó con la adición del 5% de GCR a los 28 y 60 días de curado, siendo este una proporción adecuada para disminuir la cuantía de cemento utilizado. Sin embargo, los porcentajes del 10.0% y 15.0% no mostraron una resistencia comparable al concreto convencional, aunque aún pueden ser manejados en actividades constructivas que soliciten menor resistencia. En cuanto a la durabilidad, los ensayos demostraron que el caucho reciclado no presenta carbonatación ni produce acidez en el interior de las muestras de concreto, lo que confirma su estabilidad y viabilidad como material de construcción.

Arévalo, (2023) en su artículo titulado "Evaluación de muestras de arcillas activadas que contribuyan al mejoramiento de la resistencia a la compresión del cemento producido a nivel de laboratorio en Cemex Colombia S.A", se planteó como objetivo evaluar las propiedades del cemento, específicamente la resistencia compresiva, mediante su actividad puzolánica. Esto se logró a partir de mezclas de Clinker/yeso proporcionadas por CEMEX, con la adición de arcilla calcinada, con el fin de sustituir un porcentaje del Clinker y contribuir a la reducción de emisiones generadas por el proceso productivo. Para ello, se obtuvieron seis muestras de diferentes orígenes geológicos, las cuales fueron caracterizadas por fluorescencia de rayos X (FRX) para conocer su composición química y por difracción de rayos X (DRX) para analizar sus fases mineralógicas. Las arcillas crudas se calcinaron a una temperatura de 700°C, observándose el cambio de caolín a metacaolín, lo que permitió clasificarlas como posibles puzolanas. Posteriormente, se realizaron ensayos basados en la norma NTC-220 para determinar la resistencia compresiva de los morteros de la mezcla Clinker/yeso con el aditivo de arcilla calcinada a los 1, 3, 7 y 28 días. En los ensayos de resistencia a la compresión, se evidenció que los datos de las mezclas estaban por debajo de la muestra patrón. Esto se debió a que las mezclas contenían solo un 70% de cemento puro y el 30% restante era la adición de arcilla calcinada. A pesar de esto, los resultados fueron significativos, ya que se encontraban dentro de los parámetros mínimos establecidos en la norma NTC-121. La adición de



arcillas calcinadas en un 30% en mezcla con cemento ayudó a mejorar la resistencia del cemento al aumentar continuamente el índice de actividad puzolánica a partir de los siete días, comparado con la muestra blanca. De acuerdo con la norma NTC-3493, las muestras de arcillas calcinadas PI-1333, PI-1121 y PI-1374 cumplieron con el requisito del índice de actividad de resistencia, presentando un porcentaje mayor al 75% a los 28 días de edad.

### 2.1.2 *Antecedentes nacionales*

Pacheco & Ticlo, (2020) analizan la variabilidad en la resistencia a compresión y flexión del concreto con un valor predeterminado de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en su trabajo titulado "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto, adicionando fibras de caucho provenientes de llantas recicladas, Lima 2019", para lograr este objetivo, se incluyen en el concreto fibras de caucho derivadas de llantas recicladas. Se desarrollaron cuatro mezclas diferentes: una mezcla ordinaria, tres mezclas con adiciones de fibras de caucho en porcentajes del tres por ciento, cinco por ciento y siete por ciento, respectivamente, en lugar del volumen de árido fino, y una mezcla que era una mezcla ordinaria. Se analizó un total de sesenta muestras de hormigón, de las cuales treinta y seis se utilizaron para compresión y veinticuatro para flexión. Los exámenes se llevaron a cabo para determinar las propiedades del hormigón. En base a los resultados de la investigación cuasi-experimental, se estableció que la resistencia compresiva del hormigón estándar alcanzó  $322,2 \text{ kg/cm}^2$  después de 28 días, mientras que la resistencia a la flexión alcanzó  $58,0 \text{ kg/cm}^2$  después de transcurrido el mismo tiempo. El hormigón que tenía el mayor porcentaje de adición de fibra, que era del tres por ciento, poseía una resistencia a compresión de  $278,3 \text{ kg/cm}^2$  y a la flexión de  $58,0 \text{ kg/cm}^2$ . Por otro lado, el hormigón que tenía el porcentaje más bajo de adición de fibra era del 2 por ciento. Tras analizar estos datos, se puede llegar a la conclusión de que la adición de fibras de caucho al hormigón provoca una disminución de la resistencia compresiva del material. Esto sugiere que el



material no es adecuado para su uso en aplicaciones estructurales, ya que tiene una menor resistencia compresiva.

Giraldo, (2020) en su estudio titulado " Resistencia a la compresión y flexión de concreto con 10% y 20% de fibras de caucho reciclado", el objetivo principal de este estudio fue suplantar el agregado grueso por fibras de caucho recicladas para poner en claro el comportamiento del hormigón. Se decidió construir un hormigón con una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , y se crearon mezclas en las que se utilizaron fibras de caucho recicladas para sustituir el 10% y el 20% del árido grueso. El tamaño de las partículas de las fibras de caucho recicladas era de 10 nanómetros. Para ello, fue necesario comparar las resistencias compresivas y a la flexión del hormigón convencional (CP) con el hormigón que había sido enmendado con estas fibras. Para analizar todos los componentes del hormigón, se realizaron pruebas de laboratorio. Estas pruebas incluyeron el examen del tamaño de las partículas, la densidad, la absorción y el diseño de la mezcla de acuerdo con el ACI para las probetas de ensayo. Se incluyeron en el estudio un total de 27 probetas cilíndricas, que se examinaron a los 7, 14 y 28 días. Los resultados demostraron que la resistencia máxima se alcanzaba incluyendo un 10% de fibras de caucho recicladas en el árido grueso. El resultado fue una resistencia de  $214,32 \text{ kg/cm}^2$ , muy superior a la resistencia del hormigón convencional de  $212,40 \text{ kg/cm}^2$ . El hormigón que contenía un 10.00% de fibra de caucho como sustituto demostró una resistencia máxima de 6,21 MPa. Esto se midió en términos de resistencia a flexión. En base a estos resultados, parece que la sustitución de fibras de caucho en una proporción del 10% es el método más eficaz para mejorar las propiedades de refuerzo del hormigón. La información recopilada se examinó con ayuda de los programas informáticos Excel y SPSS.

Rojas & Vasquez, (2022) en su estudio titulado " Evaluación del impacto del curado utilizando concreto reciclado saturado y arcilla calcinada saturada en la resistencia de un



concreto con  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , comparado con un método de curado tradicional, Cajamarca 2022", tiene como finalidad implementar y promover métodos alternativos de curado. Es práctica frecuente aplicar procedimientos de curado convencionales, como la inmersión o el uso de aditivos, sin prestar suficiente atención a esta etapa esencial del proceso. El propósito de este estudio es analizar el impacto del concreto reciclado saturado y la arcilla cocida saturada como agentes de curado interno en un concreto con resistencia  $f'c=210$ . El concreto se utilizará para curar el hormigón. Para lograr este objetivo, se sustituyó parcialmente el agregado grueso con fracciones de arcilla cocida saturada y concreto reciclado saturado. Se propusieron tres porcentajes diferentes de sustitución del árido grueso: diez por ciento, veinte por ciento y treinta por ciento. La arcilla cocida saturada se obtuvo triturando ladrillos rotos, y el hormigón reciclado saturado se obtuvo triturando hormigón destruido de estructuras. Ambos procesos se llevaron a cabo para obtener los resultados deseados. A 7, 14 Y 28 días, los resultados demostraron que la sustitución del árido grueso por un treinta por ciento de arcilla cocida saturada daba lugar a una resistencia superior a la del hormigón estándar curado convencionalmente. Por otro lado, el hormigón reciclado saturado no realizó su trabajo como agente de curado interno de forma adecuada. Esto se debe a que su resistencia siguió siendo inferior a la del hormigón estándar en todos los porcentajes que se examinaron, que fueron 10%, 20% y 30%. En conclusión, se comprobó que la utilización de arcilla cocida saturada como agente de curado interno es ventajosa para aumentar la resistencia del hormigón. Por otro lado, no se sugiere la utilización de hormigón reciclado saturado para esta función.

### **2.1.3 Antecedentes regionales**

Cruz, (2023) en su investigación denominada " Influencia de fibras industriales recicladas en propiedades físicas y mecánicas de concreto, Huancané, Puno, 2023 ", se centró en investigar la influencia que tienen las fibras industriales recicladas en las propiedades del concreto. Como parte de esta investigación, se incluyeron fibras de acero



en los agregados en cuatro proporciones distintas: 2,5%, 5%, 7,5% y 10% del peso total. También se añadieron fibras proteínicas al cemento en las siguientes proporciones: 0,5%, 1%, 1,5% y 2% del peso total del cemento. Se incluyeron en la muestra de la investigación un total de cien probetas cilíndricas y vigas. Para establecer la resistencia a compresión y el índice de absorción del hormigón, se utilizaron probetas tubulares. Para establecer la resistencia a flexión, se utilizaron vigas con unas dimensiones de 15 centímetros por 15 centímetros por 54 centímetros. Cuando se añadió al hormigón una dosis del 1% de fibras proteínicas y del 5% de fibras de acero recicladas, los resultados demostraron que la trabajabilidad del hormigón experimentó una mejora sustancial. Por lo tanto, las muestras que no incluían ninguna fibra fueron las más eficaces en términos de absorción. Esto se debe a que la integración de fibras produjo un aumento de la tasa de absorción. Por otra parte, la dosis óptima para la resistencia a la compresión y a la flexión fue del 2% de fibras proteínicas y del 10% de fibras de acero reciclado. Con ello se obtuvieron resistencias superiores a las del hormigón tradicional. En resumen, los resultados de la investigación indican que la incorporación de fibras industriales recicladas al hormigón tiene el potencial de mejorar las cualidades físicas y mecánicas del material, lo que indica que puede utilizarse en futuros proyectos de construcción.

Pino & Cáceres, (2021) en su investigación denominada " Adición de arcilla calcinada al concreto estructural para mejorar propiedades físicas del concreto  $F'C = 280$  y  $350 \text{ kg/cm}^2$ , en la provincia de Puno - 2021", el objetivo es establecer la influencia de la arcilla calcinada en las propiedades del concreto. La investigación se realizó en la provincia de Puno en el año 2021. La zona de Puno se caracteriza por la dificultad y el gasto para adquirir concreto de alta resistencia. Es de vital importancia plantear opciones que incrementen las cualidades físicas del concreto reduciendo simultáneamente la inversión económica. Esto debido a los fundamentos expuestos anteriormente. Para el propósito de esta discusión, se sugiere la utilización de arcilla calcinada, que es un insumo económico, para investigar el impacto que tiene sobre las características físicas del concreto con



resistencias de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ . Dado que la variable independiente, la arcilla calcinada, se modificó en incrementos progresivos de 6%, 12% y 18%, la técnica de investigación que se utilizó fue la Hipotético-Deductiva. Esto se hizo con el fin de examinar los cambios que se produjeron en la consistencia y la resistencia del hormigón con las resistencias mencionadas. Se demostró que la arcilla calcinada aumentaba en gran medida las cualidades físicas del hormigón, con resistencias de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  para aplicación estructural. Esta fue la conclusión a la que llegaron los investigadores que estudiaron el asunto. Además, se descubrió que el porcentaje inmejorable de arcilla calcinada para aumentar estas cualidades es del 6%. Esto se descubrió mediante experimentos.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Caucho reciclado

Durante varios años, Perú ha experimentado un crecimiento económico considerable en los sectores minero y de la construcción. Este auge ha generado un aumento notable en los residuos de neumáticos, debido al proceso de vulcanización del caucho y su posterior usanza como materia en la elaboración de neumáticos, lo cual ha mejorado nuestra calidad de vida durante los últimos 150 años. La fabricación de neumáticos en Perú comenzó hace 70 años y actualmente incluye dos plantas industriales (Pacheco & Ticlo, 2020).

La gestión inadecuada de residuos, como los neumáticos, a menudo los trata como basura común. Sin embargo, su acumulación sin control constituye un problema grave, ya que los neumáticos fuera de uso (NFU) pueden convertirse en focos de infección y hábitats para fauna nociva y plagas. Los NFU son residuos elastoméricos procedentes en grandes cantidades. Aproximadamente el 70% de la producción mundial de caucho, tanto natural como sintético, se destina a la fabricación de neumáticos (Rea, 2022).



La vulcanización de neumáticos implica la mezcla de goma virgen con otros compuestos como azufre, óxidos y cauchos sintéticos. Este proceso se realiza a altas temperaturas, lo que provoca cambios en la estructura del material y afecta tanto sus propiedades físicas como químicas internas. La vulcanización es esencial para mejorar la durabilidad y resistencia del caucho, permitiendo su uso eficiente en la producción de neumáticos.

El aumento en la producción y acumulación de residuos de neumáticos en Perú representa un desafío significativo en términos de gestión de residuos. Es crucial implementar estrategias de gestión adecuadas para evitar problemas ambientales y de salud pública. Además, es vital seguir innovando en procesos como la vulcanización para maximizar la eficiencia y sostenibilidad en la producción de neumáticos (Ryder, 2021).

### **2.2.2 Arcillas calcinadas**

La arcilla no tiene cualidades puzolánicas en su forma natural debido a su estructura cristalina, que restringe la liberación de componentes reactivos. Esto no ocurre cuando la arcilla se encuentra en su estado natural. Es necesario que la arcilla se someta a un procedimiento que altere su estructura para que pueda utilizarse como material puzolánico. Este tratamiento aumentará la capacidad reactiva y el rendimiento de la arcilla (Pino & Cáceres, 2021).

Este proceso, conocido como activación, se realiza mediante la calcinación de las arcillas. La calcinación, llevada a cabo a temperaturas entre 400 °C y 950 °C, elimina los grupos OH- sistémicos (deshidroxilación), induce el desarreglo parcial de la organización cristalina y crea fases metaestables con alta reactividad química.



La temperatura a la que se lleva a cabo el proceso de calcinación influye significativamente en la composición de la arcilla que se genera, así como en las propiedades puzolánicas que posee. Durante el proceso de calcinación, se alcanza la mayor cantidad posible de reactividad, lo que en última instancia da lugar a la deshidroxilación y finalmente conduce a una estructura colapsada y desordenada. La temperatura adecuada para la activación viene especificada por ciertos componentes diferentes, algunos de los cuales incluyen la pureza del material y los minerales que están directamente asociados a él. Los resultados de un estudio indican que la temperatura a la que debe activarse el caolín oscila entre 630 y 800 grados Celsius (Arcasi, 2020).

Las arcillas ílíticas, que se encuentran entre los minerales más comunes de la corteza terrestre, pueden adquirir características puzolánicas cuando se someten a activación térmica a una temperatura de unos 950 grados Celsius. Este proceso transforma la arcilla en un material altamente reactivo, adecuado para su uso en diversas aplicaciones industriales y de construcción (Quito, 2023).

### **2.2.3 Concreto**

El hormigón es sin duda el material que más se utiliza para la construcción en todo el mundo. Cuando se combina en las cantidades adecuadas y se aplica de la manera apropiada, se transforma en uno de los materiales más robustos, lo que lo convierte en una excelente opción para la construcción de superficies duras como suelos y paredes. Por otro lado, el hormigón es menos flexible que otros materiales, ya que no permite ningún tipo de deformación una vez seco o curado (Pérez et al., 2022).

Al combinarse con acero, se forma el concreto armado, que aprovecha tanto la resistencia compresiva del hormigón como la resistencia a tracción del acero. Esta combinación resulta en una estructura significativamente más robusta y duradera, adecuada para diversas aplicaciones en la construcción (Acevedo et al., 2022).

El concreto se dispone de una mezcla de cemento portland, agregados gruesos y finos, y agua. Para su elaboración adecuada, es crucial realizar un análisis detallado que asegure las proporciones exactas de cada componente. Además, es importante que el concreto se mezcle de manera uniforme, lo que implica vaciar completamente la mezcladora antes de recargarla para mantener la homogeneidad de la mezcla (Salazar, 2023).

El concreto debe dosificarse correctamente para garantizar una resistencia mínima a la compresión, conocida como  $f'_{cr}$ , conforme a los parámetros establecidos en la Norma Técnica de Edificación (NTE). Cumplir con estos parámetros es vital para asegurar la durabilidad del concreto en diversas aplicaciones estructurales. Asimismo, el proceso de producción del concreto debe estar diseñado para minimizar la asiduidad de resultados con resistencias inferiores a  $f'_{c}$  estandar, como se especifica en la normativa (Rodríguez, 2021).

Una dosificación y mezclado precisos del concreto no solo aseguran que se alcancen las resistencias requeridas, sino que también contribuyen a la durabilidad y calidad de las estructuras construidas. La importancia de seguir estas directrices radica en la necesidad de obtener un material que no solo cumpla con los requisitos de resistencia, sino que también sea capaz de soportar las condiciones ambientales y de carga a las que estará expuesto durante su vida útil

### 2.2.3.1 Componentes

#### ❖ Agregados

Una definición de la palabra "agregado" lo describe como una colección de partículas inorgánicas. Estas partículas pueden tener un origen natural o pueden haber sido producidas, pero sus tamaños deben estar dentro de los criterios que se indican en la



NTP 400.011. En el caso del hormigón, la fase discontinua está constituida por los áridos, que son materiales que se encuentran embebidos en la pasta cementosa y representan con una proximidad del 75% del volumen total del hormigón (Gomez & Quispe, 2024).

Los agregados pueden ser materiales inorgánicos naturales, como la arena y la grava, o artificiales, como las escorias y los materiales reciclados. Estos agregados, cuando se mezclan con aglomerantes como el cemento o la cal y agua, forman concretos y morteros. Su función principal es proporcionar masa y resistencia al material, contribuyendo significativamente a las propiedades del concreto (Obregon & Osorio, 2022).

- **Agregado grueso**

Cuando se fragmentan las rocas, el material que se mantiene en el filtro nº 4 se denomina árido grueso. Este material se consigue del proceso de fragmentación de las rocas. La existencia de esta sustancia garantiza la conformidad con la NTP 400.037. Este tipo de material puede clasificarse en dos categorías diferentes: piedra triturada y grava. Ambos tipos son posibles (Gomez & Quispe, 2024).

Algunos ejemplos de áridos gruesos son la piedra triturada, la grava natural o triturada y los áridos metálicos naturales o producidos. La piedra triturada suele denominarse árido grueso. Es necesario que esté compuesto por partículas completamente limpias y estables, y que estén libres de cualquier contaminante. Estos contaminantes pueden incluir, entre otros, cascarilla, suciedad, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, residuos orgánicos, sales y cualquier otro material que pueda considerarse potencialmente dañino. No sólo deben tener un perfil angular o semiangular, sino que también deben ser duras, compactas y resistentes, y su textura debe ser preferiblemente rugosa.

Además, las partículas deben tener un perfil angular o semiangular. Gracias a la aplicación de estos parámetros, se garantiza que el árido grueso contribuirá eficazmente a la resistencia y durabilidad del hormigón, lo que en última instancia se traducirá en un edificio resistente y estable (Obregon & Osorio, 2022).

### Figura 1

*Agregado grueso*



El árido debe tener una resistencia a la compresión de al menos 600 kg/cm<sup>2</sup> para que se considere aceptable. La granulometría definida en la NTP 400.037 debe ser respetada por el árido para que sea considerado aceptable. Además, es imprescindible que la granulometría seleccionada no supere el 5% del material retenido en la malla de 1 ½", ni el 6% del material capaz de atravesar la malla de ¼".

El tamaño máximo del agregado debe determinarse según las siguientes condiciones:

- 1/5 de la menor dimensión entre las caras de los encofrados.
- 1/3 de la altura de las losas.
- 3/4 del espacio libre mínimo entre las varillas individuales de refuerzo.

Estos criterios aseguran que el agregado grueso contribuya adecuadamente a la resistencia y estabilidad del concreto, evitando problemas como la segregación y facilitando una adecuada compactación y durabilidad del material (Quispe, 2023).

- **Agregado fino**

La arena, una forma de árido, puede producirse mediante la rotura o trituración natural o artificial de rocas. La arena también puede producirse por trituración de rocas. Dependiendo del lugar de donde proceda, la arena puede clasificarse en una gran variedad de tipos, como sílice, piedra caliza, granito y otros. La arena de río es el tipo de arena óptimo para utilizar en el hormigón, ya que tiene la cabida de aumentar significativamente la durabilidad del hormigón producido. Las partículas de arena que se producen mediante el proceso de trituración manual tienen una fina capa pulverulenta que puede ser de ayuda en el proceso de unión de las moléculas de grava (Yangua, 2023).

Elegir la arena adecuada es crucial para la durabilidad y resistencia del concreto, con la arena de río siendo una de las opciones más recomendadas debido a sus propiedades beneficiosas.

- ❖ **Agua de mezcla**

El agua que se añade a la mezcla de mortero u hormigón tiene dos finalidades importantes: en primer lugar, permite que el cemento se hidrate correctamente y, en segundo lugar, facilita el trabajo con el material. Una parte del agua que se incluye en la preparación se maneja para humedecer el cemento, mientras que al agua restante se deja inalterada y se evapora gradualmente a lo largo del proceso. Los huecos que quedan en la mezcla como resultado de la evaporación de esta agua pueden tener un impacto negativo en la resistencia y durabilidad del mortero u hormigón (Cruz, 2023).

Para la hidratación del cemento, se necesita aproximadamente entre el 25% y 30% de la masa del cemento en agua. Sin embargo, esta cantidad no es suficiente para hacer



que la mezcla sea manejable. Para lograr una mezcla trabajable, se requiere al menos un 40% de agua respecto a la masa del cemento. Por lo tanto, es una práctica común utilizar la menor cantidad de agua posible, siempre asegurando que la mezcla sea lo suficientemente manejable (Estela & Vásquez, 2020).

Para que el agua sea apta para su uso en la producción de mortero u hormigón, su composición química debe ser aceptable para el consumo humano. Esto es especialmente importante para la industria de la construcción. Es indiferente que el agua haya sido tratada en el pasado o no; esto es así independientemente del tratamiento del agua. Dicho de otro modo, casi cualquier agua potable natural que no tenga sabor ni aroma aparentes puede utilizarse para mezclar mortero u hormigón. Esto se debe a que estos tipos de agua son inodoros e insípidos. Es posible que el agua adecuada para determinadas mezclas no siempre sea potable (Llamo, 2023).

A falta de redes de acueducto, es factible captar agua de fuentes naturales; sin embargo, el agua que se recoge puede incluir sustancias químicas orgánicas indeseables o un número inaceptable de sales inorgánicas. Esto se debe a que el agua puede contener ambos elementos. Por ejemplo, se sabe que el agua de superficie incluye una cantidad significativa de materia en suspensión, que puede consistir en aceites, arcilla, limo, hojas y otros varios tipos de detritus vegetales. Las aguas superficiales pueden no ser aptas para su uso si no han sido sometidas en el pasado a un tratamiento físico, como la filtración o la sedimentación, para eliminar por completo estas partículas. Esto se debe a la razón expuesta anteriormente (Chávarri & Falen, 2020).

La atención a la calidad y cantidad del agua en la mezcla es crucial para asegurar la integridad y el desempeño del mortero y del concreto en las aplicaciones de construcción.



### ❖ **Cemento**

Cuando se trata de mezclas de hormigón, el cemento es un componente importante. El proceso que da lugar a su producción es la trituración de piedra caliza y arcilla, que luego se combinan y se calcinan en hornos a temperaturas que oscilan entre 1400 y 1600 grados centígrados. Este proceso da lugar a la formación de clínker, que es un material que posee cualidades hidráulicas. El proceso de obtención del cemento Portland implica la molienda fina del clínker junto con un 4% a 5% de yeso. En presencia de agua, el cemento Portland y sus derivados sufren un proceso de fraguado y endurecimiento (Chinchano, 2020).

De acuerdo con la norma NTP 334.009, existen seis tipos de cementos estándar:

- Tipo I: Uso general sin requisitos especiales.
- Tipo II: Uso general con moderada resistencia a los sulfatos.
- Tipo II (MH): Uso general con moderado calor de hidratación y resistencia a los sulfatos.
- Tipo III: Uso cuando se necesitan altas resistencias iniciales.
- Tipo IV: Uso con bajo calor de hidratación.
- Tipo V: Uso con alta resistencia a los sulfatos.

Las siguientes categorías de cementos mezclados se describen en la NTP 334.090:

- Además, hay cementos aditivos binarios, que incluyen el cemento hidráulico que contiene cemento Portland y escoria de alto horno, así como cemento Portland y puzolana.
- Los cementos con aditivos ternarios incluyen el cemento Portland que se ha mezclado con dos tipos diferentes de puzolanas, el cemento Portland que se ha combinado con escoria de alto horno y una puzolana, una puzolana y piedra caliza, o escoria de alto horno y piedra caliza.



Estos distintos tipos de cemento se utilizan en diversas aplicaciones de construcción, optimizando propiedades como la resistencia a los sulfatos, el calor de hidratación y las resistencias iniciales, adaptándose a las necesidades específicas de cada proyecto.

### 2.2.3.2 Propiedades del agregado

#### ❖ **Requerimientos del Agregado Fino en una Mezcla de Concreto**

El árido fino que se va a utilizar en una mezcla de hormigón debe cumplir ciertas normas mínimas de calidad. Estos requisitos se ajustan a las especificaciones técnicas más recientes. Estas especificaciones aseguran que el concreto final tendrá las propiedades deseadas de resistencia y durabilidad (Mendoza, 2023).

Entre las propiedades que deben evaluarse en los agregados finos se incluyen:

- La distribución de las partículas de los áridos en función de su tamaño se denomina granulometría. Las partículas se sitúan entre los tamices N°04 y N°200, identificados por el sistema SUCS. El árido se divide en fracciones de dimensiones uniformes que corresponden a las aberturas de estos tamices en el análisis granulométrico con fines de clasificación.
- El peso unitario del árido se basa en una serie de variables, como el contenido de humedad, el tamaño de las partículas y la forma del árido. Estas cualidades son las que definen el peso medio del árido. Entre los elementos que influyen en éstos se encuentran:
  - ❖ El grado de compactación realizado.
  - ❖ La granulometría máxima del árido en proporción al volumen del contenedor viene determinada por la granulometría máxima.
  - ❖ El grado de compactación que se prescribió.
  - ❖ Se sometió a la consolidación de la que se habló antes.



- El peso específico de una sustancia se calcula fraccionando el peso de la sustancia por el volumen que llena, excluyendo del cálculo los espacios que existen entre las partículas. Debido a que permite verificar si el árido tiene o no el peso normal deseado, esta característica es crucial en el diseño de las mezclas.
- El contenido de humedad se refiere a la cantidad de agua que contiene la arena. Es esencial conocer el porcentaje de humedad de la mezcla de hormigón, ya que influye en la cantidad total de agua presente en la mezcla.
- El proceso de absorción La capacidad de los áridos finos para retener el agua tras entrar en contacto con ella se mide por la absorción. Además del contenido de humedad, esta característica es particularmente importante, ya que tiene un impacto directo en la cantidad de agua presente en la mezcla y, en consecuencia, en la relación agua-cemento especificada en el diseño.
- Módulo de finura: es un índice que mide el tamaño medio de las partículas del árido fino. Es una medida de la finura del árido. La normativa dice que este índice debe estar entre 2,35 y 3,15 para garantizar una mezcla de calidad. Es esencial preservar la consistencia del árido fino, y debe estar entre estos dos valores (Llamo, 2023).

Estos parámetros son cruciales para asegurar la calidad del concreto y deben ser cuidadosamente controlados y medidos según las normativas y estándares aplicables.

### ❖ **Requerimientos del Agregado Grueso en una Mezcla de Concreto**

Dentro de las propiedades de los agregados gruesos se consideran las siguientes:

- La granulometría es una característica que describe la forma en que se clasifica el árido en función del tamaño de partículas que lo componen. No se aconseja el uso de una granulometría completa para las mezclas de hormigón de alta resistencia, sino que se encomienda utilizar un tipo concreto de árido grueso. Para cada tipo de diseño se deben utilizar piedras con tamaños máximos predeterminados, de acuerdo a investigaciones realizadas en el campo de la



- tecnología del concreto. Estas piedras deben estar dentro de un rango óptimo para proporcionar una resistencia a la compresión aceptable.
- Este atributo muestra el peso de una determinada cantidad de agregado en un volumen dado, y se representa en kilogramos por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>). Otro nombre para esta propiedad es peso unitario. Es habitual que los áridos finos tengan un peso unitario comprendido entre 1.500 y 1.700 kilogramos por metro cúbico.
  - **Peso específico:** La cantidad de huecos presentes en el material no se tiene en cuenta al calcular el peso específico, a diferencia del peso unitario. Es esencial disponer de este valor para conseguir la proporción adecuada de la mezcla y garantizar que el árido tiene un peso regular. Es posible que el árido sea de alta calidad si tiene un peso determinado que se sitúe entre 2,5 y 2,8. Los valores inferiores a 2,5 indican la presencia de una calidad inferior, una mayor porosidad, debilidad y una cantidad excesiva de agua.
  - Cuando hablamos del contenido de humedad del árido grueso, nos referimos a la cantidad de agua presente en el árido, que se indica en relación con su peso. Es crucial conocer bien el contenido de humedad, ya que éste determina la cantidad de agua que debe añadirse a la mezcla.
  - La capacidad del árido grueso para absorber agua cuando entra en contacto con ella es la propiedad que se mide por la cantidad de propiedades de absorción. Del mismo modo que el contenido de humedad es significativo, la absorción también es crucial porque afecta a la cantidad de agua que está presente en la mezcla y, por tanto, a la relación agua-cemento que se determina durante el proceso de diseño (Llamo, 2023).

#### **2.2.4 Propiedades del concreto**

La facilidad con la que se puede realizar una mezcla de concreto en cuanto a su colocación y acabado se refiere a su manejabilidad. Durante los procesos de mezclado,

transporte, colocación y acabado del hormigón, es esencial tener en cuenta que los componentes del hormigón pueden separarse unos de otros. La segregación se produce cuando los diferentes materiales que conforman la mezcla se separan entre sí (Arévalo, 2023).

En particular, la segregación del agua es un problema común. Como consecuencia de los fenómenos de capilaridad y de la incapacidad de los sólidos para mantenerse, el agua tiene tendencia a subir a la superficie de la masa de hormigón. Esto resulta en que gran parte del agua llegue a la superficie o quede atrapada debajo de los agregados gruesos. Esta segregación puede afectar negativamente la calidad del concreto, su resistencia y durabilidad.

Es fundamental tomar medidas para minimizar la segregación y garantizar una mezcla homogénea y uniforme que mantenga las propiedades deseadas del concreto.

#### 2.2.4.1 Propiedades en estado fresco

##### ❖ Trabajabilidad

La facilidad con la que el hormigón nuevo puede verterse, solidificarse y acabarse, así como el grado en que resiste la segregación, son aspectos que se denominan cualidades de trabajabilidad del hormigón. Para que el hormigón sea práctico, debe ser imposible que los componentes se separen durante su transporte y manipulación. El grado de trabajabilidad necesario para el éxito de la colocación del hormigón depende de las técnicas de colocación, el tipo de fortalecimiento y el tipo de hormigón que se utilice (Mallqui, 2023).

La trabajabilidad del concreto varía según el tipo de colocación que se requiera.

Los aspectos que afectan la trabajabilidad incluyen:

- El modo de transporte y su duración.



- Los materiales cementantes, tanto en cantidad como en tipo.
- La consistencia del hormigón, que puede determinarse mediante el cono de Abrams o la evaluación del asentamiento.
- Los áridos finos y gruesos se distinguen por su tamaño, forma y rugosidad superficial.
- La cantidad de aire integrada o incluida en el producto.
- La cantidad de agua en el volumen.
- Así como la temperatura de la atmósfera y del hormigón.
- Incorporación de aditivos.

A efectos de controlar la segregación y mejorar la trabajabilidad, tanto la presencia de aire arrastrado como la repartición uniforme de partículas de árido son beneficiosas. La temperatura a la que se coloca el hormigón también influye en su consistencia y trabajabilidad. La consistencia, segregación, movilidad, sangrado (exudación) y facilidad de acabado son algunas de las propiedades asociadas a la trabajabilidad. El asentamiento del cono de Abrams es una medida que se utiliza para determinar la consistencia, que se considera un buen indicador de la trabajabilidad (Mallqui, 2023).

Un hormigón con un asentamiento bajo tiene una consistencia seca o rígida. El hormigón será difícil de colocar y comprimir si su consistencia es demasiado seca y rígida. Además, las partículas de árido más grandes pueden separarse de la mezcla si la consistencia es demasiado seca y rígida. Una mezcla más fluida y húmeda no siempre significa que sea más fácil de manejar. Es posible que se formen segregaciones y huecos si la mezcla está demasiado húmeda. Para asegurar que la consistencia es apropiada para la trabajabilidad y al mismo tiempo permitir la colocación utilizando el equipo de consolidación disponible, la consistencia debe ser lo suficientemente seca (Obregon & Osorio, 2022).

### 2.2.4.2 Propiedades en estado endurecido

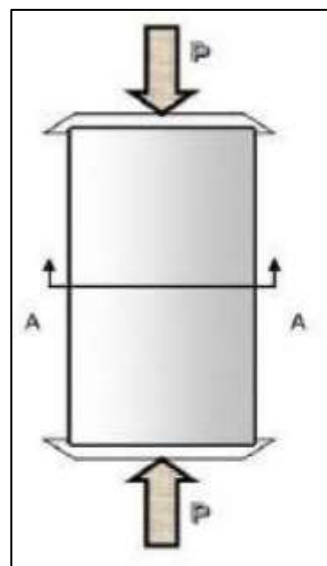
#### ❖ Resistencia a compresión

En el contexto de una carga de aplastamiento, la mayor tensión que un material es capaz de soportar se denomina resistencia compresiva. Cuando se trata de materiales que fallan como consecuencia de la rotura por fractura, esta resistencia puede describirse claramente como un atributo independiente. Por otra parte, la resistencia compresiva de los materiales que no se rompen cuando se someten a compresión suele describirse como la cuantía de esfuerzo que es necesario para que el material sufra una cuantía arbitraria de deformación (Quispe, 2023).

Una probeta se somete a un ensayo de compresión, y la resistencia a compresión de la probeta se determina dividiendo la mayor fuerza que se aplicó a la probeta por el área de la sección transversal inicial de la probeta. Esto se hace para determinar la resistencia compresiva de la probeta. Para determinar si los materiales de construcción, como el hormigón, son capaces de soportar cargas sin romperse, es necesario realizar esta medición (Ryder, 2021).

#### Figura 2

##### *Rotura a compresión*



Nota: tomada de Google



Cuando se trata de analizar y definir la aptitud del material en términos de resistencia, la resistencia a la compresión del hormigón es un componente esencial. Dado que define la capacidad de carga del hormigón, así como su durabilidad en diversas situaciones ambientales y de carga, la resistencia a la compresión es uno de los factores más significativos en el campo de la ingeniería civil.

La correlación de (a/c) en la mezcla puede hacer que el hormigón tenga diversas propiedades. Una correlación agua-cemento más baja suele dar como consecuencia un hormigón más perpetuo, pero también hace que sea más difícil trabajar con él. En consecuencia, la mezcla debe planificarse meticulosamente y estudiarse a fondo de antemano para conseguir el nivel de resistencia deseado sin sacrificar su trabajabilidad (Ryder, 2021).

Hay varios factores que afectan de manera directa la resistencia del concreto:

- **Contenido de Material Cementante:** La cantidad y calidad del cemento en la mezcla influye significativamente en la resistencia. Más material cementante generalmente aumenta la resistencia, pero también los costos.
- **Tipo de Cemento:** Diferentes tipos de cemento ofrecen distintas propiedades. La elección del tipo adecuado depende del requerimiento específico del proyecto, como la necesidad de alta resistencia temprana o resistencia a sulfatos.
- **Calidad del Curado:** Un adecuado proceso de curado es esencial para alcanzar la resistencia máxima del concreto. El curado asegura que el concreto mantenga suficiente humedad durante las primeras etapas de endurecimiento, previniendo la evaporación rápida que puede causar fisuras y reducir la resistencia.

Para garantizar un grandioso margen de resistencias, se aplicarán ensayos de compresión a una serie de probetas, obteniendo así un valor promedio. Estas probetas son moldeadas y curadas bajo condiciones controladas antes de ser sometidas a pruebas de compresión en una máquina de ensayos.

Para evaluar la resistencia a la carga axial, se seguirán las indicaciones de la NTP 339.034 para ensayar la resistencia a compresión, y se acatará la normativa ASTM C39. Estas pruebas y normas permiten asegurar que el concreto cumple con los estándares necesarios para su uso en construcción. Además, estas normativas proporcionan directrices sobre el tamaño de las probetas, las tasas de carga y otros factores críticos para obtener resultados precisos y reproducibles (Quispe, 2023).

La comprensión y aplicación correcta de estos principios y normativas asegura que el concreto utilizado en cualquier proyecto de construcción sea seguro, duradero y capaz de soportar las cargas previstas durante la vida útil.

#### ❖ **Resistencia a la flexión**

La rotura a flexión es una propiedad crucial para los elementos estructurales que reciben cargas de forma vertical, como los pavimentos rígidos, las losas y las vigas, que suelen estar dispuestos horizontalmente. Esta propiedad indica la capacidad del concreto para soportar tensiones de flexión sin romperse (Ryder, 2021).

La resistencia a flexión del concreto es esencial para asegurar la durabilidad y seguridad en las estructuras que deben soportar fuerzas de flexión. Las losas de concreto en pavimentos y los puentes, así como las vigas en edificios, son ejemplos de elementos que dependen de esta propiedad para funcionar correctamente sin fallar bajo cargas operacionales.



Aunque la resistencia compresiva del concreto se usa comúnmente como un índice de referencia, la rotura a flexión también es esencial para ciertos diseños estructurales. Las relaciones empíricas a menudo se utilizan para correlacionar la resistencia compresiva con la flexión, proporcionando una estimación inicial útil para ingenieros y diseñadores (Quispe, 2023).

El esfuerzo de flexión, a veces denominado módulo de rotura, es una medida que indica la capacidad del hormigón para soportar la flexión del material. Para un concreto de peso normal, el módulo de rotura suele ser menor que la resistencia a la carga axial del concreto. Este valor se determina siguiendo la norma NTC 2871, y los ensayos necesarios se realizan de acuerdo con la norma NTP 339.078.

Las normativas NTC 2871 y NTP 339.078 proporcionan directrices específicas sobre cómo realizar los ensayos de flexión, asegurando que los resultados sean precisos y consistentes. Los ensayos típicamente involucran aplicar la carga controlada a una probeta de concreto hasta que se produzca la rotura, midiendo así la resistencia a flexión.

Al seguir estas normas, se puede evaluar adecuadamente la resistencia a flexión del concreto, garantizando su idoneidad para su uso en estructuras que deben soportar cargas flexionantes. Este conocimiento es fundamental para el diseño y la construcción de elementos estructurales seguros y duraderos, desde pavimentos de carreteras hasta vigas de edificios y puentes (Acevedo et al., 2022).

La resistencia del concreto es una medida esencial de la capacidad del material para resistir fuerzas que pueden causar su fallo. A través de la correcta evaluación y aplicación de normativas, se asegura que las estructuras de concreto mantengan su integridad y funcionalidad bajo diversas condiciones de carga.



### **2.2.5 Diseño y dosificación de la mezcla de concreto**

Hay una serie de cualidades significativas del hormigón que se tienen en cuenta a lo largo del proceso de diseño de la mezcla de hormigón. Sin embargo, el objetivo principal de esta técnica es alcanzar una determinada resistencia a la compresión en un tiempo especificado y garantizar que el hormigón sea lo suficientemente manejable para su instalación. Además, el diseño debe garantizar que el concreto cumpla con las propiedades requeridas cuando la estructura esté en uso.

Para obtener los mejores resultados posibles, este proceso requiere establecer las proporciones de los distintos componentes del hormigón, que incluyen cemento, áridos, agua y aditivos. Esto se hace con el fin de lograr los resultados más ventajosos. El diseño de las mezclas puede realizarse mediante una serie de métodos, algunos de los cuales pueden resultar bastante difíciles debido al gran número de elementos que influyen en los resultados. El diseño de mezclas puede realizarse mediante diversos procedimientos. Aunque no existe un único enfoque que garantice que los resultados serán impecables, es posible seleccionar el método más adecuado para cada proyecto teniendo en cuenta las necesidades específicas asociadas al mismo (Quispe, 2023).

La dosificación de una mezcla de hormigón que cumpla los atributos requeridos aprovechando los materiales disponibles puede realizarse mediante un proceso de ensayo y error o a través de un sistema que permita realizar modificaciones y reajustes. Ambos métodos son opciones viables. Uno de los componentes de esta metodología es la creación de una mezcla de hormigón con proporciones iniciales que se establecen utilizando una serie de formas diferentes

La mezcla de prueba se somete a diversas pruebas de control de calidad, algunas de las cuales incluyen asentamiento, pérdida de trabajabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y resistencia compresiva, entre otras. Los requisitos que se especificaron para el



proyecto se comparan con los resultados de estas pruebas para determinar si los cumple o no. Las cantidades de los componentes que forman la mezcla se ajustan en caso de que los resultados no cumplan los criterios de calidad previstos (Acevedo et al., 2022).

Para completar el procedimiento de ajuste, debe prepararse una nueva mezcla y someterla de nuevo a todas las pruebas de control de calidad. En caso de que la mezcla no satisfaga los criterios necesarios, es importante realizar un estudio de los materiales utilizados, así como de la técnica de diseño empleada, y crear una nueva mezcla de hormigón hasta que satisfaga las especificaciones establecidas.

Este método iterativo asegura que la mezcla de concreto final cumpla con todos los criterios de calidad y desempeño necesarios para su aplicación en la construcción, optimizando así sus propiedades y garantizando su durabilidad y resistencia.

## **2.2.6 Fraguado y curado del concreto**

### **2.2.6.1 Fraguado**

El fraguado es el proceso por el cual el hormigón o mortero de cemento se endurece y pierde su flexibilidad. Esto ocurre como consecuencia de la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos, que se producen como resultado de la interacción química entre el agua de amasado y los óxidos metálicos presentes en el clinker de cemento. El aparato de Vicat se utiliza para medir la resistencia de las pastas cementosas hidráulicas con el fin de determinar el tiempo de fraguado que requieren. Este método de ensayo se denomina "determinación del tiempo de fraguado". Mediante la utilización de este procedimiento se puede conseguir cualquier tipo de cemento Portland que se utilice en la producción de hormigón (Acevedo et al., 2022).



Los dos acontecimientos más importantes que caracterizan el fraguado son el inicio del fraguado y la conclusión del fraguado. Cuando la pasta, que antes era una suspensión viscoelástica-plástica con baja resistencia al cizallamiento, se transforma en un sólido viscoelástico-plástico con mayor resistencia al cizallamiento, es el momento en que comienza el proceso de fraguado. Dicho de otro modo, se ha llegado al punto en que la combinación ya no puede considerarse viable. Inmediatamente después de la finalización de la fase de fraguado, comenzará el proceso de endurecimiento. La aparición de esta fase se produce antes de que se alcance el mayor índice posible de emisión de calor durante el proceso de calentamiento. Para garantizar que la construcción terminada posea las características de resistencia y durabilidad adecuadas, es esencial planificar correctamente las fases de colocación y acabado del hormigón. Estos periodos son críticos para garantizar la obtención de los atributos necesarios (Quispe, 2023).

El hormigón experimenta presiones de naturaleza hidrostática antes de haber tenido la oportunidad de fraguar. El momento en el que las fuerzas laterales del hormigón disminuyen hasta cero es el período que se considera el inicio del proceso de fraguado. El fraguado también puede considerarse como un asunto de percolación, en el que las partículas de cemento se unen entre sí mediante el uso de productos de hidratación. En el momento en que el dieciséis por ciento de las partículas están unidas entre sí, se alcanza el grado crítico de la percolación. Este es el punto en el que la mezcla deja de ser líquida y se convierte en sólida (Quispe, 2023).

La hipótesis de la percolación afirma que el fraguado del hormigón depende no sólo de la resistencia a la penetración de la pasta de cemento en un momento determinado, sino también de factores que influyen en la conexión entre partículas y huecos, como la consistencia del hormigón. En consecuencia, el fraguado del hormigón depende de estos dos elementos.



La consistencia del concreto tiene una influencia directa en su fraguado, ya que afecta la movilidad de las partículas de cemento y la formación de enlaces entre ellas. Por lo tanto, una estimación precisa del tiempo de fraguado debe considerar tanto la resistencia a la penetración como la consistencia de la mezcla, además de otros factores que pueden influir en la conectividad y la hidratación de las partículas de cemento.

Comprender estos factores es crucial para planificar y controlar adecuadamente las etapas de colocación y acabado del concreto, asegurando así que la estructura final adquiera las propiedades deseadas de resistencia y durabilidad.

El crecimiento del cuerpo poroso de la pasta de cemento endurecida, consecuencia del proceso de hidratación del cemento, está directamente relacionado con la evolución de las propiedades mecánicas de la mezcla durante la fase posterior al fraguado. Esto se debe a que el crecimiento del cuerpo poroso es responsable del endurecimiento de la pasta de cemento. Esto ocurre debido a que el cuerpo poroso es el resultado final del proceso de secado del cemento. Además, a lo largo de este periodo de tiempo, tienen lugar procesos adicionales, como la retracción autógena (también conocida como retracción química) y la retracción por secado. Ambos procesos dependen de la estructura del medio poroso (Cruz, 2023).

Cuando la sustancia está en proceso de fraguado, se produce una porosidad inicial creada principalmente por capilares. Durante el proceso posterior al fraguado, se forman hidratos que, en última instancia, provocan una modificación de esta porosidad. En consecuencia, la porosidad final de la pasta endurecida vendrá determinada por los hidratos que se creen a lo largo del proceso de post fraguado, así como por las circunstancias a las que haya estado sometido el hormigón (temperatura, confinamiento, etc.), además del tipo, reología y porosidad de dichos hidratos.



### 2.2.6.2 Curado

El curado del hormigón es una operación crucial que debe realizarse para mantener su saturación hasta que los huecos del cemento fresco, que inicialmente estaban llenos de agua, sean sustituidos por los productos de la hidratación del cemento. El objetivo de esta técnica es ejercer un control sobre el flujo de calor y humedad dentro y fuera del hormigón. Además, el curado ayuda a evitar la retracción del fraguado hasta que el hormigón alcanza una resistencia mínima que le permitiría sobrevivir a las presiones provocadas por esta retracción. Esto se debe a que el curado ayuda a prevenir la contracción de fraguado. La resistencia del hormigón puede disminuir considerablemente si no se deja curar adecuadamente (Cruz, 2023).

Favorecer la hidratación del cemento es el objetivo principal del proceso de curado. Para ello, es necesario ejercer un estricto control sobre la temperatura y el flujo de humedad en el interior del hormigón. Dado que la hidratación del cemento únicamente se produce en capilares saturados de agua, el mantenimiento de la saturación del hormigón es muy necesario. Además, es esencial evitar una evaporación excesiva. Además, es esencial mantener la regulación de la temperatura, ya que el ritmo de hidratación se ralentiza a bajas temperaturas y se acelera a altas temperaturas (hasta 100 grados centígrados) (Salazar, 2023).

El curado puede realizarse mediante diversos procesos, como el curado con agua, el curado con sellante y el curado con vapor. Para curar el hormigón con agua, se pueden utilizar cuatro métodos diferentes: inmersión, pulverización, utilización de recubrimientos húmedos como el yute, o aplicación de tierra, arena o serrín sobre el hormigón recién vertido.



### 2.3 Marco conceptual

- a. **Asentamiento:** El asentamiento es una medida de la consistencia y fluidez del concreto fresco. Se determina utilizando la prueba de asentamiento (o cono de Abrams), que mide la disminución de altura de una muestra de concreto fresco cuando se retira un molde cónico. Este valor indica la trabajabilidad del concreto, siendo esencial para garantizar una correcta colocación y compactación en obras de construcción.
- b. **Arcilla calcinada:** La arcilla calcinada es un tipo de arcilla que ha sido sometida a un proceso de calentamiento a altas temperaturas para eliminar el agua y los componentes orgánicos. Este tratamiento mejora sus propiedades, como la reactividad pozzolánica, haciéndola útil como aditivo en la fabricación de cementos y morteros, mejorando la resistencia y durabilidad del concreto.
- c. **Concreto:** El concreto es un material de construcción compuesto por una mezcla de cemento (generalmente cemento Portland), agregados (arena, grava o piedra triturada), agua y, en algunos casos, aditivos. Cuando se mezcla y se vierte, el concreto endurece y se convierte en un material sólido que es fuerte en compresión, utilizado en diversas estructuras como edificios, puentes, carreteras y presas.
- d. **Caucho sintético:** El caucho sintético es un tipo de elastómero fabricado artificialmente a través de procesos químicos, en contraste con el caucho natural obtenido de la savia de ciertos árboles. Es ampliamente utilizado en la fabricación de neumáticos, juntas, mangueras, cintas transportadoras y otros productos debido a sus propiedades elásticas y su resistencia a condiciones adversas.
- e. **Resistencia a flexión:** La resistencia a flexión es una medida de la capacidad de un material para soportar fuerzas de flexión sin romperse. Se determina aplicando una



carga en el centro de una viga o barra apoyada en sus extremos y midiendo la carga máxima que el material puede soportar antes de fallar. Esta propiedad es crucial para materiales que se utilizan en estructuras sometidas a cargas de flexión, como vigas y losas de concreto.

- f. Resistencia a compresión: La resistencia a compresión es la capacidad de un material para soportar fuerzas de compresión sin fallar. Se mide aplicando una carga compresiva gradual a una muestra del material hasta que se produce la ruptura. Es una propiedad fundamental para materiales de construcción como el concreto y la mampostería, que suelen estar sometidos a cargas de compresión en estructuras como columnas y muros.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El término hace referencia a un conjunto organizado de procedimientos y técnicas que se emplean de forma metódica a lo largo del proceso de investigación para resolver un problema o responder a determinadas preguntas de investigación. Desde la creación de hipótesis y la definición del problema hasta la selección de métodos de recogida y análisis de datos, la metodología abarca una amplia variedad de actividades. Entre ellas se encuentra la selección de un diseño de investigación, que establece la forma en que se recopilará y evaluará la información, así como la manera en que se interpretarán los resultados para dar respuesta a las preguntas de investigación que se hayan planteado (Medina et al., 2023).

#### 3.1 Diseño de la investigación

Existe un proceso conocido como diseño de estudio experimental que se utiliza para determinar las asociaciones de causa y efecto que surgen entre las variables. En este tipo de diseño, el investigador modificará intencionadamente una o más variables independientes para examinar el efecto que esta manipulación tiene sobre una o más variables dependientes. Al mismo tiempo, el investigador controlará activamente otros factores que podrían conducir a resultados diferentes. La asignación aleatoria de los



participantes a los distintos grupos experimental y de control es la característica que define este diseño. El grupo experimental es el que recibe la intervención o terapia cuya eficacia se va a examinar, mientras que el grupo de control no recibe la intervención o recibe una intervención alternativa. Esto permite realizar una comparación directa de los resultados entre los grupos y determinar si los cambios observados pueden o no vincularse a la intervención realizada (Hadi et al., 2023).

Se está desarrollando un estudio experimental para evaluar las propiedades del concreto con la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada.

### **3.2 Métodos de la investigación**

Una forma de investigar fenómenos, adquirir nueva información y rectificar y ampliar conocimientos previos es mediante el uso del método científico, que es un enfoque metódico y estructurado de la investigación de fenómenos. Es fundamental en las ciencias para asegurar que los resultados sean objetivos, reproducibles y verificables. El método científico no es necesariamente lineal; a menudo, los investigadores pueden retroceder y revisar etapas anteriores en función de los resultados obtenidos. Este enfoque riguroso y sistemático es esencial para el avance del conocimiento científico y la comprensión del mundo natural (Hadi et al., 2023).

### **3.3 Nivel y tipo de investigación**

#### **3.3.1 Tipo de investigación**

La investigación aplicada se refiere al tipo de investigación que tiene como objetivo resolver problemas prácticos específicos o desarrollar tecnologías, procesos o productos que tienen aplicaciones directas en el mundo real. A diferencia de la investigación básica o pura, que se centra en ampliar el conocimiento teórico sobre principios fundamentales sin un objetivo práctico inmediato, la investigación aplicada está orientada a la acción y busca generar soluciones concretas que puedan ser implementadas para mejorar



condiciones, optimizar procesos o incrementar la eficiencia en diferentes campos. La investigación aplicada implicaría identificar un problema práctico específico, formular hipótesis sobre posibles soluciones o mejoras, y utilizar metodologías sistemáticas para evaluar la efectividad de estas soluciones. Los resultados no solo aportan al conocimiento científico, sino que tienen una aplicación directa que beneficia a la sociedad o industria relevante (Pimienta et al., 2018).

Se está realizando una investigación de tipo aplicada que aborda la necesidad de mejorar el concreto mediante la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada.

### **3.3.2 Nivel de investigación**

Existe un nivel de estudio conocido como nivel explicativo, que se centra en determinar las causas de los sucesos, ofrecer una explicación de por qué ocurren y demostrar cómo las variables implicadas están conectadas entre sí. Este tipo de investigación va más allá de la descripción y la correlación de variables; busca profundizar en la comprensión de las estructuras y procesos subyacentes que explican ciertos comportamientos o resultados. En la práctica, la investigación explicativa emplea metodologías que permiten el análisis causal, como experimentos controlados y estudios longitudinales. Este nivel de investigación es fundamental cuando se pretende probar teorías o modelos teóricos, proporcionando evidencia sólida sobre cómo y por qué determinadas intervenciones funcionan o no (Reyes, 2022).

El nivel de este estudio es explicativo, ya que se realiza una comprensión detallada de la influencia de la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en el concreto.

## **3.4 Población y muestra de la investigación**

### **3.4.1 Población**

En el contexto de una investigación científica, el término "población de investigación" se refiere a todo el grupo de personas, cosas o sucesos que comparten cualidades particulares y sobre los que se quiere recabar información y elaborar conclusiones. La

población puede ser finita o infinita, y su definición viene determinada por los objetivos y el enfoque de la investigación. La población debe estar claramente definida en términos de características específicas que son relevantes para el estudio, tales como edad, género, ubicación geográfica, condición socioeconómica, entre otras (Iglesias, 2021).

La población es todos los concretos convencionales en la ciudad de San Miguel.

### 3.4.2 Muestra

El término "muestra" hace referencia a un subconjunto concreto de la población de interés que será objeto de la investigación que se llevará a cabo. La muestra debe ser representativa de la población total para que los resultados obtenidos puedan generalizarse y aplicarse a toda la población. La representatividad de la muestra es crucial para la validez de los estudios y las conclusiones que se extraen de ellos. El tipo de muestreo elegido debe justificarse en la metodología de la tesis, explicando cómo contribuye a la validez de la investigación. Seleccionar adecuadamente la muestra es esencial para obtener resultados confiables y aplicables a la población general (Reyes, 2022).

La muestra en este estudio está dada por lo siguiente:

**Tabla 2**

*Muestras*

Muestra	Muestras		
	Consistencia	Compresión	Flexión
ME	3	15	15
+3% FCR	3	15	15
+4% FCR	3	15	15
+6% FCR	3	15	15
+3% AC	3	15	15
+4% AC	3	15	15
+6% AC	3	15	15
ME	21	105	105

Donde:

ME : Concreto patrón o estándar

+3% FCR : Concreto con adición del 3% de fibra de caucho sintético.



- +4% FCR : Concreto con adición del 4% de fibra de caucho sintético.
- +6% FCR : Concreto con adición del 6% de fibra de caucho sintético.
- +3% AC : Concreto con adición del 3% de arcilla calcinada.
- +4% AC : Concreto con adición del 4% de arcilla calcinada.
- +6% AC : Concreto con adición del 6% de arcilla calcinada.

### 3.5 Técnicas e instrumentos

#### 3.5.1 Técnicas

Los métodos y procesos exactos que se utilizan para reunir, examinar e interpretar los datos con el objetivo de responder a las preguntas de la investigación, comprobar las hipótesis y alcanzar los objetivos del estudio se denominan técnicas de investigación. Estas metodologías difieren entre sí según el tipo de investigación que se realice (cualitativa o cuantitativa), el tema que se investigue y el carácter del reto de la investigación (Medina et al., 2023).

Se han empleado las siguientes técnicas:

- Observación detallada.
- Ensayos en laboratorio.

#### 3.5.2 Instrumentos

Los instrumentos de investigación son herramientas utilizadas para recopilar, medir y analizar datos relevantes para un estudio. Estos instrumentos son esenciales para obtener información fiable y válida que respalde las conclusiones de la investigación. La elección de los instrumentos adecuados depende de los objetivos del estudio, la naturaleza de los datos que se quieren recopilar y las características de la población objetivo (Medina et al., 2023).

Los instrumentos son:

- Equipos y herramientas de laboratorio.



- Formatos de cálculos

## **3.6 Validación y confiabilidad del instrumento**

### **3.6.1 Validación de instrumentos**

La validación de instrumentos es el proceso por el que se garantiza que el instrumento de medida en cuestión es capaz de medir con precisión las variables para las que ha sido diseñado. Es de suma importancia asegurarse de que los resultados obtenidos son fiables y pueden interpretarse con total seguridad (Medina et al., 2023).

### **3.6.2 Confiabilidad de instrumentos**

La fiabilidad de un instrumento de investigación se define como el grado en que las mediciones que proporciona son coherentes entre sí. Para que un instrumento se considere fiable, debe ser capaz de generar resultados coherentes en las mismas condiciones varias veces (Medina et al., 2023).

## **3.7 Procedimiento de recolección de datos**

Para la recolección de datos, primero se realizará una recopilación de información sobre el tema. A continuación, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de la información recopilada. Posteriormente, se procederá con el desarrollo de los procedimientos y los ensayos correspondientes.

### **3.7.1 Procedimiento**

Los materiales de agregado utilizados en este estudio fueron extraídos de la cantera Unocolla, la cual se encuentra situada aproximadamente a 7 kilómetros de la ciudad de Juliaca. Esta cantera es reconocida por la calidad de sus materiales, los cuales son ampliamente utilizados en la industria de la construcción. La proximidad de la cantera a Juliaca no solo facilita el transporte y reduce los costos logísticos, sino que también



garantiza el acceso a agregados de alta calidad que cumplen con los estándares necesarios para la producción de concreto de calidad.

Las fibras de caucho sintético utilizadas en este estudio fueron extraídas de llantas recicladas. Este proceso implica la trituración de llantas desechadas para obtener fibras finas de caucho, que luego son tratadas y preparadas para su incorporación en el concreto. La utilización de llantas recicladas no solo contribuye a la reducción de residuos sólidos y al aprovechamiento de materiales que de otro modo serían desechados, sino que también promueve la sostenibilidad en la construcción.

La arcilla calcinada utilizada en este estudio fue recolectada de ladrilleras que tenían desperdicios de arcilla. Estos desperdicios fueron sometidos a un proceso de calcinación en un horno a altas temperaturas, transformándolos en arcilla calcinada de alta calidad. Este enfoque no solo aprovecha materiales que de otro modo serían desechados, sino que también contribuye a la sostenibilidad y eficiencia en la producción de concreto.

### **3.7.2 Ensayos de laboratorio**

#### **a. Contenido de humedad**

##### **Procedimiento:**

- El material se trocea inicialmente para obtener una muestra representativa del conjunto. Esto se conoce como proceso de cuarteo. Es necesario determinar un peso estimado para cada tipo de árido.
- El primer paso del proceso consiste en colocar cada muestra en taras, que son recipientes ya pesados. El peso del material, además de la tara, se anota mientras está en estado "húmedo".

- Para el secado en estufa, las muestras se introducen en la estufa a una temperatura de  $105 \pm 5$  grados centígrados durante veinticuatro horas.
- Una vez transcurrido este tiempo, el material se deja enfriar antes de pesarlo por última vez. A continuación, se pesa el material que se ha secado.
- Cálculo del Contenido de Agua: Se emplea la siguiente fórmula para determinar el contenido de agua:

$$W = \text{Peso seco del suelo} / \text{Peso del agua} \times 100$$

### Figura 3

*Secado en el horno*



**b. Peso específico y absorción (fino):** Es posible evaluar la gravedad específica y la absorción de los áridos finos mediante el ensayo de gravedad o el de densidad relativa, respectivamente. Con ayuda de este procedimiento podemos determinar la densidad media de una serie de partículas de áridos:



### Procedimiento:

- Se elige una muestra representativa y se comprueba que el material puede fluir a través de la malla n.º 4. Se pesa cada trozo de material elegido. Se pesa cada trozo del material elegido.
- Para garantizar que la muestra está completamente saturada, se sumerge en agua durante veinticuatro horas.
- El agua se decanta con sumo cuidado una vez alcanzada la saturación. El método de secado del árido fino comienza con la colocación del material en un recipiente metálico y su posterior transporte a un quemador eléctrico para iniciar el tratamiento de secado.
- Es importante mover el árido durante el secado para garantizar que se seque de forma consistente y uniforme.
- Después de dejar secar el material, el molde cónico se apisona suavemente con 25 golpes en la superficie antes de llenarlo con la sustancia.
- Tras la retirada del molde cónico y la verificación del desmontaje inicial, se determina que la muestra se encuentra en la fase de superficie saturada seca saturada (S.S.S.).
- El material S.S.S. se inyecta gradualmente en el picnómetro que se utilizó para la medición previa del peso.
- Se llena el picnómetro con agua hasta un 90% de su capacidad y se elimina todo el aire atrapado, utilizando la cocina eléctrica para ayudar en este proceso. Girar y sacudir el picnómetro ayuda a eliminar las burbujas de aire.
- El picnómetro se llena completamente con agua y se pesa.
- En este punto, el árido se transporta a una tara después de haber eliminado meticulosamente toda el agua.
- Durante un período de veinticuatro horas, la muestra se mantiene en el horno.



- Una vez finalizado el proceso de pesaje, el material seco se somete a continuación a los cálculos pertinentes para determinar el peso específico y la absorción.
- Este procedimiento garantiza la precisión en la determinación de la densidad relativa y la absorción de los agregados finos, proporcionando datos esenciales para el diseño y análisis de materiales de construcción.

### c. Peso específico y absorción (grueso):

#### **Procedimiento:**

- Se selecciona una muestra de aproximadamente 600 gramos de agregado grueso.
- Se sumerge el agregado en agua durante 24 horas para asegurar su saturación completa.
- Después de 24 horas, se retira el agua y se elimina el agua existente en la superficie del agregado utilizando una franela absorbente, hasta que el agregado esté superficialmente seco.
- Se tamiza el material por la malla N° 4 para separar el agregado fino.
- Se pesa el material y la bandeja antes de continuar con el siguiente paso.
- La pieza de material se introduce en el aparato de Arquímedes para poder determinar su peso mientras está suspendida en el agua. Esto se hace a efectos de una determinación.
- Después de la medición, el material se coloca en la bandeja y se lleva al horno para secar completamente. El material se mantiene en el horno a  $105 \pm 5$  °C durante 24 horas.
- Tras retirar el material del horno, se espera a que se enfríe.



- Finalmente, se pesa el material seco. Este procedimiento permite determinar el peso específico y la absorción del agregado grueso, proporcionando datos precisos y necesarios para el análisis y diseño de materiales de construcción.

**d. Peso unitario.** La evaluación del peso unitario de los agregados se lleva a cabo con el objetivo de analizar la masa por unidad de volumen de los materiales, un parámetro esencial en la industria de la construcción y la ingeniería civil. Este análisis reviste importancia por diversas razones en el ámbito constructivo.

#### **Procedimiento:**

- Se determina el volumen del recipiente mediante procedimientos de medición o mediante sustitución con agua. Este volumen se registra como "V".
- Se mide la masa del recipiente que se utilizará en los ensayos de agregados, tanto para los agregados gruesos como finos.
- Se llena el recipiente hasta  $1/3$  de su capacidad, nivelando la superficie y compactando el árido con 25 golpes.
- Luego, se llena hasta  $2/3$ , se vuelve a nivelar y compactar.
- Finalmente, se llena hasta  $3/3$ , se compacta con 25 golpes y se enrasa la superficie.
- Se obtiene el peso de la masa del agregado más el peso del recipiente.
- Peso Unitario Suelto, se llena el recipiente hasta que desborde mediante una cuchara o pala, nivelando la superficie.

**Figura 4**

*Compactación del agregado grueso*



### e. Granulometría

#### Procedimiento

- Se selecciona una muestra representativa del agregado.
- Se pesa la muestra con precisión utilizando la balanza.
- Se apilan los tamices en orden decreciente de tamaño de abertura, con el tamiz de mayor tamaño en la parte superior y el tamiz de menor tamaño en la parte inferior.
- Se coloca una bandeja recolectora debajo del tamiz más pequeño para recoger el material que pasa por todos los tamices.
- Se vierte la muestra de agregado en el tamiz superior.

- Se agitan los tamices manualmente o se utiliza un agitador mecánico de tamices durante un tiempo específico (normalmente de 5 a 10 minutos) para separar las partículas de diferentes tamaños.
- Después del tamizado, se pesa el material retenido en cada tamiz y en la bandeja recolectora.
- Se anota el peso del material retenido en cada tamiz.
- Se calcula el porcentaje del peso retenido en cada tamiz en relación con el peso total de la muestra.
- Se suman los porcentajes acumulados retenidos para obtener la distribución granulométrica.
- Se puede representar la granulometría en una gráfica de tamizado, donde el tamaño de las partículas se grafica en el eje horizontal y el porcentaje acumulado retenido en el eje vertical.

**Figura 5**

*Tamizado del agregado*





### f. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto:

#### Procedimiento:

- Para ensayar concreto, se utilizan cilindros estándar (normalmente de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura) o cubos (normalmente de 150 mm por lado).
- Las muestras se deben moldear y curar adecuadamente según las especificaciones de la norma aplicable (por ejemplo, ASTM C31 para concreto).
- Las muestras deben ser curadas en condiciones controladas de temperatura y humedad, generalmente durante 28 días. Para ensayos a edades diferentes, se deben seguir las mismas condiciones de cura hasta la fecha del ensayo.
- Utilizar una máquina de ensayo de compresión calibrada.
- Verificar que las superficies de apoyo de la máquina estén limpias y niveladas.
- Si es necesario, colocar almohadillas de acero endurecido entre la muestra y las placas de la máquina para garantizar una distribución uniforme de la carga.
- Colocar la muestra centrada entre las placas de la máquina de compresión.
- Asegurarse de que la carga se aplicará de manera uniforme y centrada.
- Aplicar la carga de manera continua y sin impactos a una velocidad de carga específica, generalmente entre 0.25 MPa/s y 0.35 MPa/s, hasta que la muestra falle.
- Registrar la carga máxima alcanzada antes de la falla de la muestra.
- La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima aplicada ( $P$ ) por el área de la sección transversal de la muestra ( $A$ ).

**Figura 6**

*Rotura a compresión*



**g. Ensayo de resistencia a flexión:**

**Procedimiento:**

- Se moldean probetas (generalmente vigas) de dimensiones específicas.
- Las probetas se curan en condiciones controladas (temperatura y humedad) durante un periodo específico, normalmente 28 días para concreto.
- Equipamiento adecuado para aplicar una carga gradual y controlada.
- Dispositivos para medir la deflexión y la carga aplicada con precisión.
- La probeta se coloca sobre dos apoyos, con la distancia entre ellos (luz) definida según las normas correspondientes.



- Una carga puntual o dos cargas puntuales equidistantes se aplican en la parte superior de la probeta, dependiendo del método específico de ensayo (por ejemplo, ensayo de tres puntos o de cuatro puntos).
- La carga se aplica a una velocidad constante y controlada hasta que la probeta falle. Las normas pueden especificar una velocidad de incremento de carga (por ejemplo, 0.1 MPa/seg).
- Se registra la carga máxima soportada por la probeta y la deflexión correspondiente.

### 3.8 Procesamiento y análisis de datos

En este punto del proceso, el objetivo es convertir los datos en información pertinente y capaz de respaldar una toma de decisiones informada. Para ello es necesario utilizar métodos y herramientas específicos que permitan analizar los datos de forma metódica, con el fin de garantizar que la información obtenida sea precisa, fiable y pertinente para el proceso de toma de decisiones.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Presentación y análisis de resultados

En este capítulo, se detallan los resultados obtenidos de los ensayos realizados para evaluar la resistencia compresiva del concreto estándar y del concreto modificado con la adición de fibras de caucho sintético y arcilla calcinada en proporciones de 3%, 4% y 6%. Además, se han generado gráficos que visualizan estas diferencias, facilitando la comprensión de cómo varía la resistencia con la alteración de la composición del concreto. Los gráficos proporcionan una representación visual clara de las tendencias y patrones observados en los datos experimentales. Finalmente, se ofrece un análisis descriptivo que discute las implicaciones de los resultados obtenidos. Este análisis incluye una interpretación de los datos, destacando las mejoras en la resistencia compresiva logradas con las diferentes proporciones de fibras de caucho sintético y arcilla calcinada. Asimismo, se presentan los resultados del estudio de las propiedades de los agregados utilizados en las mezclas. También se detallan las proporciones del diseño de mezclas de un concreto convencional, proporcionando una base de comparación para evaluar el impacto de las modificaciones realizadas.

**a. Humedad en los agregados****Tabla 3***Cantidad de agua en los agregados*

<b>Humedad en agregados</b>		
	<i>Agre. fino</i>	<i>Agre. grueso</i>
M. Húmeda+Tara	382.54	574.69
M. Seca+Tara	370.17	564.41
Tara	39.21	39.87
M. húmeda	<b>343.33</b>	<b>534.82</b>
M. seca	<b>330.96</b>	<b>524.54</b>
Agua	<b>12.37</b>	<b>10.28</b>
%Humedad	<b>3.74</b>	<b>1.96</b>

Se muestran los datos obtenidos en el laboratorio sobre el contenido de humedad. El agregado fino presentó una humedad del 3.74%, mientras que el agregado grueso tuvo una humedad del 1.96%.

**b. Peso específico y absorción****Tabla 4***Información sobre la densidad aparente y la capacidad de absorción*

<b>Agregado</b>	<b>Datos</b>			
	<b>J</b>	<b>K</b>	<b>WC</b>	<b>W</b>
<b>Fino</b>	483.25	503.34	1340.56	1709.07
<b>Grueso</b>	792.65	812.92	1348.90	1759.84



Donde:

T= Peso -muestra secada

Y= Peso -muestra saturada

Wc = Peso -picnómetro+agua

W = Peso - Pic. + muestra + agua

- **Cálculo de peso específico**

$$Pe = \frac{Y}{Wc + Y - W} = \dots \dots \text{ gr/cm}^3$$

- **Cálculo de absorción-método picnómetro**

$$Abs = \frac{(Y - T) * 100}{T} = X \%$$

**Tabla 5**

*Resultado del peso específico y absorción*

Material	P-específico (gr/cm3)	Absorción (%)
Fino	3.73	4.16
Grueso	2.02	2.56

Se muestra los resultados de la absorción y del peso específico del agregado fino y grueso.

### c. Pesos unitarios



**Tabla 6**

*Peso en estado suelto*

<b>PESO EN ESTADO SUELTO</b>						
	<b>Agregado fino</b>			<b>Agregado grueso</b>		
W-molde(gr)	<b>5944</b>	<b>5944</b>	<b>5944</b>	<b>7955</b>	<b>7955</b>	<b>7955</b>
Volumen del molde(cm3)	<b>2050</b>	<b>2050</b>	<b>2050</b>	<b>3074</b>	<b>3074</b>	<b>3074</b>
Colocación de muestra a molde	<b>CAIDA LIBRE</b>					
W-molde + muestra suelta(gr)	9184.00	9180.00	9190.00	12494.00	12499.00	12500.00
W. de muestra suelta(gr)	3240.00	3236.00	3246.00	4539.00	4544.00	4545.00
Densidad mínima de la muestra seca(gr/cm3)	<b>1.581</b>	<b>1.579</b>	<b>1.584</b>	<b>1.476</b>	<b>1.478</b>	<b>1.478</b>
<b>Promedio(gr/cm3)</b>	<b>1.581</b>			<b>1.478</b>		

**Tabla 7**

*Peso en estado compacto*

<b>Peso unitario (VARILLADO)</b>						
	<b>Agregado fino</b>			<b>Agregado grueso</b>		
W -molde(gr)	<b>5944</b>	<b>5944</b>	<b>5944</b>	<b>7955</b>	<b>7955</b>	<b>7955</b>
Volumen del molde(cm3)	<b>2050</b>	<b>2050</b>	<b>2050</b>	<b>3074</b>	<b>3074</b>	<b>3074</b>
Nº de capas.	<b>3</b>					
Nº de golpes por capa.	<b>25</b>					
W del molde + muestra compactada(gr)	9498.00	9500.00	9493.00	12852.00	12837.00	12848.00
W-muestra compactada(gr)	3554.00	3556.00	3549.00	4897.00	4882.00	4893.00
Densidad máxima de la muestra seca(gr/cm3)	<b>1.734</b>	<b>1.735</b>	<b>1.732</b>	<b>1.593</b>	<b>1.588</b>	<b>1.592</b>
<b>Promedio(gr/cm3)</b>	<b>1.734</b>			<b>1.591</b>		

**d. Análisis granulométrico de los agregados**

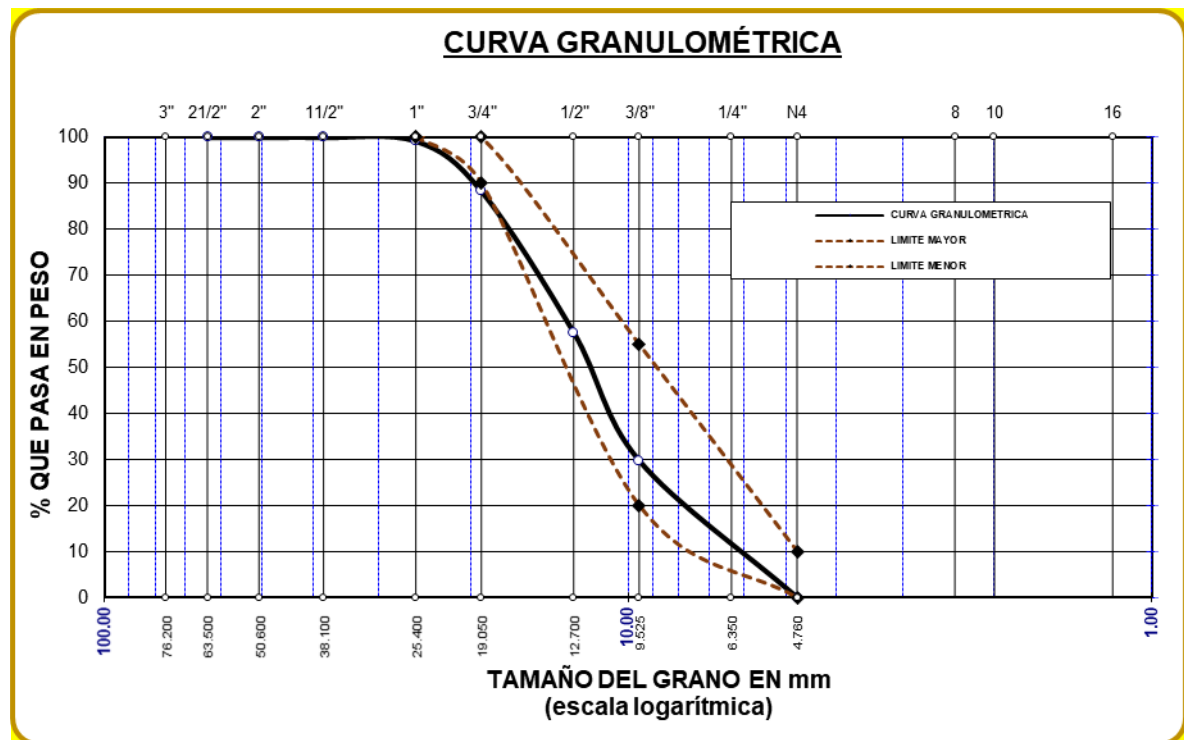
**Tabla 8**

*Análisis granulométrico del agregado grueso*

TAMIZ ASTM	Aberturas mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1"	25.4	27.85	0.80	0.80	<b>99.20</b>
3/4"	19.05	381.62	10.90	11.70	<b>88.30</b>
1/2"	12.7	1074.95	30.71	42.41	<b>57.59</b>
3/8"	9.525	975.24	27.86	70.28	<b>29.72</b>
1/4"	6.35	548.34	15.67	85.94	<b>14.06</b>
No4	4.76	492.00	14.06	100.00	<b>0.00</b>
<b>BASE</b>		0.0	0.0	100.0	0.0
<b>TOTAL</b>		3500	100.0		
<b>% PERDIDA</b>		0.0			

**Figura 7**

*Granulometría de agregado grueso*



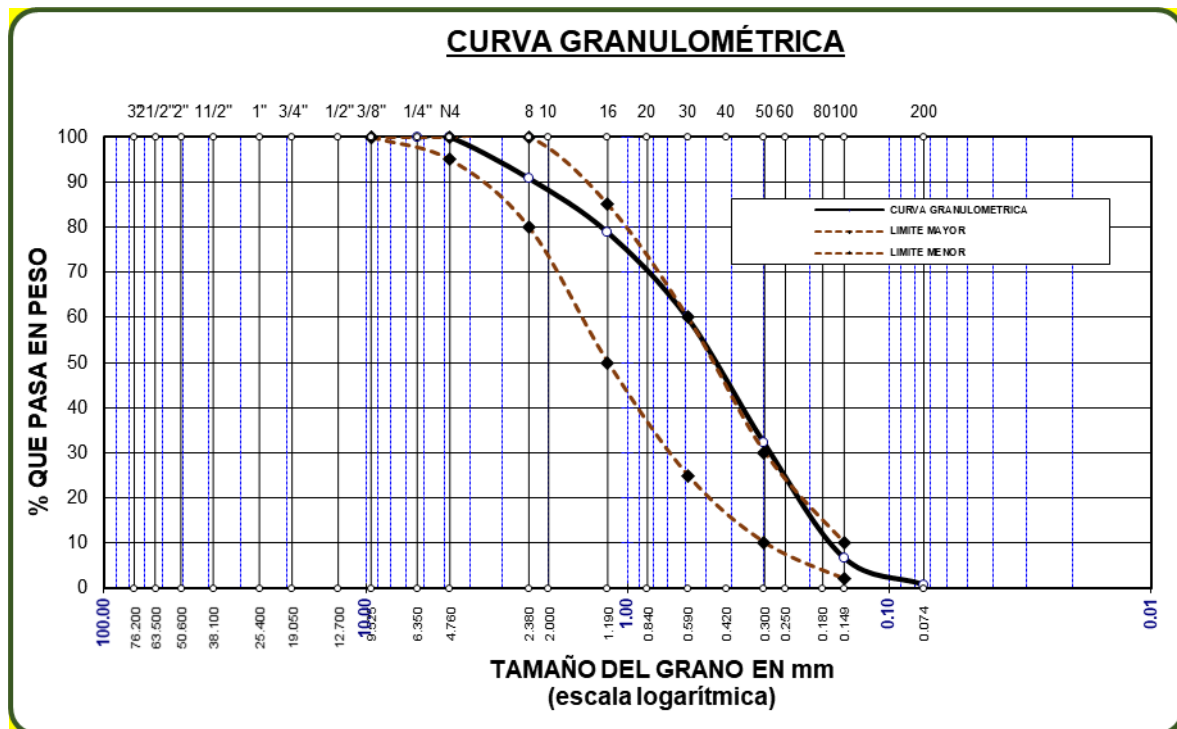
**Tabla 9**

*Análisis granulométrico de agregado fino*

TAMIZ ASTM	Aberturas Mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
No8	2.380	45.45	9.09	9.09	<b>90.91</b>
No16	1.190	59.84	11.97	21.06	<b>78.94</b>
No30	0.590	94.59	18.92	39.98	<b>60.02</b>
No 50	0.300	139.24	27.85	67.82	<b>32.18</b>
No100	0.149	126.84	25.37	93.19	<b>6.81</b>
No200	0.074	29.87	5.97	99.17	<b>0.83</b>
<b>BASE</b>		4.17	0.83	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		500.00	100.00		
<b>% PERDIDA</b>		0.83			

**Figura 8**

*Curva granulométrica de la arena*



**Diseño de mezclas****Tabla 10***Diseño de mezcla patrón*

AGREGADO	Dosificación En Peso Seco	Proporción En Volumen	Dosificación En Peso Húmedo	Proporción En Volumen
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	213	0.58
Agreg. Grueso	1064	2.91	1085	2.96
Agreg. Fino	449	1.23	466	1.27

**Tabla 11***Diseño de mezcla con fibra de caucho sintética*

Muestra	Pesos húmedos kg/m <sup>3</sup> con fibras de caucho sintético				
	Cemento	Agua	Agreg. Grueso	Agreg. Fino	Fcs
3%	366	213	1085	466	10.98
4%	366	213	1085	466	14.64
6%	366	213	1085	466	21.96

**Tabla 12***Diseño de mezcla con arcilla calcinada*

Muestra	Pesos húmedos kg/m <sup>3</sup> con arcilla calcinada				
	Cemento	Agua	Agreg. Grueso	Agreg. Fino	AC
3%	366	213	1085	466	10.98
4%	366	213	1085	466	14.64
6%	366	213	1085	466	21.96

Donde:

FCS = Fibra de caucho sintética

AC = Arcilla calcinada



**4.1.1 Asentamiento del concreto con la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada**

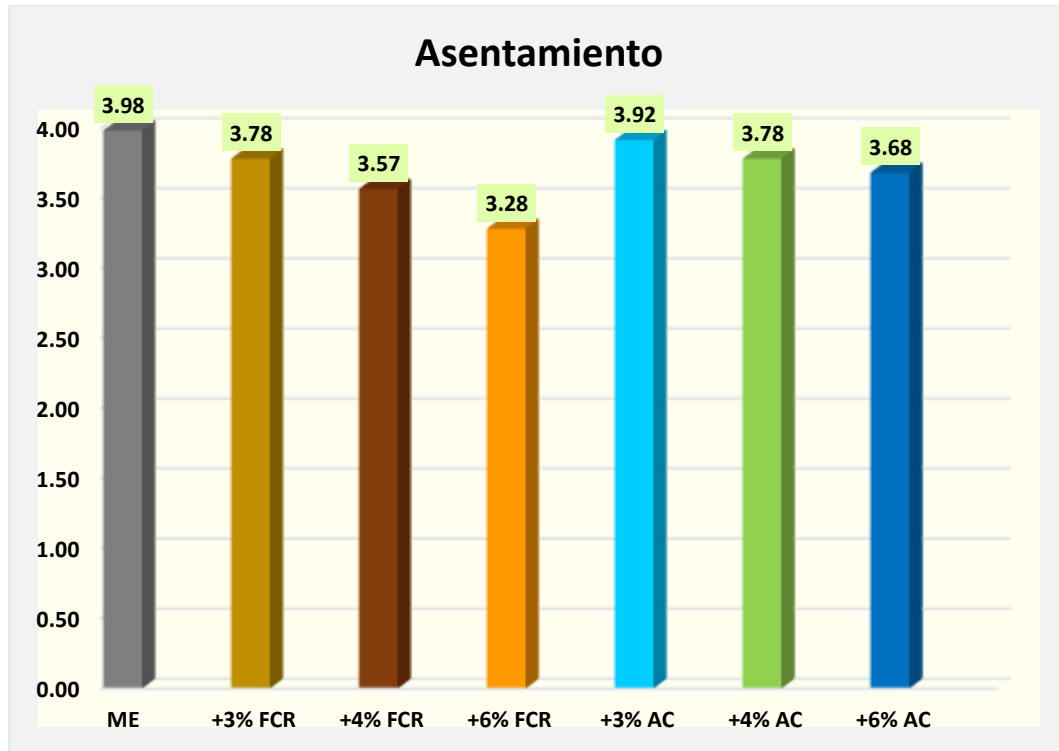
**Tabla 13**

*Resultados obtenidos en el asentamiento del concreto*

Descripción	Muestra	Slump	Promedio	Unidad de medición
ME	N°1	4.00	3.98	pulg
	N°2	3.95		
	N°3	4.00		
+3% FCR	N°1	3.80	3.78	
	N°2	3.75		
	N°3	3.80		
+4% FCR	N°1	3.60	3.57	
	N°2	3.55		
	N°3	3.55		
+6% FCR	N°1	3.30	3.28	
	N°2	3.25		
	N°3	3.30		
+3% AC	N°1	3.90	3.92	
	N°2	3.95		
	N°3	3.90		
+4% AC	N°1	3.80	3.78	
	N°2	3.75		
	N°3	3.80		
+6% AC	N°1	3.70	3.68	
	N°2	3.70		
	N°3	3.65		

Figura 9

Resultados obtenidos en el asentamiento del concreto



Se muestra el asentamiento de las muestras de concreto estándar y las muestras de concreto con la adición de fibras de caucho sintético y arcilla calcinada. Se observa que la adición de fibra de caucho sintético disminuye más la trabajabilidad en comparación con la arcilla calcinada.

#### 4.1.2 Resistencia a compresión del concreto con la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada

Esta sección detalla los resultados de las mediciones de resistencia a compresión realizadas en tres variantes distintas de concreto. La primera variante corresponde al concreto estándar, utilizado como referencia. La segunda variante incluye concreto con la adición de fibras de caucho sintético. La tercera variante examina concreto con adición de arcilla calcinada. Las pruebas se realizaron a los 7, 14 y 28 días de curado.

### ❖ Rompimiento a compresión a los 7 días

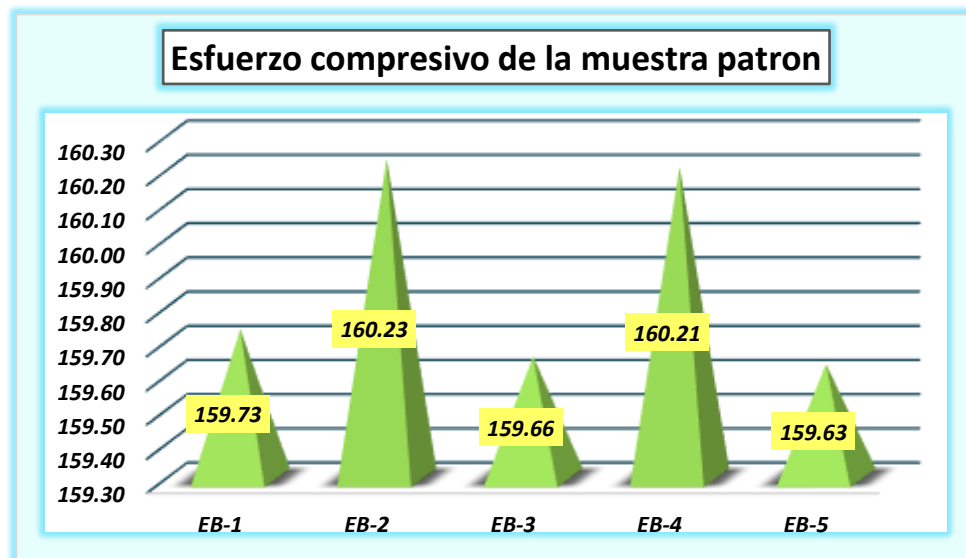
**Tabla 14**

*Esfuerzo compresivo del concreto patrón*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
7	210 kg/cm <sup>2</sup>	28265	159.73	76.06
		28240	160.23	76.30
		28251	159.66	76.03
		28236	160.21	76.29
		28247	159.63	76.02
		<b>Promedio</b>	<b>159.89</b>	<b>76.14</b>

**Figura 10**

*Esfuerzo compresivo del concreto patrón*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del patrón. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 159.89 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 76.14% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

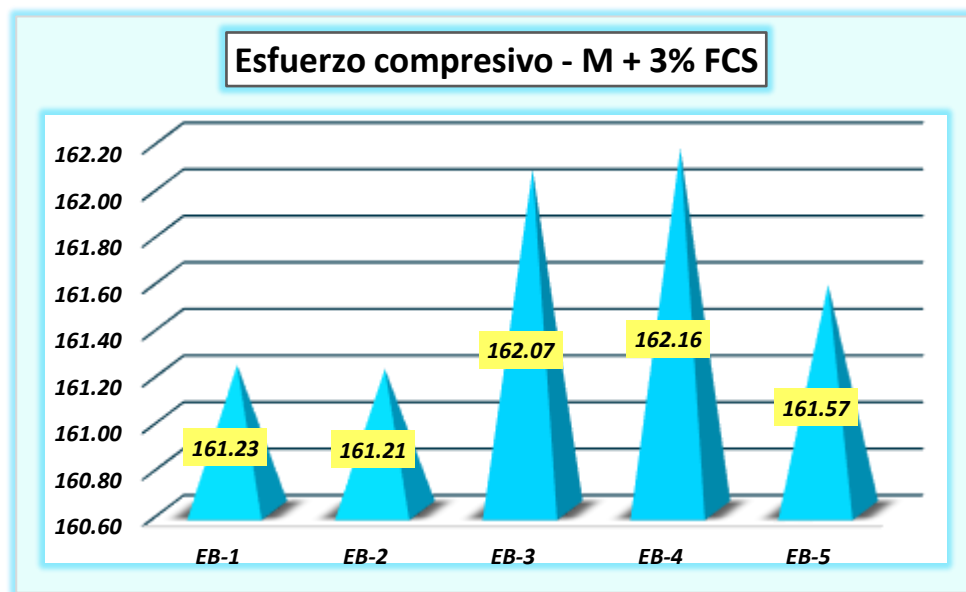
**Tabla 15**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de FCS*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
7	210 kg/cm <sup>2</sup>	28529	161.23	76.77
		28526	161.21	76.77
		28563	162.07	77.17
		28579	162.16	77.22
		28590	161.57	76.94
		<b>Promedio</b>	<b>161.65</b>	<b>76.97</b>

**Figura 11**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 3% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 161.65 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 76.97% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

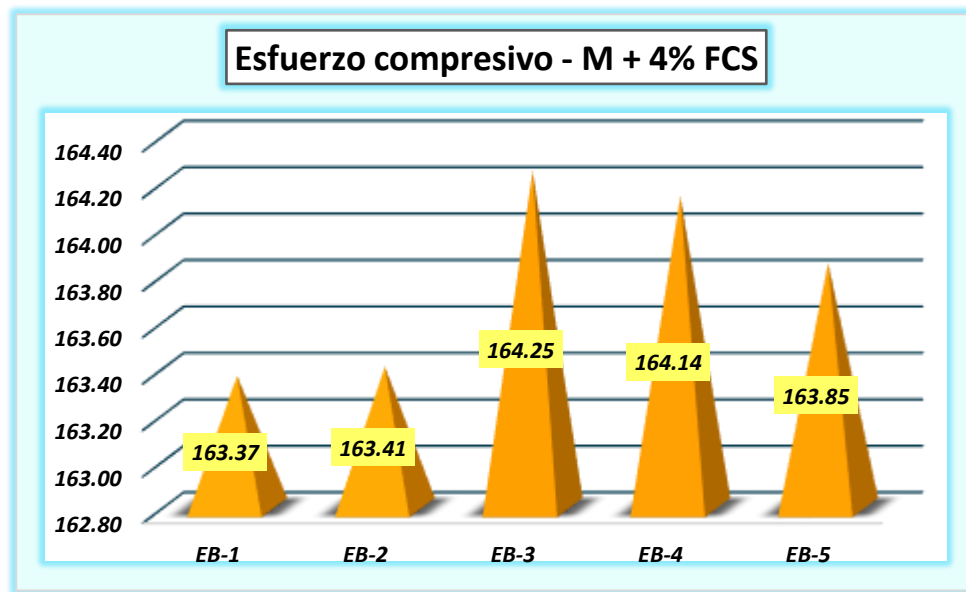
**Tabla 16**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de FCS*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
7	210 kg/cm <sup>2</sup>	28908	163.37	77.79
		28915	163.41	77.81
		28948	164.25	78.21
		28929	164.14	78.16
		28994	163.85	78.03
		<b>Promedio</b>	<b>163.80</b>	<b>78.00</b>

**Figura 12**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 4% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 163.80 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 78.00% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

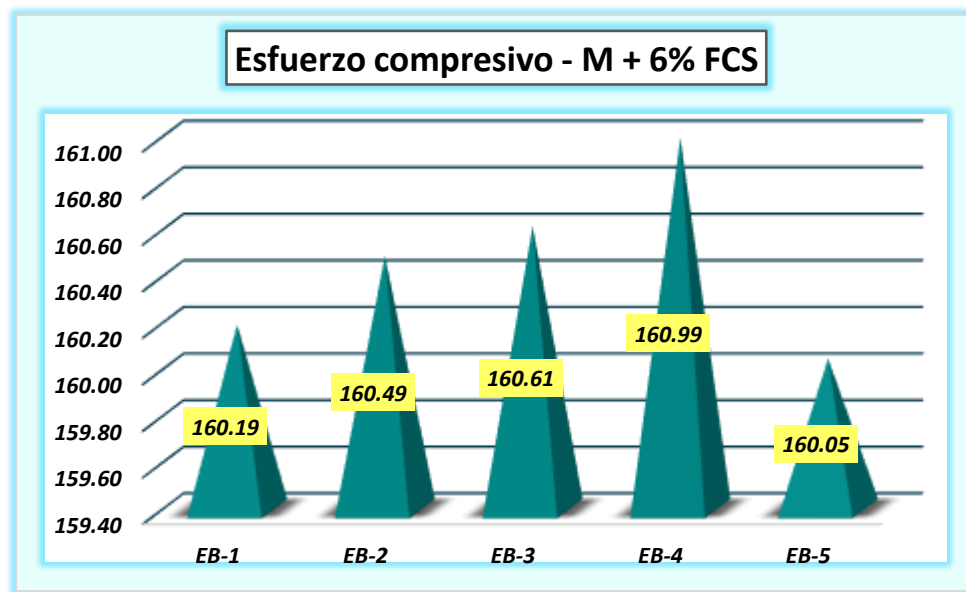
**Tabla 17**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de FCS*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
7	210 kg/cm <sup>2</sup>	28346	160.19	76.28
		28398	160.49	76.42
		28307	160.61	76.48
		28374	160.99	76.66
		28320	160.05	76.21
		<b>Promedio</b>	<b>160.47</b>	<b>76.41</b>

**Figura 13**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 6% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 160.47 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 76.41% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

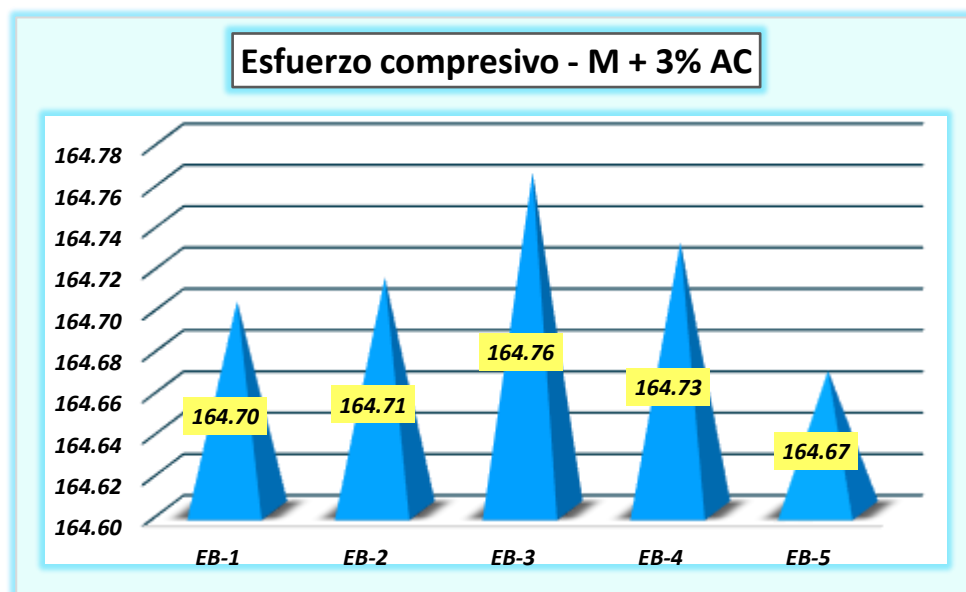
**Tabla 18**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de arcilla calcinada*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
7	210 kg/cm <sup>2</sup>	29144	164.70	78.43
		29146	164.71	78.43
		29155	164.76	78.46
		29149	164.73	78.44
		29138	164.67	78.41
		<b>Promedio</b>		<b>164.72</b>

**Figura 14**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 3% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 164.72 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 78.44% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

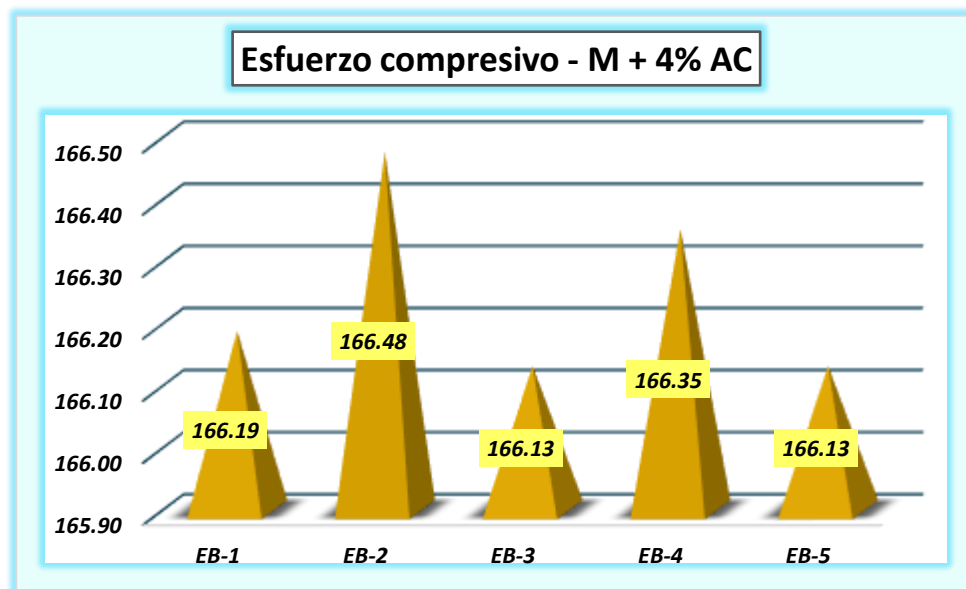
**Tabla 19**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de arcilla calcinada*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
7	210 kg/cm <sup>2</sup>	29407	166.19	79.14
		29458	166.48	79.27
		29397	166.13	79.11
		29436	166.35	79.22
		29397	166.13	79.11
		<b>Promedio</b>	<b>166.26</b>	<b>79.17</b>

**Figura 15**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 4% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 166.26 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 79.17% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

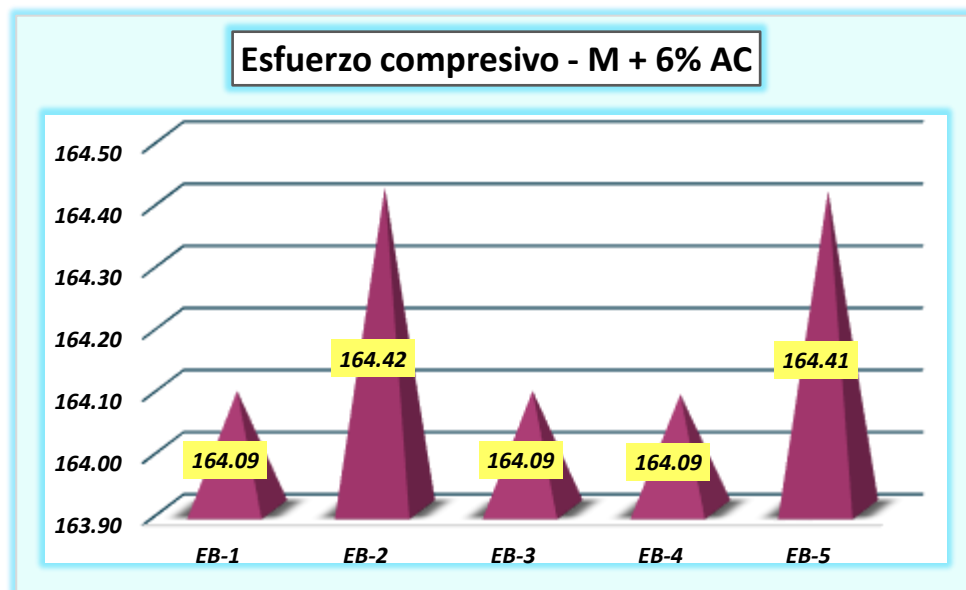
**Tabla 20**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de arcilla calcinada*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
7	210 kg/cm <sup>2</sup>	29036	164.09	78.14
		29094	164.42	78.29
		29036	164.09	78.14
		29035	164.09	78.14
		29093	164.41	78.29
		<b>Promedio</b>	<b>164.22</b>	<b>78.20</b>

**Figura 16**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 6% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 164.22 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 78.20% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

### Comparación

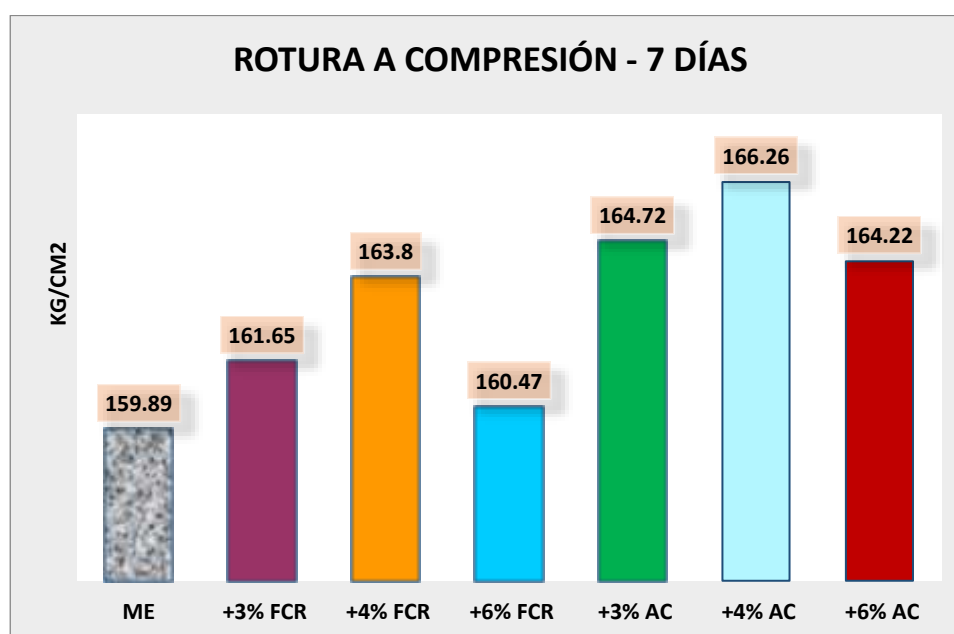
**Tabla 21**

*Comparativa del rompimiento a compresión -7días*

Muestra	7 días
ME	159.89
+3% FCR	161.65
+4% FCR	163.8
+6% FCR	160.47
+3% AC	164.72
+4% AC	166.26
+6% AC	164.22

**Figura 17**

*Comparativa del rompimiento a compresión -7días*



Se presentan las resistencias a compresión de la muestra patrón, las muestras con incorporación de fibra de caucho sintético, y las muestras con arcilla cocida, todas sometidas a un período de curado de 7 días.

### ❖ Rompimiento a compresión a los 14 días

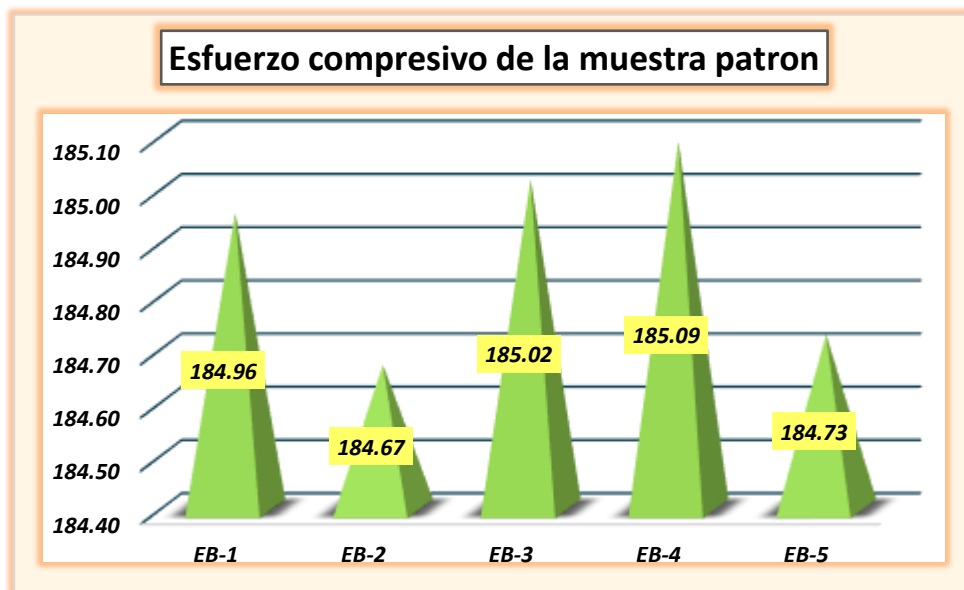
**Tabla 22**

*Esfuerzo compresivo del concreto patrón*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
14	210 kg/cm <sup>2</sup>	32641	184.96	88.07
		32634	184.67	87.94
		32652	185.02	88.10
		32621	185.09	88.14
		32644	184.73	87.97
		<b>Promedio</b>	<b>184.89</b>	<b>88.04</b>

**Figura 18**

*Esfuerzo compresivo del concreto patrón*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del patrón. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 184.89 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 88.04% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

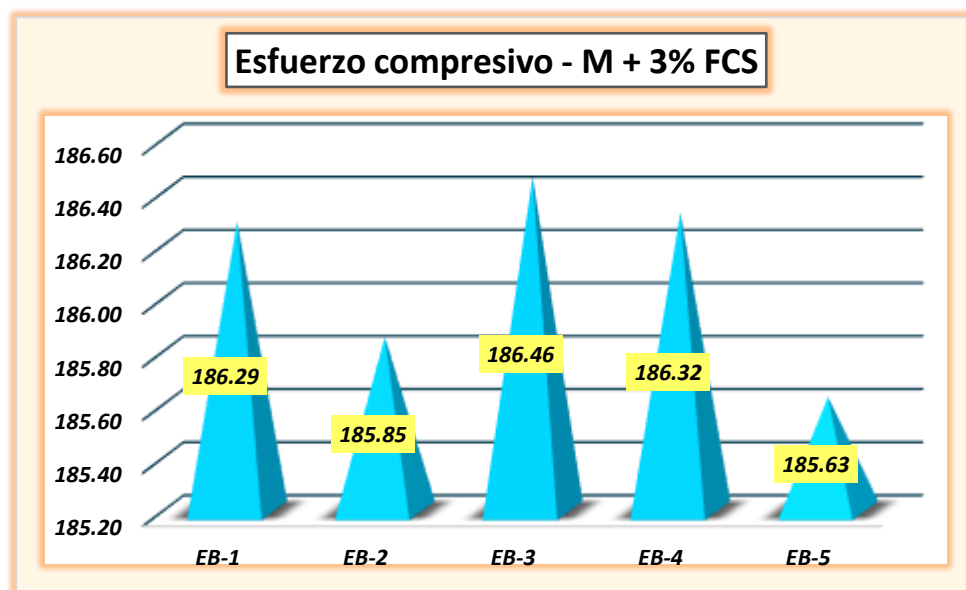
**Tabla 23**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de FCS*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
14	210 kg/cm <sup>2</sup>	32964	186.29	88.71
		32887	185.85	88.50
		32994	186.46	88.79
		32970	186.32	88.73
		32847	185.63	88.39
		<b>Promedio</b>	<b>186.11</b>	<b>88.62</b>

**Figura 19**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 3% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 186.11 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 88.62% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

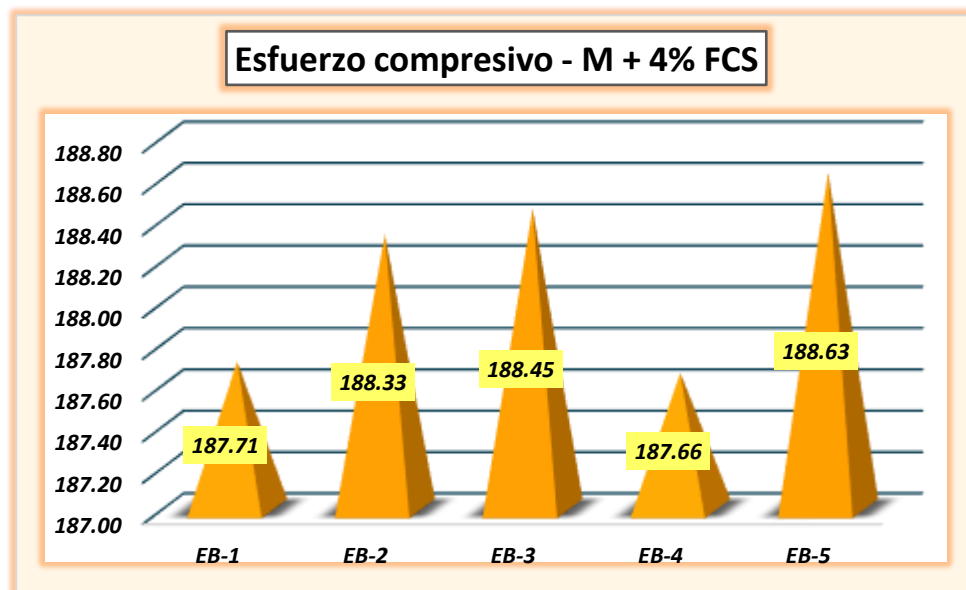
**Tabla 24**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de FCS*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
14	210 kg/cm <sup>2</sup>	33216	187.71	89.39
		33325	188.33	89.68
		33347	188.45	89.74
		33206	187.66	89.36
		33378	188.63	89.82
		<b>Promedio</b>	<b>188.16</b>	<b>89.60</b>

**Figura 20**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 4% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 188.16 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 89.60% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

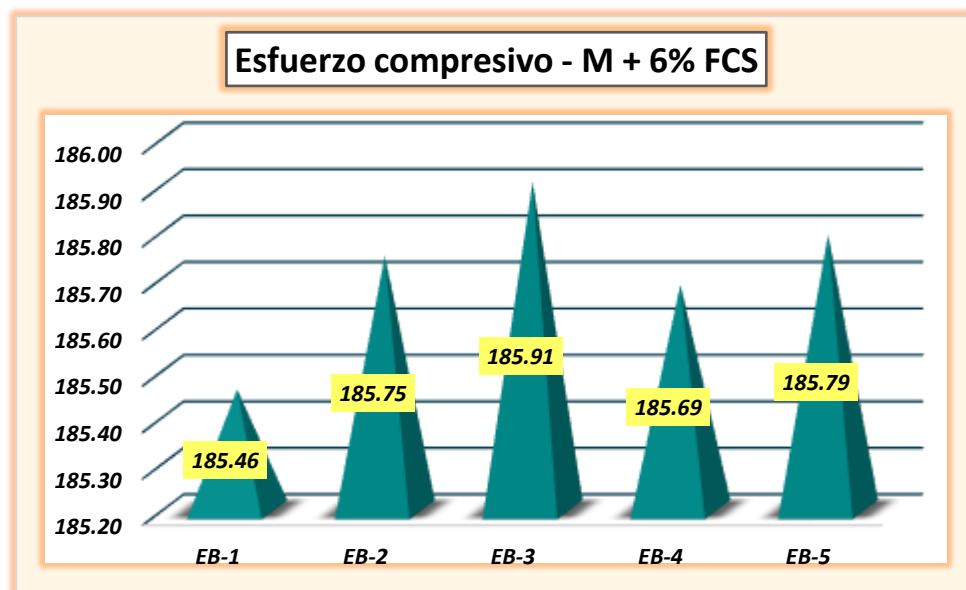
**Tabla 25**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de FCS*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
14	210 kg/cm <sup>2</sup>	32817	185.46	88.31
		32868	185.75	88.45
		32896	185.91	88.53
		32857	185.69	88.42
		32876	185.79	88.47
		<b>Promedio</b>	<b>185.72</b>	<b>88.44</b>

**Figura 21**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 6% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 185.72 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 88.44% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

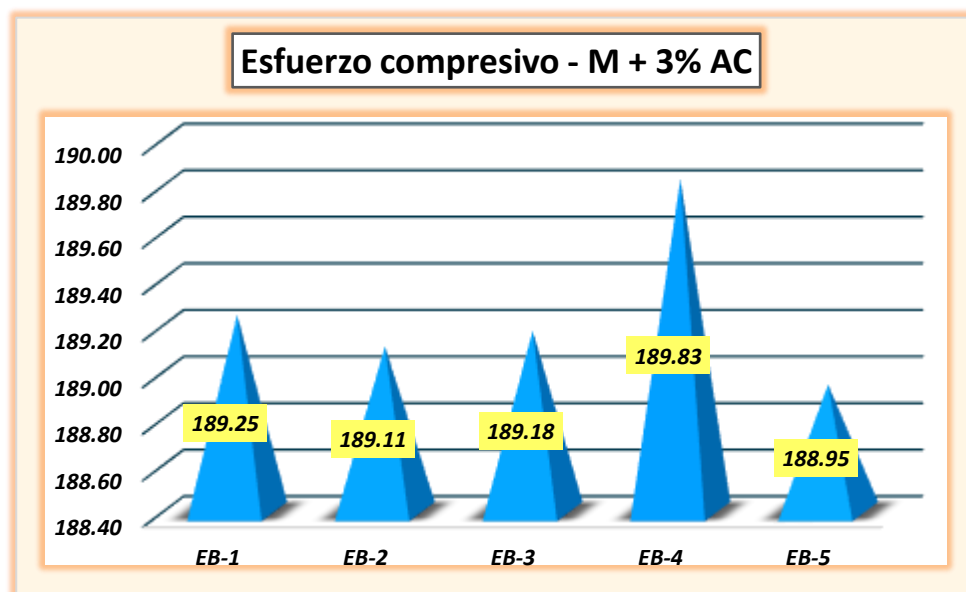
**Tabla 26**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de arcilla calcinada*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
14	210 kg/cm <sup>2</sup>	33487	189.25	90.12
		33463	189.11	90.05
		33475	189.18	90.08
		33456	189.83	90.39
		33434	188.95	89.97
		<b>Promedio</b>	<b>189.26</b>	<b>90.12</b>

**Figura 22**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 3% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 189.26 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 90.12% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

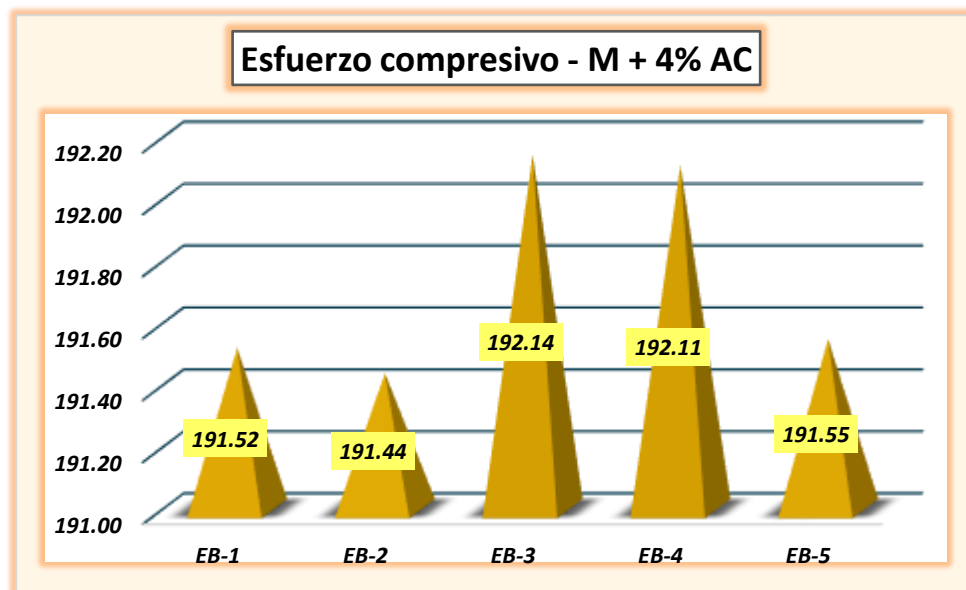
**Tabla 27**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de arcilla calcinada*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
14	210 kg/cm <sup>2</sup>	33754	191.52	91.20
		33875	191.44	91.16
		33864	192.14	91.50
		33858	192.11	91.48
		33759	191.55	91.21
		<b>Promedio</b>	<b>191.75</b>	<b>91.31</b>

**Figura 23**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 4% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 191.75 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 91.31% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

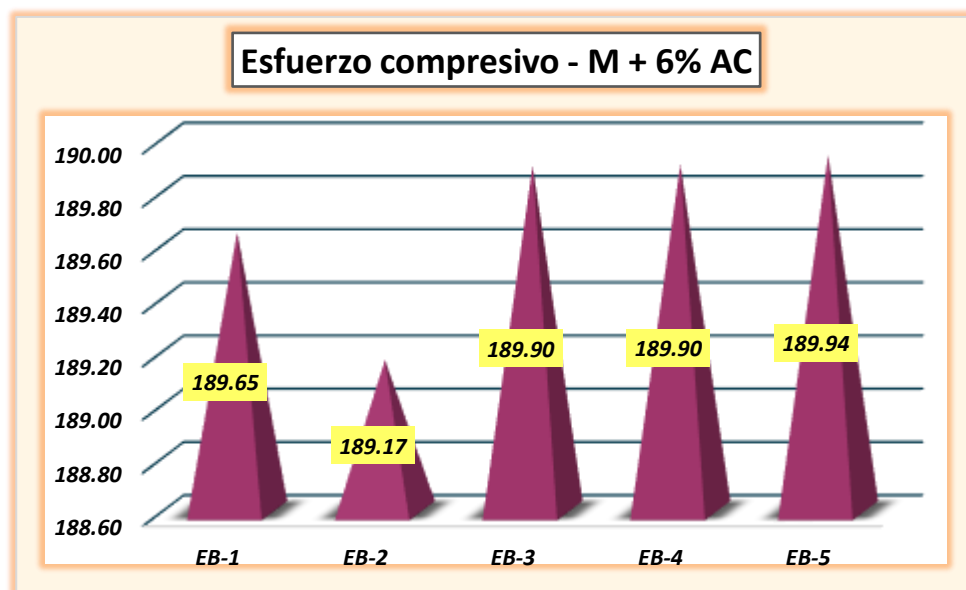
**Tabla 28**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de arcilla calcinada*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
14	210 kg/cm <sup>2</sup>	33424	189.65	90.31
		33473	189.17	90.08
		33468	189.90	90.43
		33469	189.90	90.43
		33475	189.94	90.45
		<b>Promedio</b>	<b>189.71</b>	<b>90.34</b>

**Figura 24**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 6% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 189.71 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 90.34% de la resistencia esperada, indicando un progreso significativo hacia la resistencia final.

### Comparación

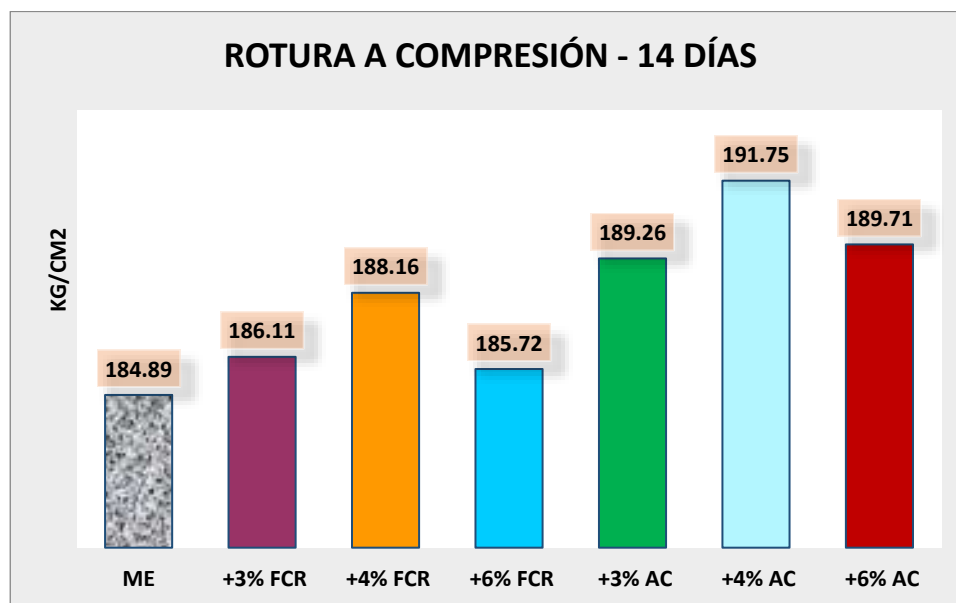
**Tabla 29**

*Comparativa del rompimiento a compresión -14días*

Muestra	14 días
ME	184.89
+3% FCR	186.11
+4% FCR	188.16
+6% FCR	185.72
+3% AC	189.26
+4% AC	191.75
+6% AC	189.71

**Figura 25**

*Comparativa del rompimiento a compresión -14días*



Se presentan las resistencias a compresión de la muestra patrón, las muestras con incorporación de fibra de caucho sintético, y las muestras con arcilla cocida, todas sometidas a un período de curado de 14 días.

❖ Rompimiento a compresión a los 28 días

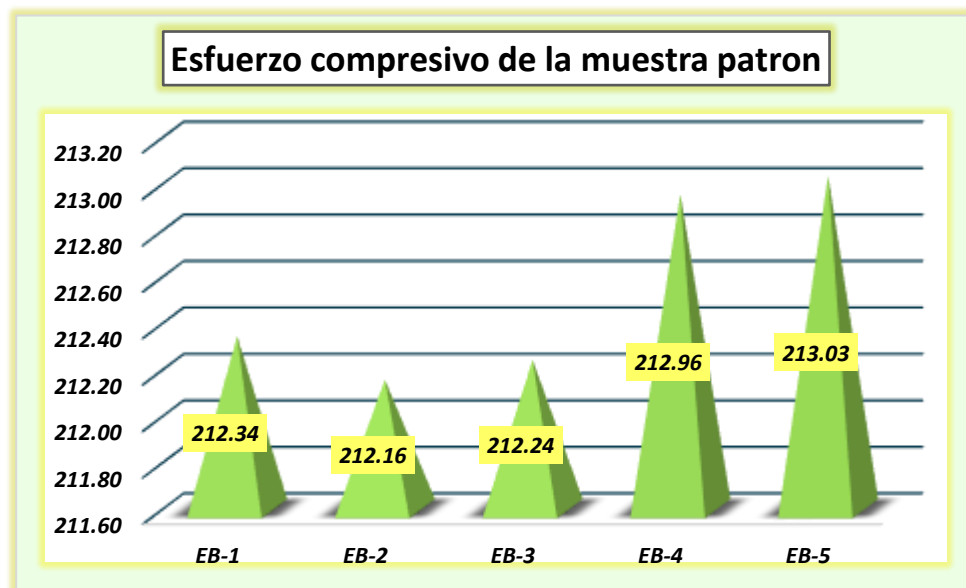
**Tabla 30**

*Esfuerzo compresivo del concreto patrón*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
28	210 kg/cm <sup>2</sup>	37574	212.34	101.12
		37541	212.16	101.03
		37556	212.24	101.07
		37532	212.96	101.41
		37546	213.03	101.45
		<b>Promedio</b>	<b>212.55</b>	<b>101.21</b>

**Figura 26**

*Esfuerzo compresivo del concreto patrón*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del patrón. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 212.55 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 101.21% de la resistencia esperada.

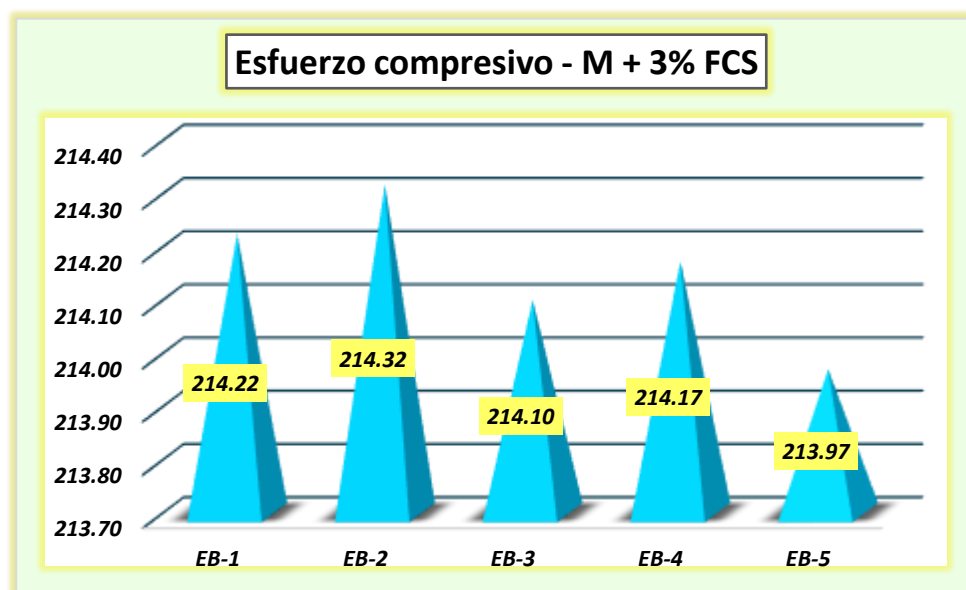
**Tabla 31**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de FCS*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
28	210 kg/cm <sup>2</sup>	37907	214.22	102.01
		37772	214.32	102.06
		37885	214.10	101.95
		37898	214.17	101.99
		37862	213.97	101.89
		<b>Promedio</b>	<b>214.16</b>	<b>101.98</b>

**Figura 27**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 3% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 214.16 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 101.98% de la resistencia esperada.

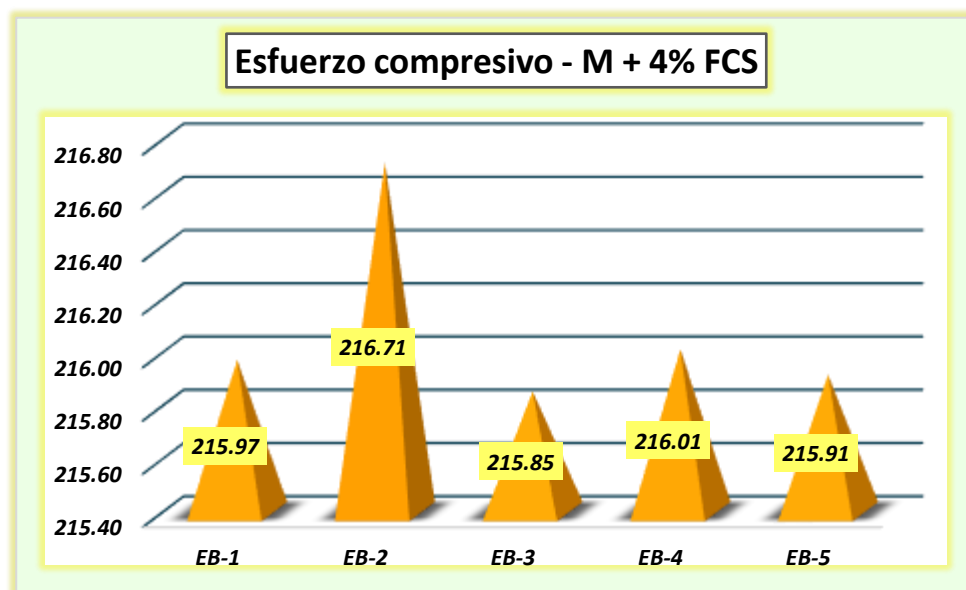
**Tabla 32**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de FCS*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
28	210 kg/cm <sup>2</sup>	38216	215.97	102.84
		38194	216.71	103.20
		38195	215.85	102.79
		38223	216.01	102.86
		38206	215.91	102.82
		<b>Promedio</b>	<b>216.09</b>	<b>102.90</b>

**Figura 28**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 4% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 216.09 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 102.90% de la resistencia esperada.

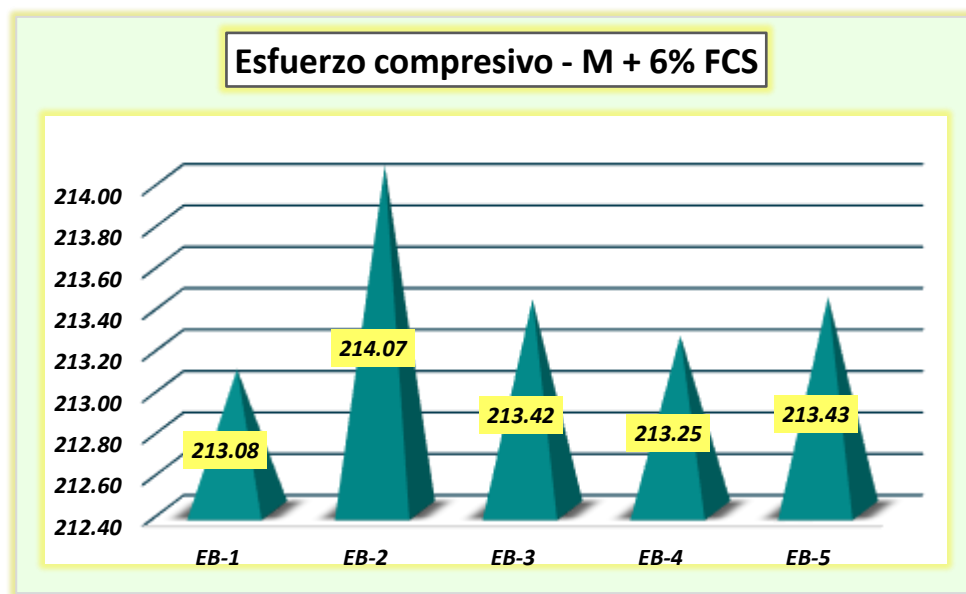
**Tabla 33**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de FCS*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
28	210 kg/cm <sup>2</sup>	37705	213.08	101.47
		37728	214.07	101.94
		37765	213.42	101.63
		37734	213.25	101.55
		37767	213.43	101.63
		<b>Promedio</b>	<b>213.45</b>	<b>101.64</b>

**Figura 29**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 6% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 213.45 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 101.64% de la resistencia esperada.

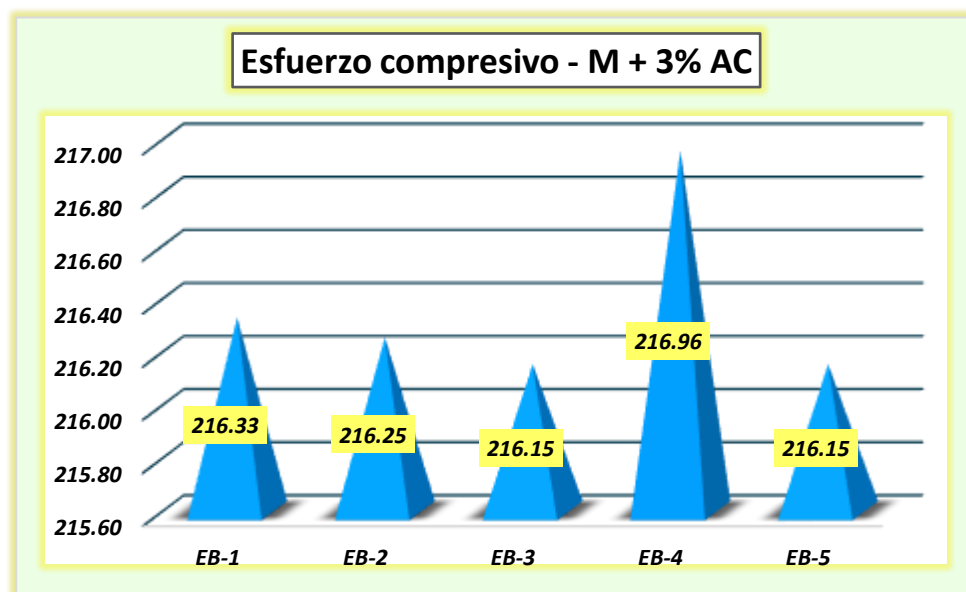
**Tabla 34**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de arcilla calcinada*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
28	210 kg/cm <sup>2</sup>	38279	216.33	103.01
		38266	216.25	102.98
		38248	216.15	102.93
		38237	216.96	103.31
		38248	216.15	102.93
		<b>Promedio</b>	<b>216.37</b>	<b>103.03</b>

**Figura 30**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 3% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 3% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 216.37 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 103.03% de la resistencia esperada.

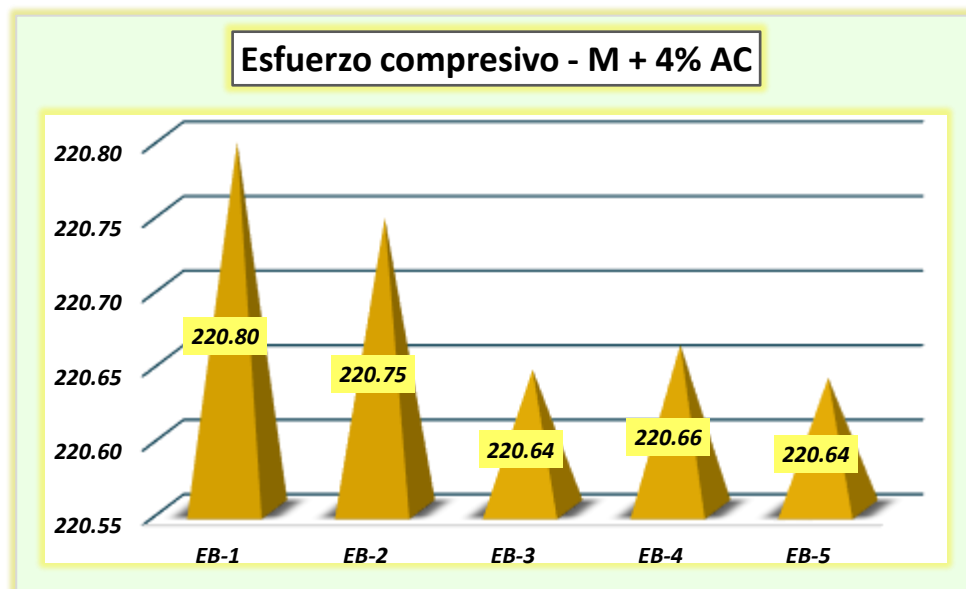
**Tabla 35**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de arcilla calcinada*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
28	210 kg/cm <sup>2</sup>	39070	220.80	105.14
		39061	220.75	105.12
		39043	220.64	105.07
		38890	220.66	105.08
		39042	220.64	105.07
		<b>Promedio</b>		<b>220.70</b>

**Figura 31**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 4% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 4% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 220.70 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 105.09% de la resistencia esperada.

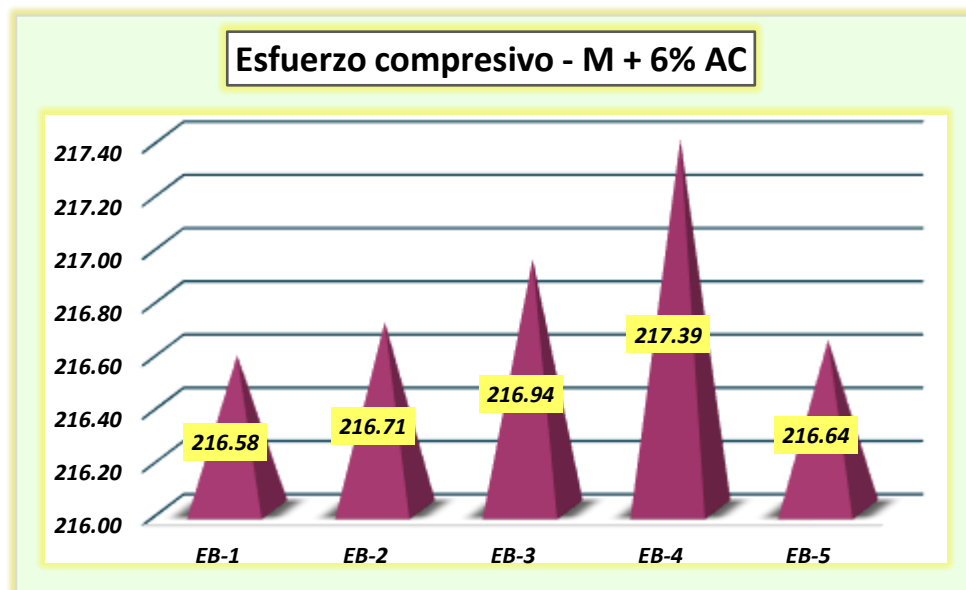
**Tabla 36**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de arcilla calcinada*

Días	Diseño	Carga aplicada	Esfuerzo de rotura	%
28	210 kg/cm <sup>2</sup>	38324	216.58	103.13
		38346	216.71	103.19
		38388	216.94	103.31
		38314	217.39	103.52
		38334	216.64	103.16
		<b>Promedio</b>	<b>216.85</b>	<b>103.26</b>

**Figura 32**

*Esfuerzo compresivo del concreto con un 6% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 6% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 216.85 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor corresponde al 103.26% de la resistencia esperada.

### Comparación

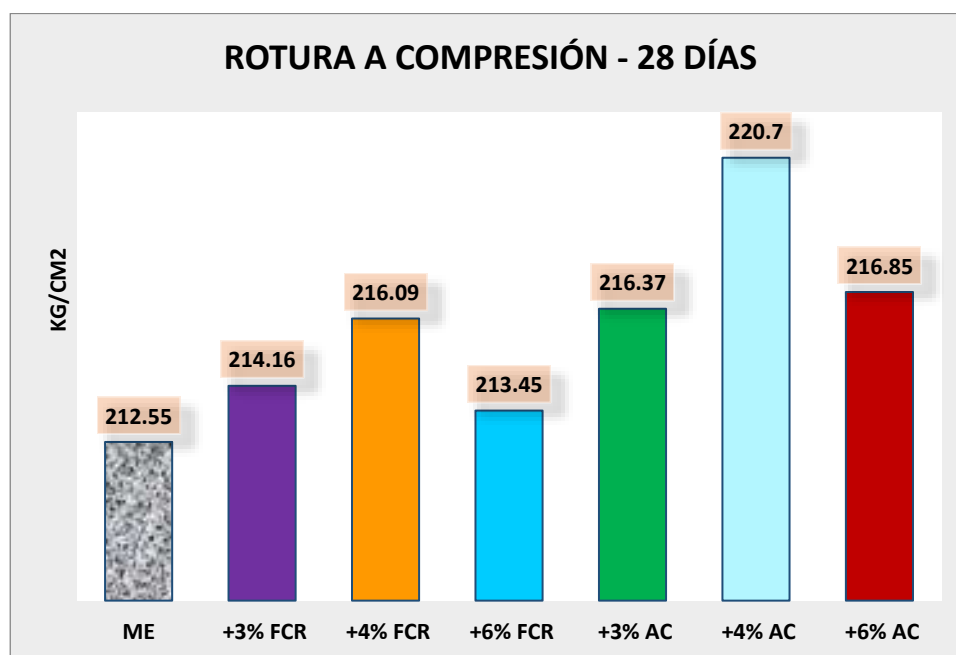
**Tabla 37**

*Comparativa del rompimiento a compresión -28días*

Muestra	28 días
ME	212.55
+3% FCR	214.16
+4% FCR	216.09
+6% FCR	213.45
+3% AC	216.37
+4% AC	220.7
+6% AC	216.85

**Figura 33**

*Comparativa del rompimiento a compresión -28días*



Se presentan las resistencias a compresión de la muestra patrón, las muestras con incorporación de fibra de caucho sintético, y las muestras con arcilla cocida, todas sometidas a un período de curado de 28 días.

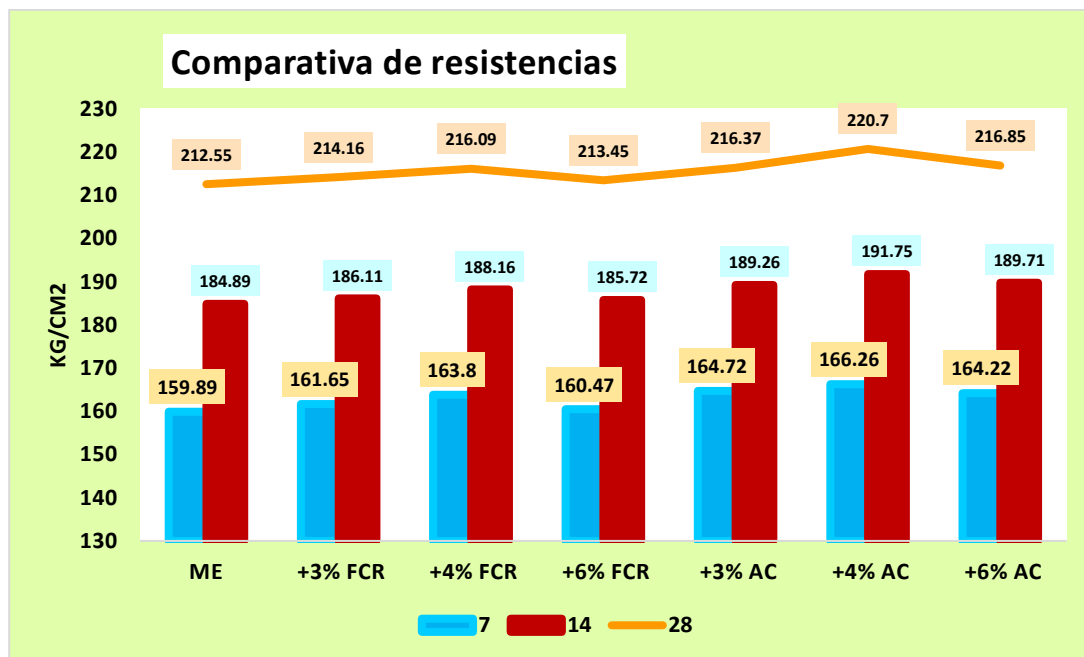
**Tabla 38**

*Comparativa del rompimiento a compresión*

Muestra	Rotura a la compresión		
	7 días	14 días	28 días
ME	159.89	184.89	212.55
+3% FCR	161.65	186.11	214.16
+4% FCR	163.8	188.16	216.09
+6% FCR	160.47	185.72	213.45
+3% AC	164.72	189.26	216.37
+4% AC	166.26	191.75	220.7
+6% AC	164.22	189.71	216.85

**Figura 34**

*Comparativa del rompimiento a compresión*



Se presenta la comparativa de las resistencias a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados muestran que al adicionar un 4% de arcilla calcinada, la resistencia tiende a incrementarse de manera significativa.

### 4.1.3 Resistencia a flexión del concreto con la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada

#### ❖ Rotura a flexión 7 días

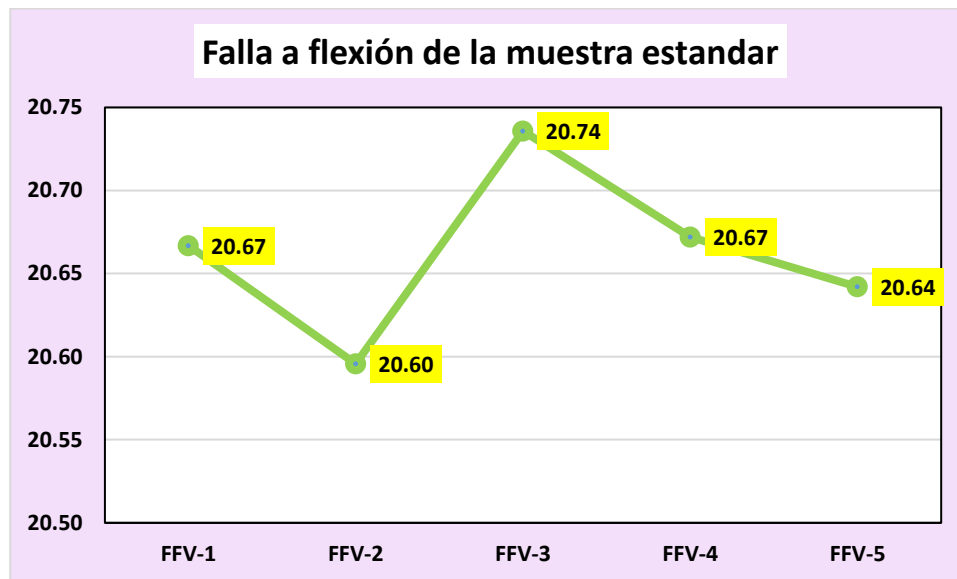
**Tabla 39**

*Ruptura a flexión del concreto patrón*

Días	Muestra	Lectura - dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
7	EFV-1	1390.36	20.67
	EFV-2	1390.21	20.60
	EFV-3	1390.35	20.74
	EFV-4	1395.36	20.67
	EFV-5	1388.69	20.64
<b>PROMEDIO</b>			<b>20.66</b>

**Figura 35**

*Ruptura a flexión del concreto patrón*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del patrón. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 20.66 kg/cm<sup>2</sup>.

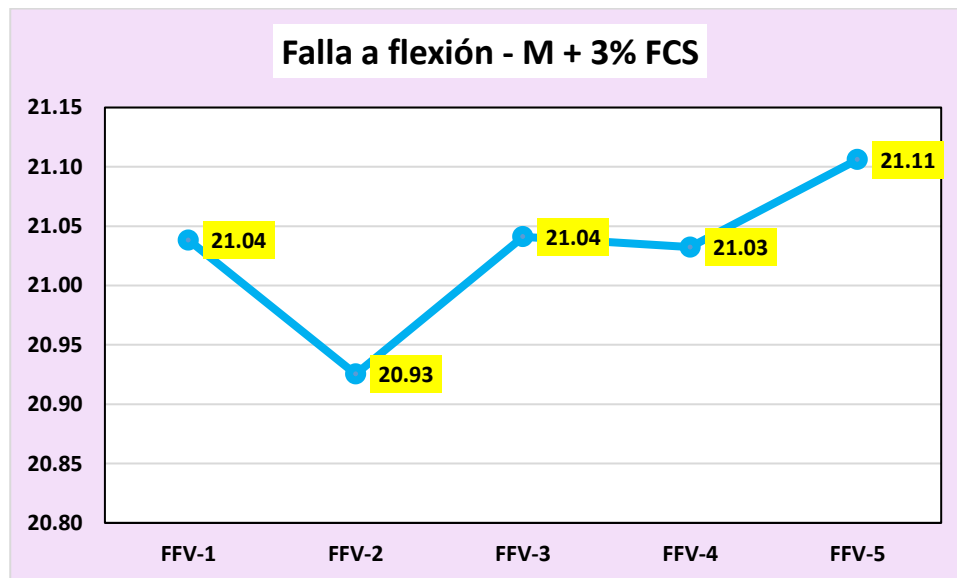
**Tabla 40**

*Ruptura a flexión del concreto con 3% de FCS*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
7	EFV-1	1415.35	21.04
	EFV-2	1412.46	20.93
	EFV-3	1420.27	21.04
	EFV-4	1419.68	21.03
	EFV-5	1419.91	21.11
<b>PROMEDIO</b>			<b>21.03</b>

**Figura 36**

*Ruptura a flexión del concreto con 3% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 3% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 21.03 kg/cm<sup>2</sup>.

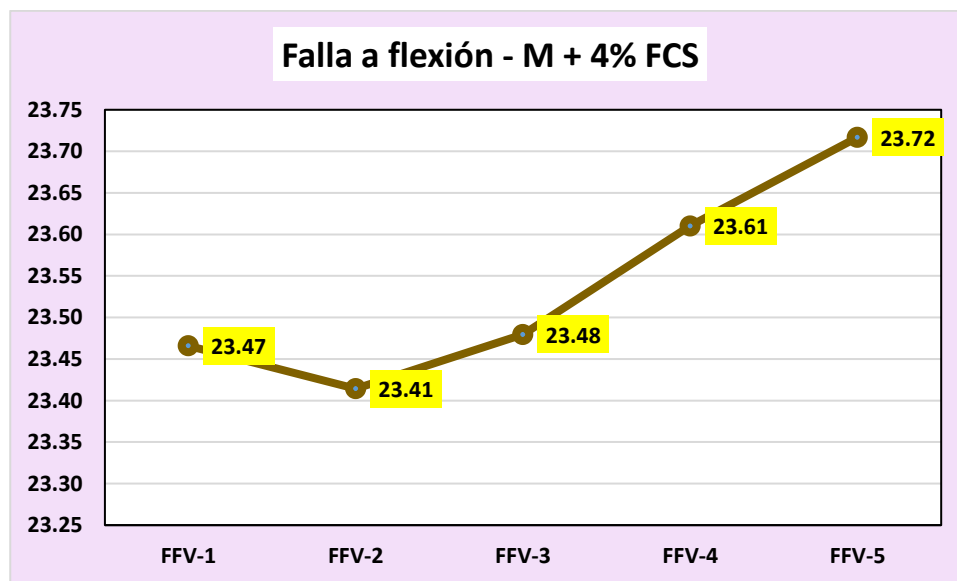
**Tabla 41**

*Ruptura a flexión del concreto con 4% de FCS*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
7	EFV-1	1578.66	23.47
	EFV-2	1580.46	23.41
	EFV-3	1584.87	23.48
	EFV-4	1593.69	23.61
	EFV-5	1595.55	23.72
<b>PROMEDIO</b>			<b>23.54</b>

**Figura 37**

*Ruptura a flexión del concreto con 4% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 4% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 23.54 kg/cm<sup>2</sup>.

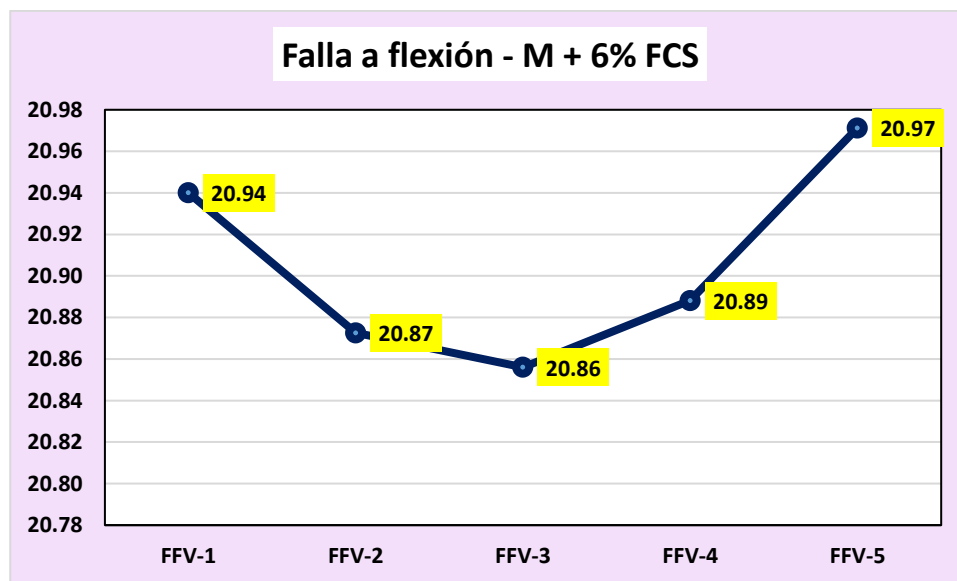
**Tabla 42**

*Ruptura a flexión del concreto con 6% de FCS*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
7	EFV-1	1408.74	20.94
	EFV-2	1408.90	20.87
	EFV-3	1407.78	20.86
	EFV-4	1409.95	20.89
	EFV-5	1410.84	20.97
<b>PROMEDIO</b>			<b>20.91</b>

**Figura 38**

*Ruptura a flexión del concreto con 6% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 6% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 20.91 kg/cm<sup>2</sup>.

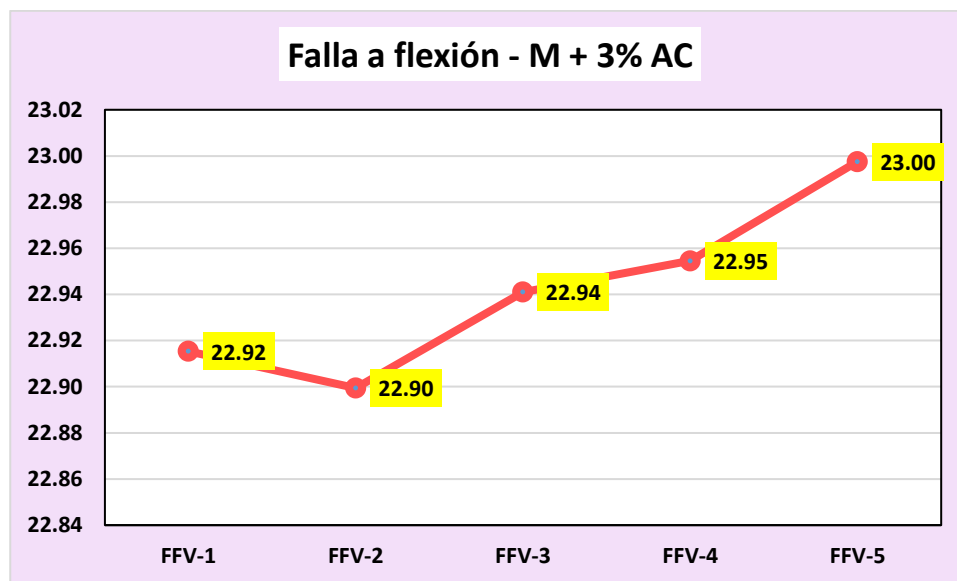
**Tabla 43**

*Ruptura a flexión del concreto con 3% de arcilla calcinada*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
7	EFV-1	1541.63	22.92
	EFV-2	1545.71	22.90
	EFV-3	1548.52	22.94
	EFV-4	1549.43	22.95
	EFV-5	1547.16	23.00
<b>PROMEDIO</b>			<b>22.94</b>

**Figura 39**

*Ruptura a flexión del concreto con 3% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 3% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 22.94 kg/cm<sup>2</sup>.

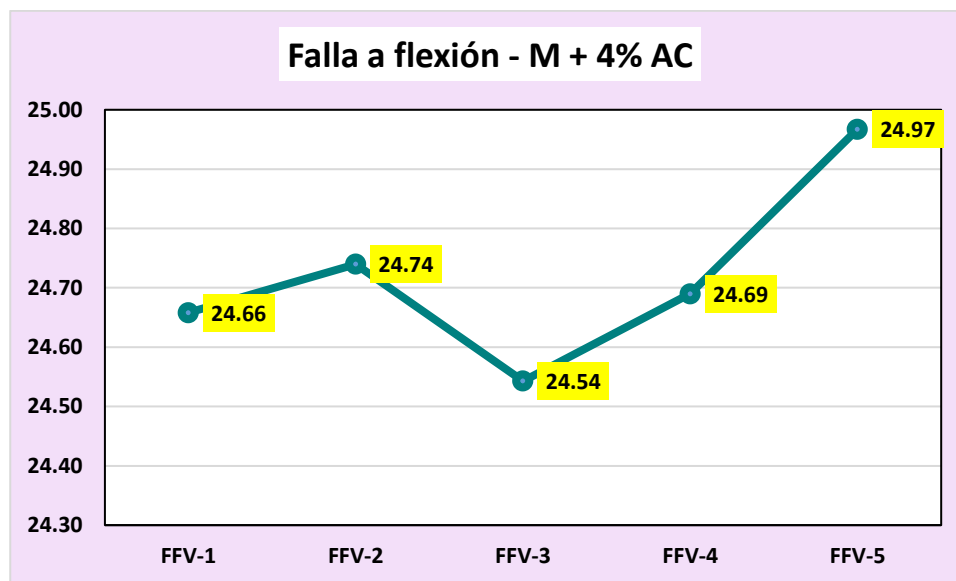
**Tabla 44**

*Ruptura a flexión del concreto con 4% de arcilla calcinada*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
7	EFV-1	1658.87	24.66
	EFV-2	1669.93	24.74
	EFV-3	1656.64	24.54
	EFV-4	1666.56	24.69
	EFV-5	1679.67	24.97
<b>PROMEDIO</b>			<b>24.72</b>

**Figura 40**

*Ruptura a flexión del concreto con 4% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 4% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 24.72 kg/cm<sup>2</sup>.

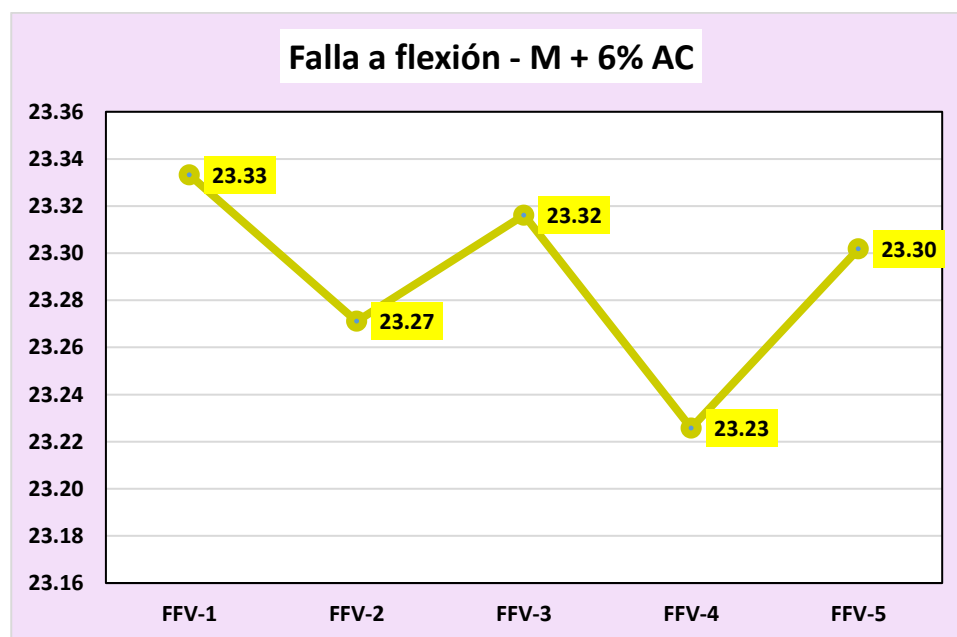
**Tabla 45**

*Ruptura a flexión del concreto con 6% de arcilla calcinada*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
7	EFV-1	1569.74	23.33
	EFV-2	1570.80	23.27
	EFV-3	1573.84	23.32
	EFV-4	1567.74	23.23
	EFV-5	1567.63	23.30
<b>PROMEDIO</b>			<b>23.29</b>

**Figura 41**

*Ruptura a flexión del concreto con 6% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 6% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 7 días, se identificó una resistencia media de 23.29 kg/cm<sup>2</sup>.

### Comparación

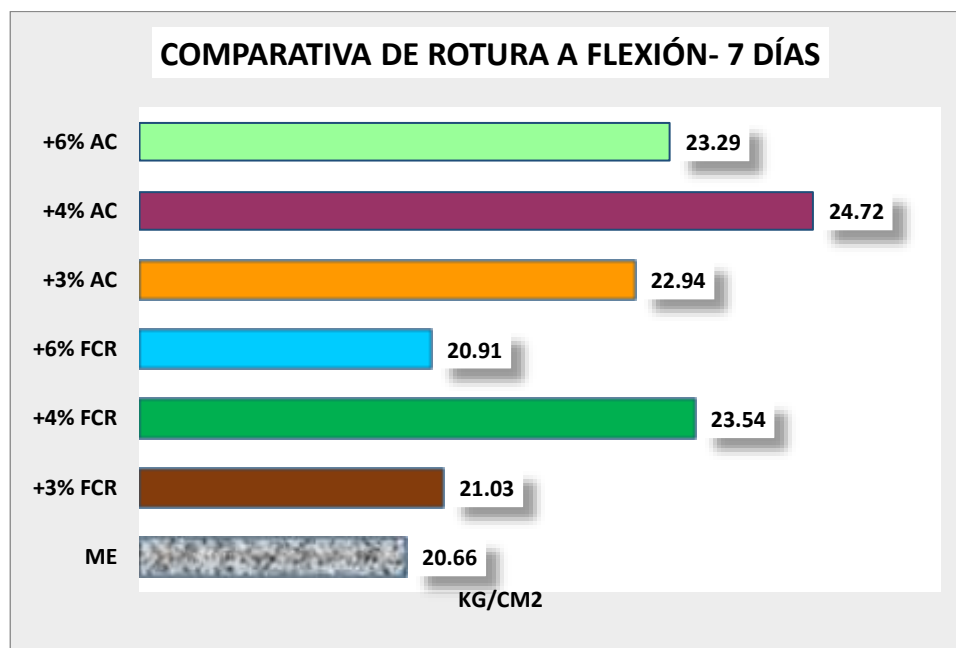
**Tabla 46**

*Comparativa del rompimiento a flexión -7días*

Muestra	7 días
ME	20.66
+3% FCR	21.03
+4% FCR	23.54
+6% FCR	20.91
+3% AC	22.94
+4% AC	24.72
+6% AC	23.29

**Figura 42**

*Comparativa del rompimiento a flexión -7días*



Se presentan las resistencias a flexión de la muestra patrón, las muestras con incorporación de fibra de caucho sintético, y las muestras con arcilla cocida, todas sometidas a un período de curado de 7 días.

### ❖ Rompimiento a flexión a los 14 días

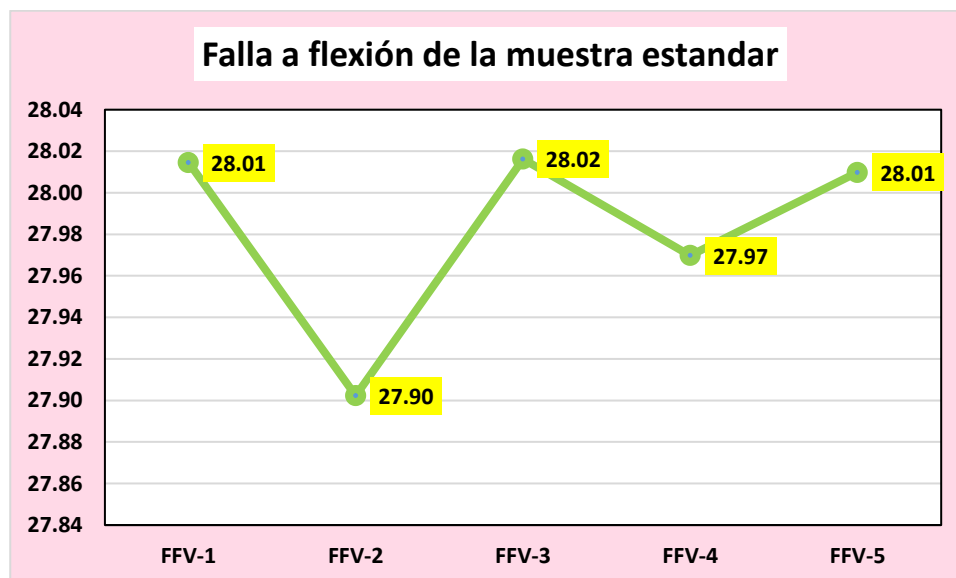
**Tabla 47**

Ruptura a flexión del concreto patrón

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
14	EFV-1	1884.68	28.01
	EFV-2	1870.87	27.90
	EFV-3	1884.79	28.02
	EFV-4	1887.96	27.97
	EFV-5	1878.08	28.01
<b>PROMEDIO</b>			<b>27.98</b>

**Figura 43**

Ruptura a flexión del concreto patrón



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del patrón. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 27.98 kg/cm<sup>2</sup>.

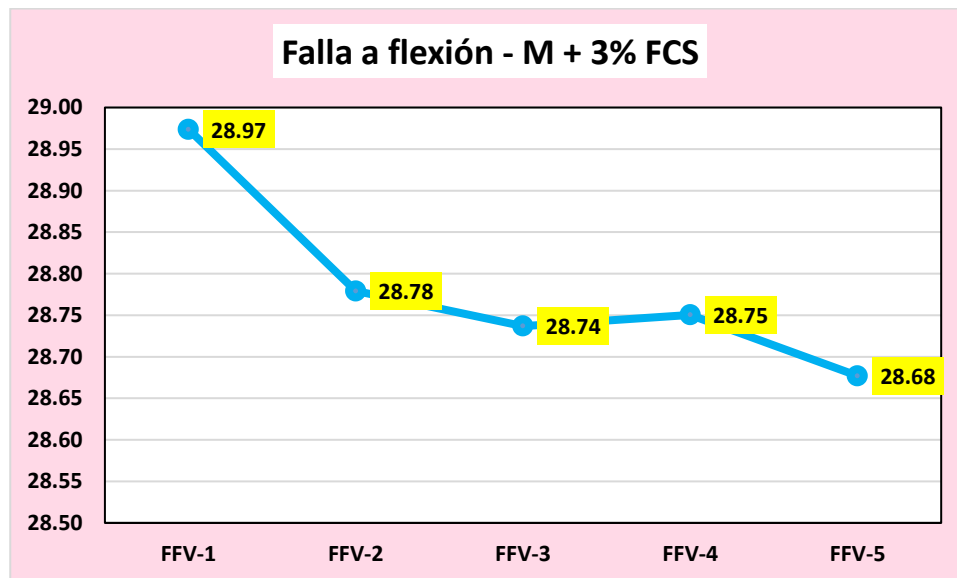
**Tabla 48**

*Ruptura a flexión del concreto con 3% de FCS*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
14	EFV-1	1949.21	28.97
	EFV-2	1942.59	28.78
	EFV-3	1939.74	28.74
	EFV-4	1940.65	28.75
	EFV-5	1935.70	28.68
<b>PROMEDIO</b>			<b>28.78</b>

**Figura 44**

*Ruptura a flexión del concreto con 3% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 3% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 28.78 kg/cm<sup>2</sup>.

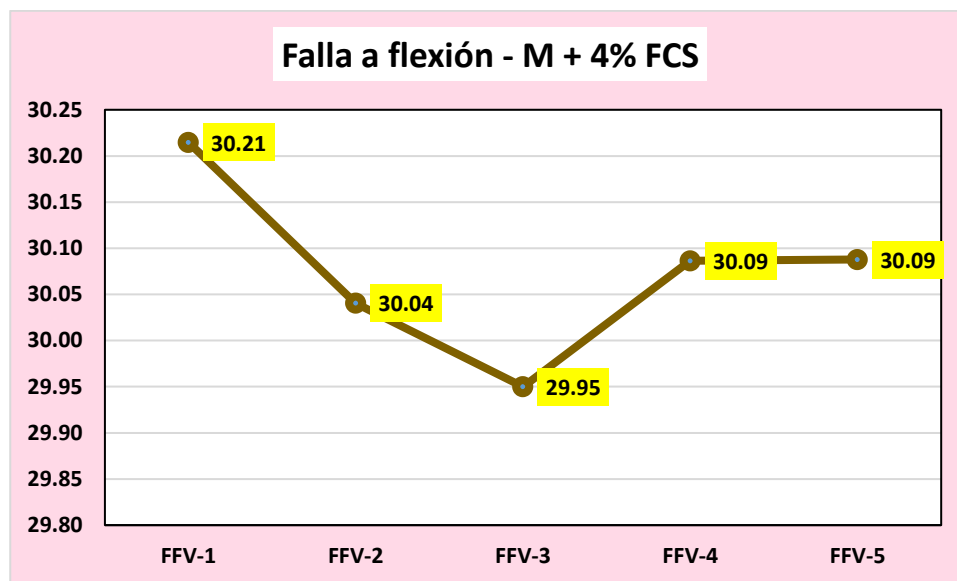
**Tabla 49**

*Ruptura a flexión del concreto con 4% de FCS*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
14	EFV-1	2032.69	30.21
	EFV-2	2027.73	30.04
	EFV-3	2021.62	29.95
	EFV-4	2030.83	30.09
	EFV-5	2030.92	30.09
<b>PROMEDIO</b>			<b>30.08</b>

**Figura 45**

*Ruptura a flexión del concreto con 4% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 4% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 30.08 kg/cm<sup>2</sup>.

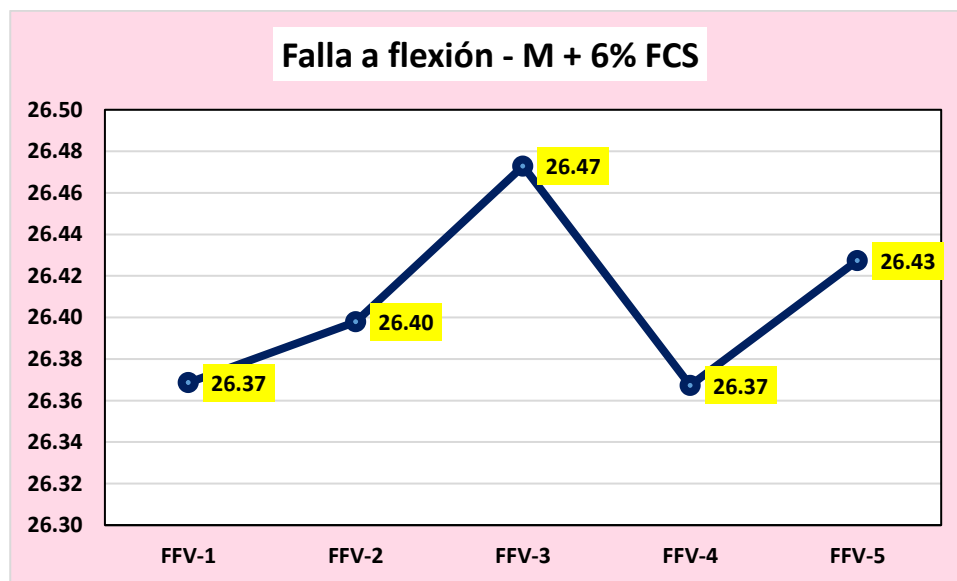
**Tabla 50**

*Ruptura a flexión del concreto con 6% de FCS*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
14	EFV-1	1773.95	26.37
	EFV-2	1781.86	26.40
	EFV-3	1786.92	26.47
	EFV-4	1779.79	26.37
	EFV-5	1783.85	26.43
<b>PROMEDIO</b>			<b>26.41</b>

**Figura 46**

*Ruptura a flexión del concreto con 6% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 6% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 26.41 kg/cm<sup>2</sup>.

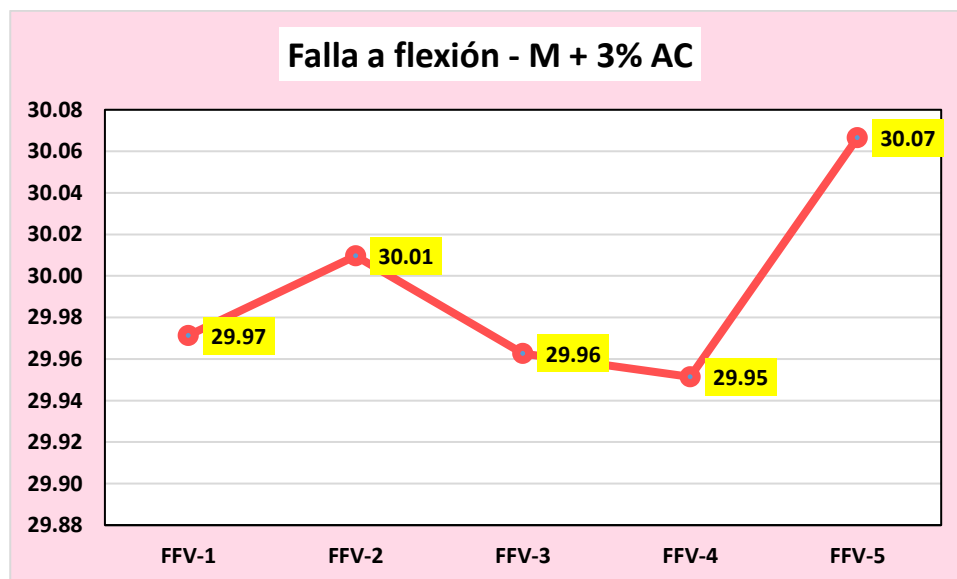
**Tabla 51**

*Ruptura a flexión del concreto con 3% de arcilla calcinada*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
14	EFV-1	2016.32	29.97
	EFV-2	2025.65	30.01
	EFV-3	2022.48	29.96
	EFV-4	2021.72	29.95
	EFV-5	2029.49	30.07
<b>PROMEDIO</b>			<b>29.99</b>

**Figura 47**

*Ruptura a flexión del concreto con 3% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 3% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 29.99 kg/cm<sup>2</sup>.

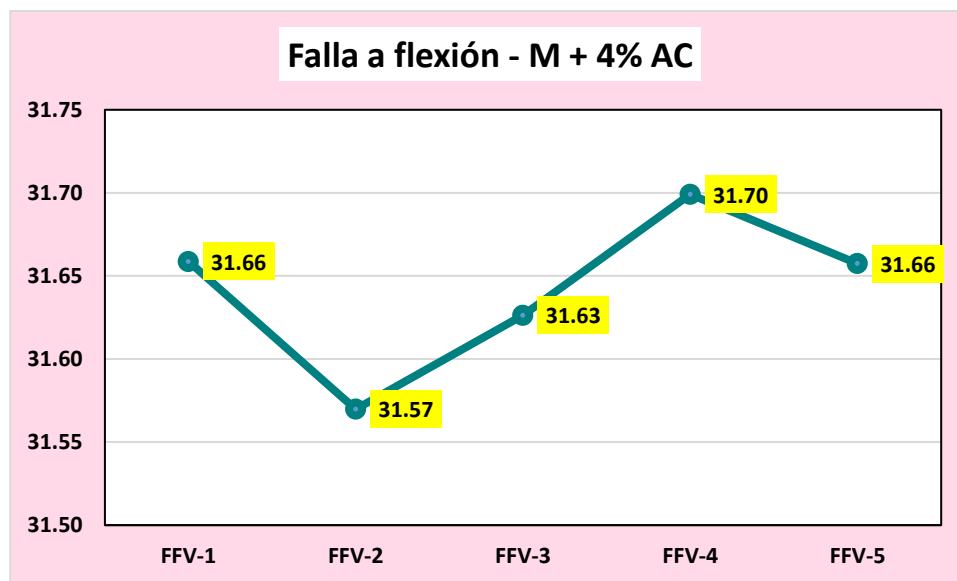
**Tabla 52**

*Ruptura a flexión del concreto con 4% de arcilla calcinada*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
14	EFV-1	2129.84	31.66
	EFV-2	2130.96	31.57
	EFV-3	2134.78	31.63
	EFV-4	2139.69	31.70
	EFV-5	2136.88	31.66
<b>PROMEDIO</b>			<b>31.64</b>

**Figura 48**

*Ruptura a flexión del concreto con 4% de arcilla calcinada*



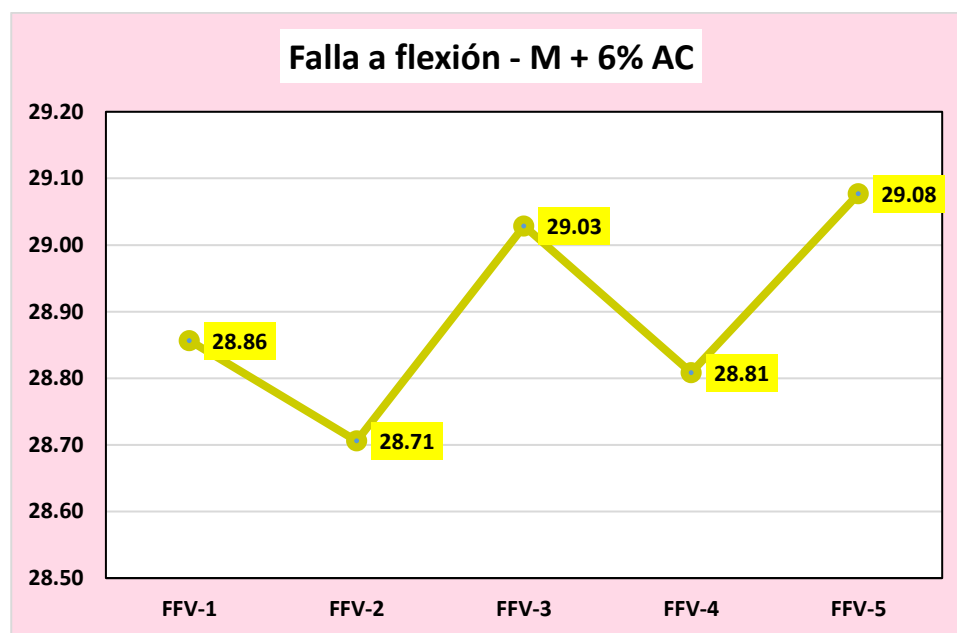
Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 4% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 31.64 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 53

*Ruptura a flexión del concreto con 6% de arcilla calcinada*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
14	EFV-1	1941.32	28.86
	EFV-2	1937.64	28.71
	EFV-3	1959.42	29.03
	EFV-4	1944.56	28.81
	EFV-5	1962.68	29.08
<b>PROMEDIO</b>			<b>28.90</b>

Figura 49

*Ruptura a flexión del concreto con 6% de arcilla calcinada*

Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 6% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 14 días, se identificó una resistencia media de 28.90 kg/cm<sup>2</sup>.

### Comparación

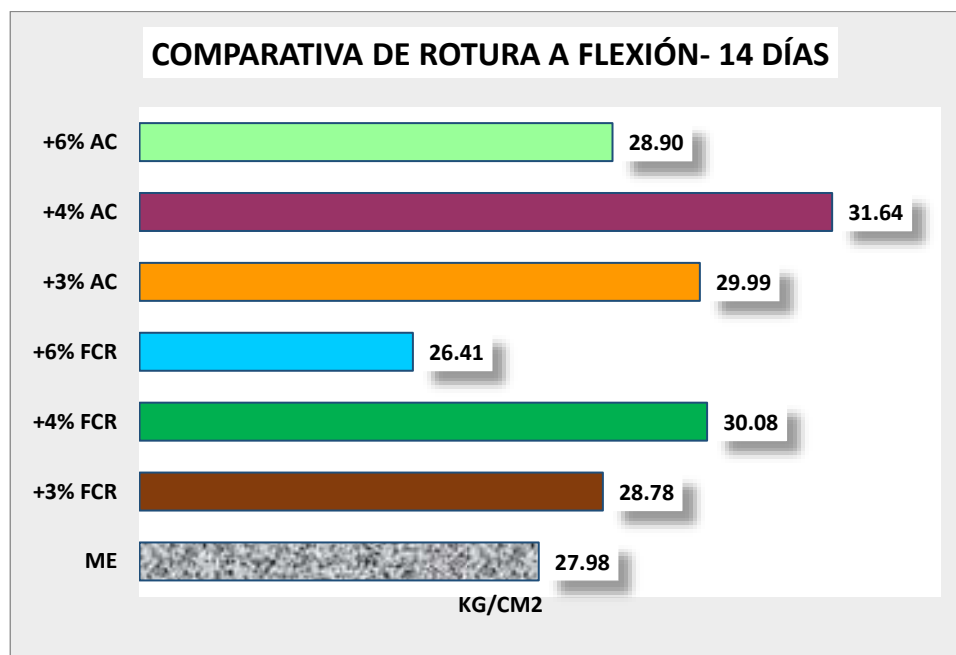
**Tabla 54**

*Comparativa del rompimiento a flexión -14días*

Muestra	14 días
ME	27.98
+3% FCR	28.78
+4% FCR	30.08
+6% FCR	26.41
+3% AC	29.99
+4% AC	31.64
+6% AC	28.90

**Figura 50**

*Comparativa del rompimiento a flexión -14días*



Se presentan las resistencias a flexión de la muestra patrón, las muestras con incorporación de fibra de caucho sintético, y las muestras con arcilla cocida, todas sometidas a un período de curado de 14 días.

### ❖ Rompimiento a flexión a los 28 días

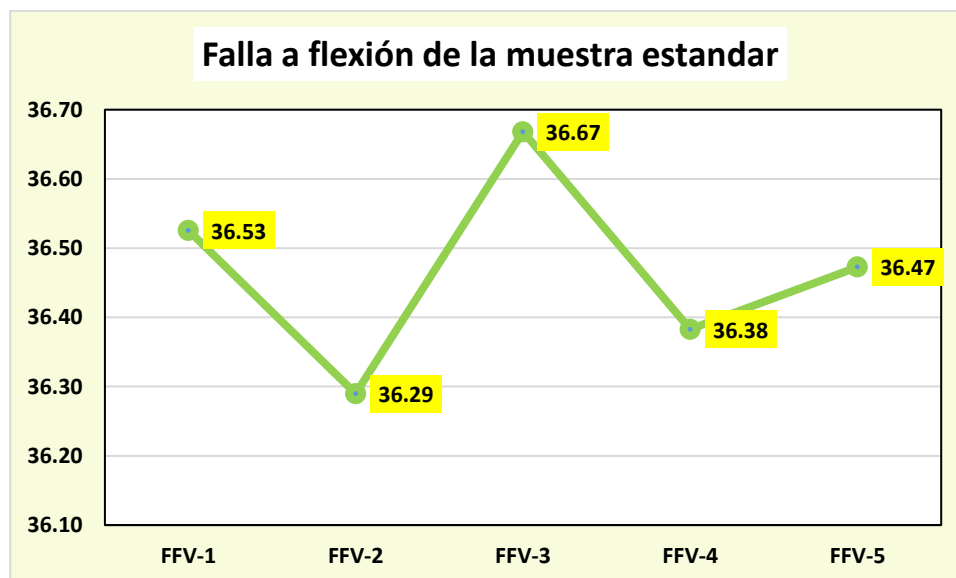
**Tabla 55**

Ruptura a flexión del concreto patrón

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
28	EFV-1	2457.26	36.53
	EFV-2	2449.57	36.29
	EFV-3	2458.63	36.67
	EFV-4	2455.84	36.38
	EFV-5	2453.70	36.47
<b>PROMEDIO</b>			<b>36.47</b>

**Figura 51**

Ruptura a flexión del concreto patrón



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del patrón. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 36.47 kg/cm<sup>2</sup>.

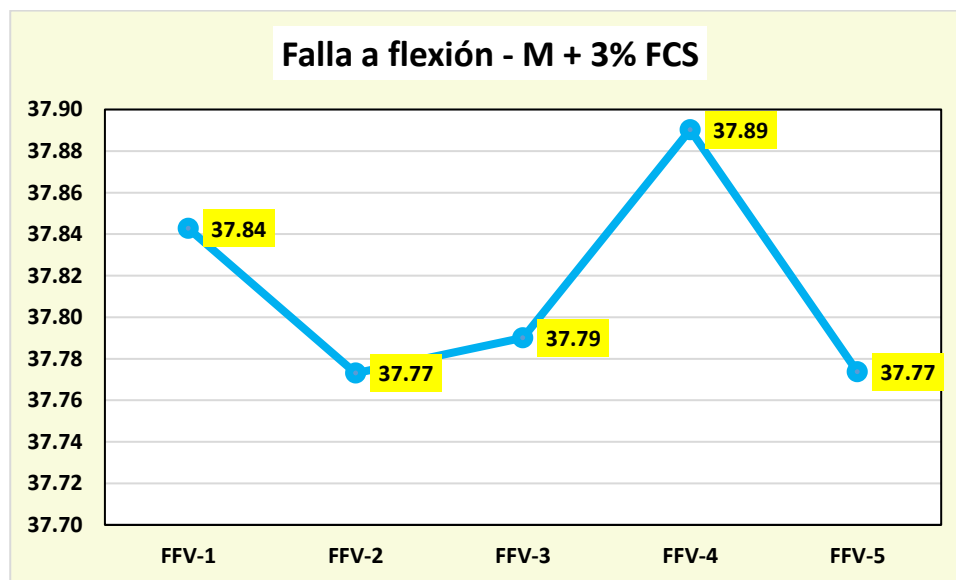
**Tabla 56**

*Ruptura a flexión del concreto con 3% de FCS*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
28	EFV-1	2545.87	37.84
	EFV-2	2549.68	37.77
	EFV-3	2550.83	37.79
	EFV-4	2557.59	37.89
	EFV-5	2549.72	37.77
<b>PROMEDIO</b>			<b>37.81</b>

**Figura 52**

*Ruptura a flexión del concreto con 3% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 3% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 37.81 kg/cm<sup>2</sup>.

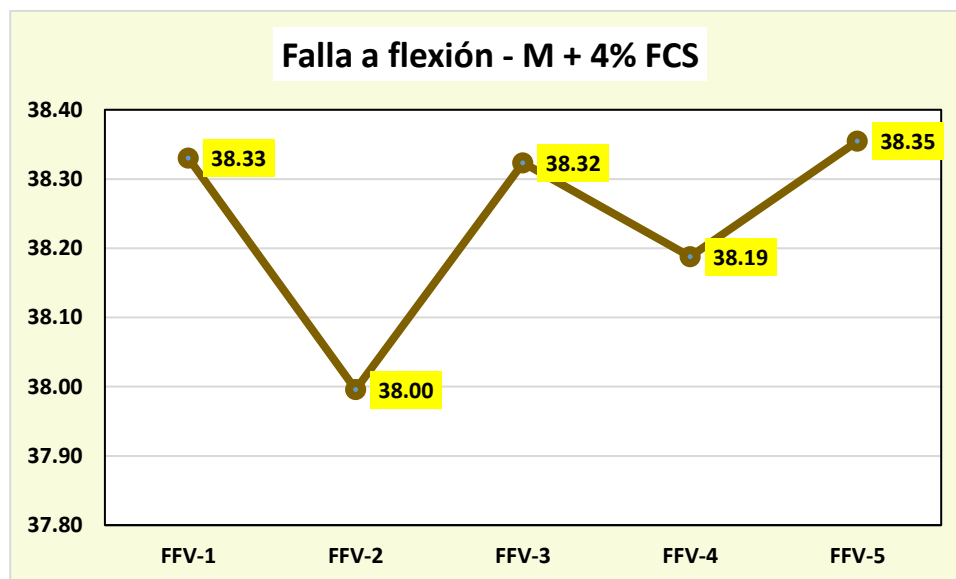
**Tabla 57**

*Ruptura a flexión del concreto con 4% de FCS*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
28	EFV-1	2578.65	38.33
	EFV-2	2564.72	38.00
	EFV-3	2586.82	38.32
	EFV-4	2577.67	38.19
	EFV-5	2588.93	38.35
<b>PROMEDIO</b>			<b>38.24</b>

**Figura 53**

*Ruptura a flexión del concreto con 4% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 4% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 38.24 kg/cm<sup>2</sup>.

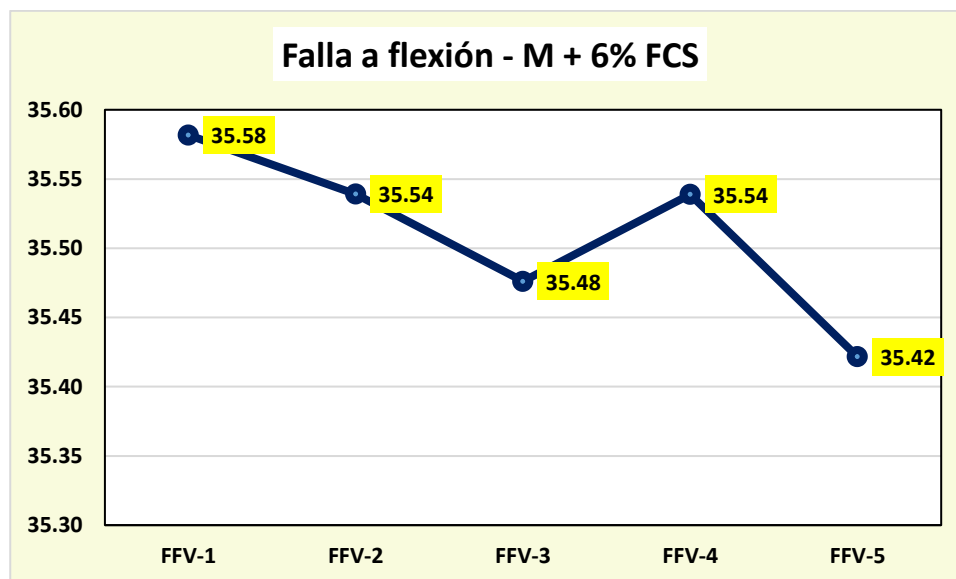
**Tabla 58**

*Ruptura a flexión del concreto con 6% de FCS*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
28	EFV-1	2393.76	35.58
	EFV-2	2398.89	35.54
	EFV-3	2394.64	35.48
	EFV-4	2398.87	35.54
	EFV-5	2390.96	35.42
<b>PROMEDIO</b>			<b>35.51</b>

**Figura 54**

*Ruptura a flexión del concreto con 6% de FCS*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 6% de fibra de caucho sintético. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 35.51 kg/cm<sup>2</sup>.

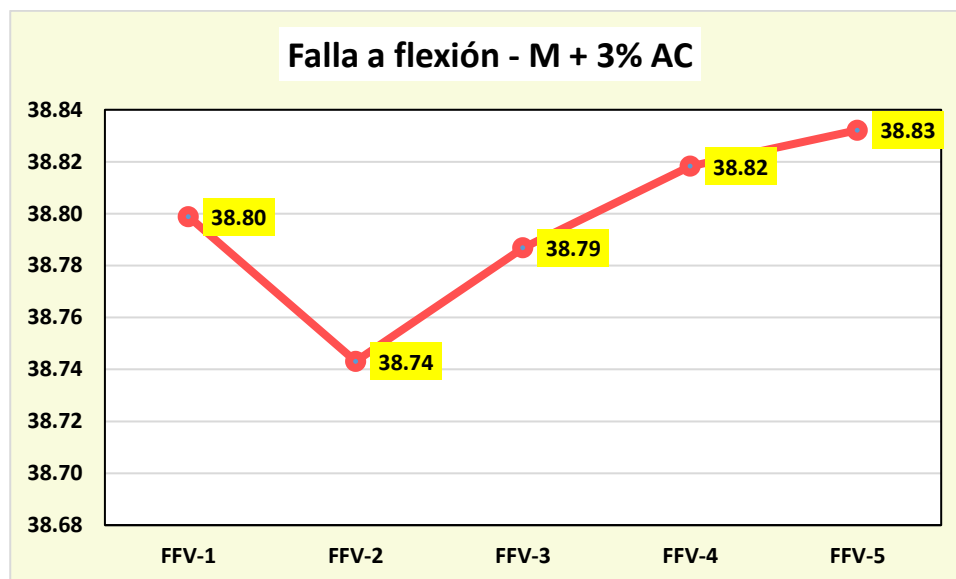
**Tabla 59**

*Ruptura a flexión del concreto con 3% de arcilla calcinada*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
28	EFV-1	2610.19	38.80
	EFV-2	2615.16	38.74
	EFV-3	2618.11	38.79
	EFV-4	2620.23	38.82
	EFV-5	2621.17	38.83
<b>PROMEDIO</b>			<b>38.80</b>

**Figura 55**

*Ruptura a flexión del concreto con 3% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 3% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 38.80 kg/cm<sup>2</sup>.

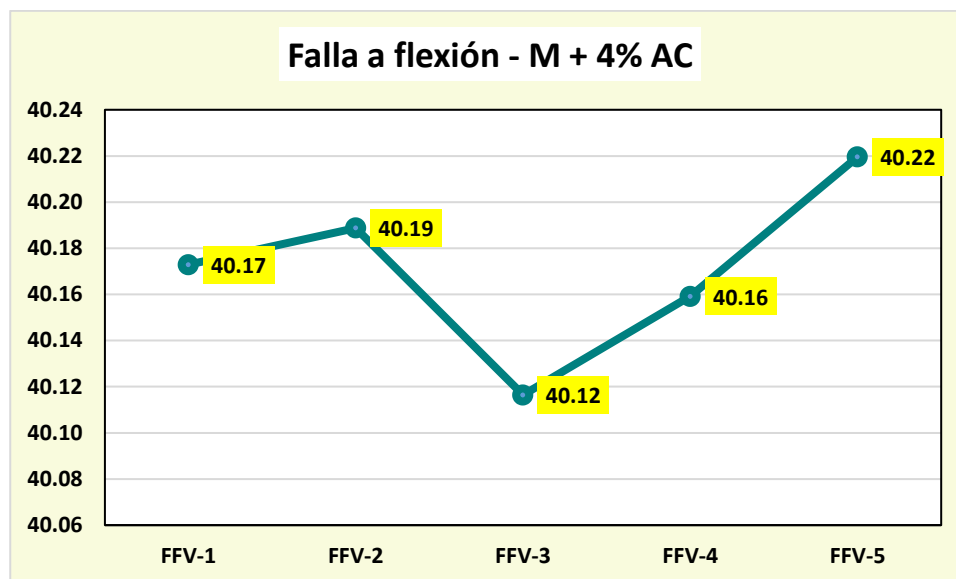
**Tabla 60**

*Ruptura a flexión del concreto con 4% de arcilla calcinada*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
28	EFV-1	2702.63	40.17
	EFV-2	2712.74	40.19
	EFV-3	2707.86	40.12
	EFV-4	2710.74	40.16
	EFV-5	2714.82	40.22
<b>PROMEDIO</b>			<b>40.17</b>

**Figura 56**

*Ruptura a flexión del concreto con 4% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 4% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 40.17 kg/cm<sup>2</sup>.

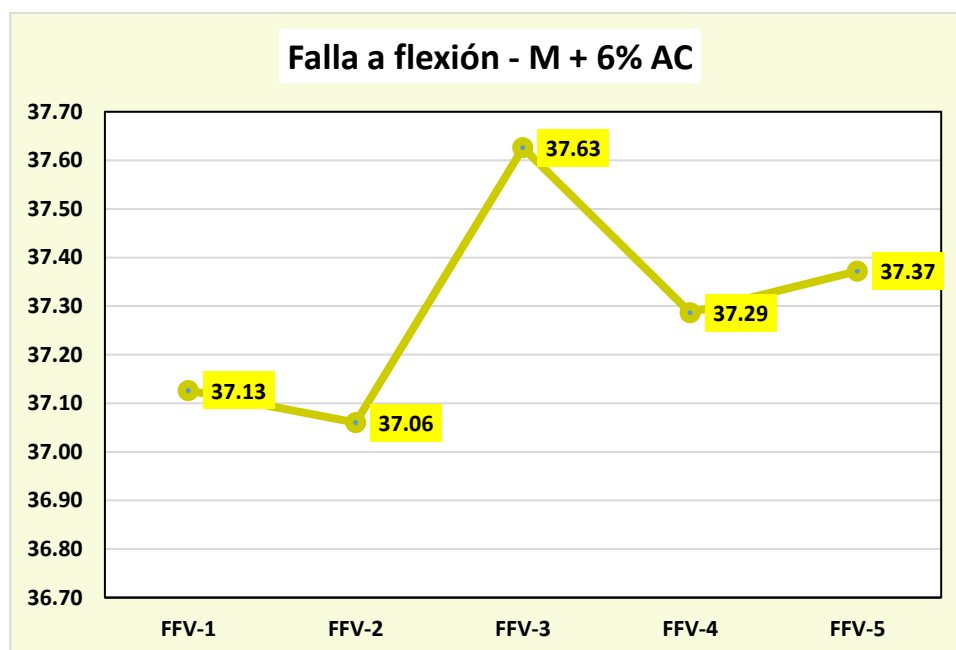
**Tabla 61**

*Ruptura a flexión del concreto con 6% de arcilla calcinada*

Días	Muestra	Lectura del dial (kg)	Rotura-flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>
28	EFV-1	2497.67	37.13
	EFV-2	2501.56	37.06
	EFV-3	2539.74	37.63
	EFV-4	2516.82	37.29
	EFV-5	2522.61	37.37
<b>PROMEDIO</b>			<b>37.29</b>

**Figura 57**

*Ruptura a flexión del concreto con 6% de arcilla calcinada*



Se presenta el análisis de resistencia en cinco muestras representativas del concreto con 6% de arcilla calcinada. Estas muestras fueron seleccionadas cuidadosamente para asegurar que reflejan las características generales del material. Luego de un tiempo de curado con una duración de 28 días, se identificó una resistencia media de 37.29 kg/cm<sup>2</sup>.

## Comparación

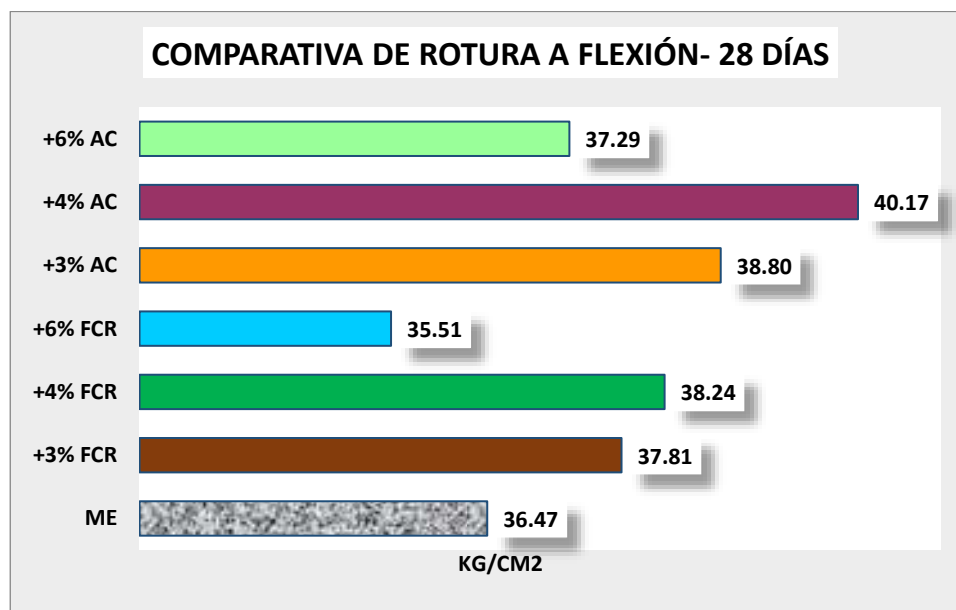
**Tabla 62**

*Comparativa del rompimiento a flexión -28 días*

Muestra	28 días
ME	36.47
+3% FCR	37.81
+4% FCR	38.24
+6% FCR	35.51
+3% AC	38.80
+4% AC	40.17
+6% AC	37.29

**Figura 58**

*Comparativa del rompimiento a flexión -28 días*



Se presentan las resistencias a flexión de la muestra patrón, las muestras con incorporación de fibra de caucho sintético, y las muestras con arcilla cocida, todas sometidas a un período de curado de 28 días.

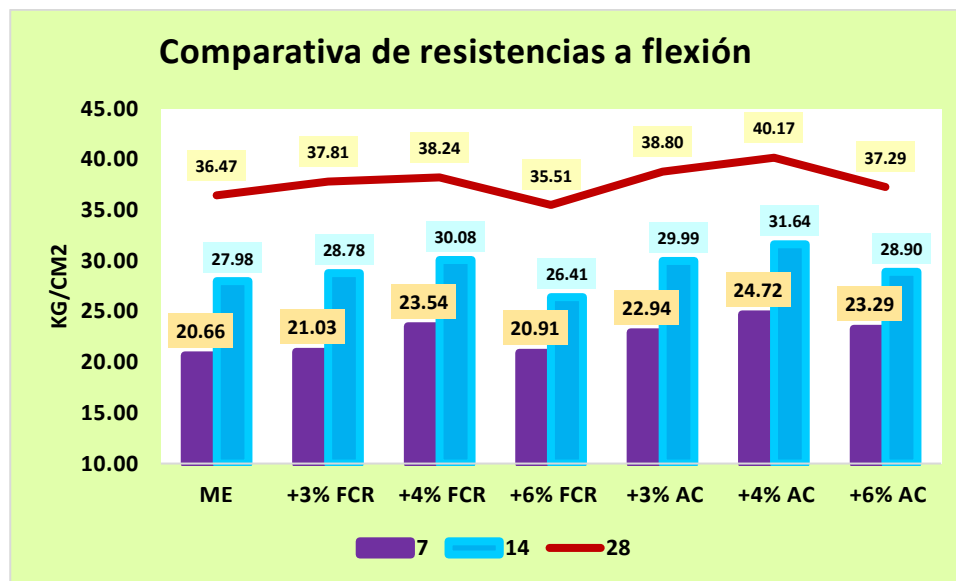
**Tabla 63**

*Comparativa del rompimiento a flexión*

Muestra	Rotura a la compresión		
	7 días	14 días	28 días
ME	20.66	27.98	36.47
+3% FCR	21.03	28.78	37.81
+4% FCR	23.54	30.08	38.24
+6% FCR	20.91	26.41	35.51
+3% AC	22.94	29.99	38.80
+4% AC	24.72	31.64	40.17
+6% AC	23.29	28.90	37.29

**Figura 59**

*Comparativa del rompimiento a flexión*



Se presentan las resistencias a flexión de las muestras con incorporación de fibras de caucho sintético y las muestras con arcilla calcinada. Los resultados muestran que la adición de un 4% de arcilla calcinada produce un incremento significativo en la resistencia en comparación con las demás muestras.



## 4.2 Discusión de resultados

En el estudio de (Pacheco & Ticlo, 2020), realizaron un estudio en el que utilizaron fibras de caucho obtenidas de neumáticos usados para mejorar las propiedades del hormigón. Tras el último día de curado, el estudio reveló que el hormigón medio tenía una resistencia a la compresión de 322,2 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia a la flexión de 58,0 kg/cm<sup>2</sup>. Al incluir un 3% de fibras de caucho en la mezcla de hormigón, la resistencia a la compresión disminuye a 278,3 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la resistencia a la flexión se mantiene en 58,0 kg/cm<sup>2</sup>. Cuando la proporción de fibras de caucho disminuye al 5%, la resistencia a la compresión se reduce a 260,07 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a la flexión disminuye a 49,3 kg/cm<sup>2</sup>. Cuando se añade un 7% de fibras de caucho, la resistencia a la compresión disminuye a 238,37 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a la flexión a 40,7 kg/cm<sup>2</sup>. Esto implica que, a medida que aumenta la proporción de fibra de caucho reciclada, disminuyen las propiedades mecánicas del hormigón. La tesis sostiene que al añadir fibras de caucho reciclado al hormigón en proporciones del 3%, 5% y 7%, la resistencia a la compresión se reduce en un 13,63%, 19,29% y 26,02%, de forma respectiva, comparado con el hormigón normal. Al añadir fibras de caucho reciclado al hormigón con una resistencia de  $F'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>, tanto el hormigón normal como el hormigón con una adición de fibras del 3% mantienen un módulo de rotura de 58,0 kg/cm<sup>2</sup>. Esto sugiere que la resistencia a la flexión permanece inalterada. Cuando se incluyen fibras al 5% y al 7% en el hormigón, el módulo de rotura disminuye un 15% y un 30,52% respectivamente, en comparación con el hormigón normal.

En el estudio de (Pino & Cáceres, 2021), investigó el uso de arcilla calcinada como aditivo para optimizar las características. Las pruebas de resistencia y de Cono de Abrams revelaron que una proporción del 6% de arcilla calcinada es la cantidad óptima para optimizar las características físicas del hormigón, concretamente para resistencias de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>. La adición de un 6% de arcilla calcinada al hormigón con una resistencia a la compresión de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> dio lugar a un aumento de la



resistencia a la compresión a los 28 días del 4,53%, alcanzando los 326,38 kg/cm<sup>2</sup>. Esto contrasta frente a la muestra de referencia, que tuvo una resistencia a la compresión de 312,24 kg/cm<sup>2</sup>. Del mismo modo, la adición de un 6% de arcilla calcinada al hormigón con una resistencia a la compresión de  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> dio lugar a un aumento del 5,89% de la resistencia a la compresión a los 28 días. La resistencia del hormigón con adición de arcilla calcinada alcanzó los 431,96 kg/cm<sup>2</sup>, frente a los 407,92 kg/cm<sup>2</sup> de la muestra estándar. Para ambas resistencias del hormigón,  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>, se descubrió que el aumento de la proporción de arcilla calcinada mejora directamente la trabajabilidad del hormigón.

En nuestra investigación, se añadió fibra de caucho sintético y arcilla calcinada al concreto. En cuanto al asentamiento, se observó una ligera disminución tanto en las muestras con fibra de caucho como en las muestras con arcilla calcinada. La muestra patrón presentó una resistencia a la compresión de 212.55 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia a la flexión de 36.47 kg/cm<sup>2</sup>. Para las muestras con fibra de caucho sintético, se evaluaron tres porcentajes de adición: 3%, 4% y 6%. Las resistencias a la compresión para estos porcentajes fueron 214.16, 216.09 y 213.45 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, mientras que las resistencias a la flexión fueron 37.81, 38.24 y 35.51 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, con la adición de arcilla calcinada en los mismos porcentajes (3%, 4% y 6%), las resistencias a la compresión fueron 216.37, 220.70 y 216.85 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Las resistencias a la flexión para estos porcentajes fueron 38.80, 40.17 y 37.29 kg/cm<sup>2</sup>.



## CONCLUSIONES

**CG-** La adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada al concreto convencional en San Miguel ha demostrado mejorar sus propiedades mecánicas clave. Se observó una reducción en el asentamiento, junto con incrementos en la resistencia a la compresión y a la flexión.

**C1-** La adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada tuvo un efecto significativo en el asentamiento del concreto. Al emplear un 6% de fibra de caucho sintético, el asentamiento se redujo de 3.98 pulgadas en la muestra patrón a 3.28 pulgadas. Por otro lado, con un 6% de arcilla calcinada, el asentamiento fue de 3.68 pulgadas.

**C2-** La adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada tuvo un impacto significativo en la resistencia a compresión del concreto. La muestra estándar presentó una resistencia de 212.55 kg/cm<sup>2</sup>. Al añadir fibra de caucho sintético en proporciones de 3%, 4% y 6%, las resistencias a la compresión fueron de 214.16, 216.09 y 213.45 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Por otro lado, con la adición de arcilla calcinada en los mismos porcentajes (3%, 4% y 6%), las resistencias a la compresión fueron de 216.37, 220.70 y 216.85 kg/cm<sup>2</sup>.

**C.3-** La adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada tuvo un impacto significativo en la resistencia a flexión del concreto. La muestra estándar presentó una resistencia de 36.47 kg/cm<sup>2</sup>. Al añadir fibra de caucho sintético en proporciones de 3%, 4% y 6%, las resistencias a flexión fueron de 37.81, 38.24 y 35.51 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Por otro lado, con la adición de arcilla calcinada en los mismos porcentajes (3%, 4% y 6%), las resistencias a flexión fueron de 38.80, 40.17 y 37.29 kg/cm<sup>2</sup>.



## RECOMENDACIONES

**R1-** Se recomienda tener precaución al añadir fibras de caucho sintético y arcilla calcinada, ya que un aumento en el porcentaje de estos aditivos tiende a disminuir el asentamiento del concreto.

**R2-** Se recomienda el uso del 4% de fibra de caucho sintético para mejorar las propiedades del concreto, ya que se observó una mejora significativa en los resultados, especialmente en las resistencias.

**R3-** Se recomienda el uso del 4% de arcilla calcinada para mejorar las propiedades del concreto, ya que se observó una mejora significativa en los resultados, especialmente en las resistencias.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Acevedo Trujillo, J. P., Rodríguez Ortiz, L. R., & Arévalo Trujillo, I. A. (2022). *Caracterización de morteros y concretos hidráulicos con agregado de caucho reciclado*.
- Arcasi Prieto, J. C. (2020). *Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por la combinación de ceniza de concha de abanico y arcilla de Quitaracsa, Chimbote—2020*.  
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/20606>
- Arévalo Gutiérrez, I. T. (2023). Evaluación de muestras de arcillas activadas que contribuyan al mejoramiento de la resistencia a la compresión del cemento producido a nivel de laboratorio en Cemex Colombia S.A.  
<http://catalogobiblioteca.ufps.edu.co/cgi-bin/koha/opac-retrieve-file.pl?id=115edefe3eace186c02b5a3271f8b98f>.  
<https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/7048>
- Chávarri Cueva, L. A., & Falen Solis, J. A. (2020). Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651661>
- Cruz Mamani, D. J. (2023). Influencia de fibras industriales recicladas en propiedades físicas y mecánicas de concreto, Huancané, Puno, 2023. *Universidad Continental*.  
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/15118>
- Giraldo Antunez, J. G. (2020). Resistencia a la compresión y flexión de concreto con 10% y 20% de fibras de caucho reciclado.
- Gomez Flores, P. D., & Quispe Herrera, I. Y. (2024). Influencia de cenizas volantes, polvo de caliza y arcilla de caolinita en las propiedades del concreto estructural, en edificaciones, Puno 2023.



- Llamo Cubas, J. R. (2023). Comportamiento de las propiedades físico—Mecánicas de un concreto autocompactante con aditivo superplastificante y con fibra de caucho reciclado. *Repositorio Institucional* - *USS*.  
<http://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/11850>
- Mallqui Aguilar, K. K. (2023). *Análisis de resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos con adición de fibras de caucho reciclado*. Pillco Marca, Huánuco – 2023.  
<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/9479>
- Mendoza Peña, J. G. (2023). Evaluación del comportamiento mecánico del concreto con adición de caucho reciclado. *Repositorio Institucional* - *USS*.  
<http://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/12104>
- Obregon, M., & Osorio, A. (2022). Influencia de arcilla expandida en diseño de mezcla de concreto liviano alto rendimiento en distrito de Lircay Angaraes-Huancavelica. *Revista Científica Ciencias Ingenieriles*, 2(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.54943/ricci.v2i1.214>
- Pérez, Y. I. O., Saravia, S. P. G., & Pérez, S. P. M. (2022). Revisión sistemática de la literatura sobre mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto adicionando fibras artificiales y naturales. *Ingeniería*, 27(2), Article 2.  
<https://doi.org/10.14483/23448393.18207>
- Pimienta, J., Orden, A. de la, & Estrada, R. (2018). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*.
- Pino Huanca, D. M., & Cáceres Pineda, F. J. (2021). Adición de arcilla calcinada al concreto estructural para mejorar propiedades físicas del concreto  $f'c = 280$  y  $350 \text{ kg/cm}^2$ , en la provincia de Puno—2021. *Universidad Continental*.  
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12261>
- Quito Rodriguez, A. C. (2023). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución del cemento por 10% y 20% de arcilla de Anta, Carhuaz—2022*. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/23016>



- Rea Ruiz, R. A. (2022). Estudio de las propiedades físico-mecánicas en adoquines de concreto para tránsito peatonal incorporando viruta metálica y caucho reciclado, Andahuaylas 2021. *Repositorio Institucional* - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92666>
- Reyes, E. (2022). *Metodología de la Investigación Científica*. Page Publishing Inc.
- Rodriguez Terrones, J. A. (2021). Resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo el cemento por arcilla y argopecten purpuratus calcinada, Chimbote-2021. *Repositorio Institucional* - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64058>
- Rojas Alcantara, C., & Vasquez Chavez, E. (2022). Determinación de la influencia del curado empleando concreto reciclado saturado y arcilla coccionada saturada en la resistencia de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , frente a un curado tradicional, en la ciudad de Cajamarca 2022. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13922>
- Ryder Wadner, A. M. (2021). Propuesta de concreto eco- sostenible con la adición de caucho para el diseño del pavimento rígido  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  en llave, Puno. *Repositorio Institucional* - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81994>
- Salazar Mayorga, L. F. (2023). *Evaluación de la resistencia a la corrosión debida a carbonatación en concretos con cementos pórtland adicionados con caliza y arcilla calcinada* [Trabajo de grado - Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/83535>
- Yangua Criollo, H. (2023). Diseño de Mezcla Adicionando Fibra de Caucho Sintético para mejorar las Propiedades Mecánicas del Concreto. *Repositorio Institucional* - USS. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11078>



## ANEXOS



### Anexo. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuáles son las propiedades de un concreto convencional con adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la ciudad de San Miguel?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Evaluar las propiedades de un concreto convencional con adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la ciudad de San Miguel.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>Las propiedades de un concreto convencional mejorarán con la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la ciudad de San Miguel.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Fibra de Caucho Sintético y Arcilla Calcinada</p>	Fichas y formatos de campo
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuál es la influencia de la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la consistencia de la mezcla de concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel?</p> <p>¿Cuál es el efecto de la incorporación de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la resistencia a la compresión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel?</p> <p>Cuál es el efecto de la aplicación de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la resistencia a la flexión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Determinar la influencia de la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la consistencia de la mezcla de concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel.</p> <p>Determinar el efecto de la incorporación de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la resistencia a la compresión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel.</p> <p>Determinar el efecto de la aplicación de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada en la resistencia a la flexión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel.</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>La influencia de la adición de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada mantendrá la consistencia de la mezcla de concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel.</p> <p>El efecto de la incorporación de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada mejorará la resistencia a la compresión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel.</p> <p>El efecto de la aplicación de fibra de caucho sintético y arcilla calcinada incrementará la resistencia a la flexión del concreto convencional de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de San Miguel.</p>	<p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adición del 3%, 4% y 6% de fibra de caucho sintético</li> <li>• Adición del 3%, 4% y 6% de arcilla calcinada</li> </ul> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Propiedades del Concreto Convencional</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Consistencia</i></li> <li>• <i>Resistencia a la Compresión</i></li> <li>• <i>Resistencia a la Flexión</i></li> </ul>	

## Anexo B. Panel Fotográfico



*Fotografía 1. Muestreo de agregados*



*Fotografía 2. Pesado del agregado grueso*



**Fotografía 3.** Pesado del agregado fino



**Fotografía 4.** Ensayo de granulometría



**Fotografía 5.** Ensayo de asentamiento



**Fotografía 6.** Ensayo de resistencia a la compresión



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



**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE** : BACHILLER RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO  
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
: ISLA - AGREGADO FINO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : MARZO DEL 2024

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>486.50</u>
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	99.87	19.97	19.97	80.03	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1309.32</u>
N° 16	94.25	18.85	38.82	61.18	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1613.53</u>
N° 30	101.36	20.27	59.10	40.90	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	108.65	21.73	80.83	19.17	Wc+B =	<u>1809</u> Wc+B-W = <u>196</u>
N° 100	55.14	11.03	91.85	8.15	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500}{1613.53-1809} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	19.03	3.81	95.66	4.34	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	21.70	4.34	100.00	0.00	B =	<u>500.00</u> B-A = <u>13.50</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{13.50 \times 100}{486.50} = 2.77 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
<b>Mf = MÓDULO DE FINEZA</b>			<b>2.91</b>			

#### AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>789.35</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
1"	257	7.34	7.34	92.66	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1309.32</u>
3/4"	387	11.06	18.40	81.60	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1791.25</u>
1/2"	1019	29.11	47.51	52.49	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	426	12.17	59.69	40.31	Wc+B =	<u>2109</u> Wc+B-W = <u>318</u>
1/4"	305	8.71	68.40	31.60	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800}{1791.25-2109} = 2.52 \text{ gr/cm}^3$
N° 4	1065	30.43	90.11	9.89	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	41.00	1.17	91.29	8.71	B =	<u>800.00</u> B-A = <u>10.65</u>
SUMA	3500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{10.65 \times 100}{789.35} = 1.35 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP (INGENIERÍA CIVIL)

*Mgtr. Arnaldo Ana Torres*  
FICP 103257

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
M.S.C. JEFATURA  
MULIAC



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALGINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : BACHILLER RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

                  : ISLA - AGREGADO FINO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : MARZO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	411.49
P.T.M. SECA	387.97
P.TARRO	38.37
P AGUA	23.52
P.S.SECA	349.60
% HUMEDAD	6.73

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	385.30
P.T.M. SECA	374.32
P.TARRO	38.17
P AGUA	10.98
P.S.SECA	336.15
% HUMEDAD	3.27

### PESOS UNITARIOS

#### AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9384	5969	2124	1608
9395	5969	2124	1613
9392	5969	2124	1612
			1611

#### AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12854	7982	3226	1510
12834	7982	3226	1504
12853	7982	3226	1510
			1508

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9619	5969	2124	1718
9615	5969	2124	1717
9609	5969	2124	1714
			1716

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
13202	7982	3226	1618
13213	7982	3226	1622
13257	7982	3226	1635
			1625

OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADAS POR LOS TESISISTAS EN LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL  
Mgtr. Arnulfo Yana Torres  
CIP. 103257

BIE: B006 - 00297643



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



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

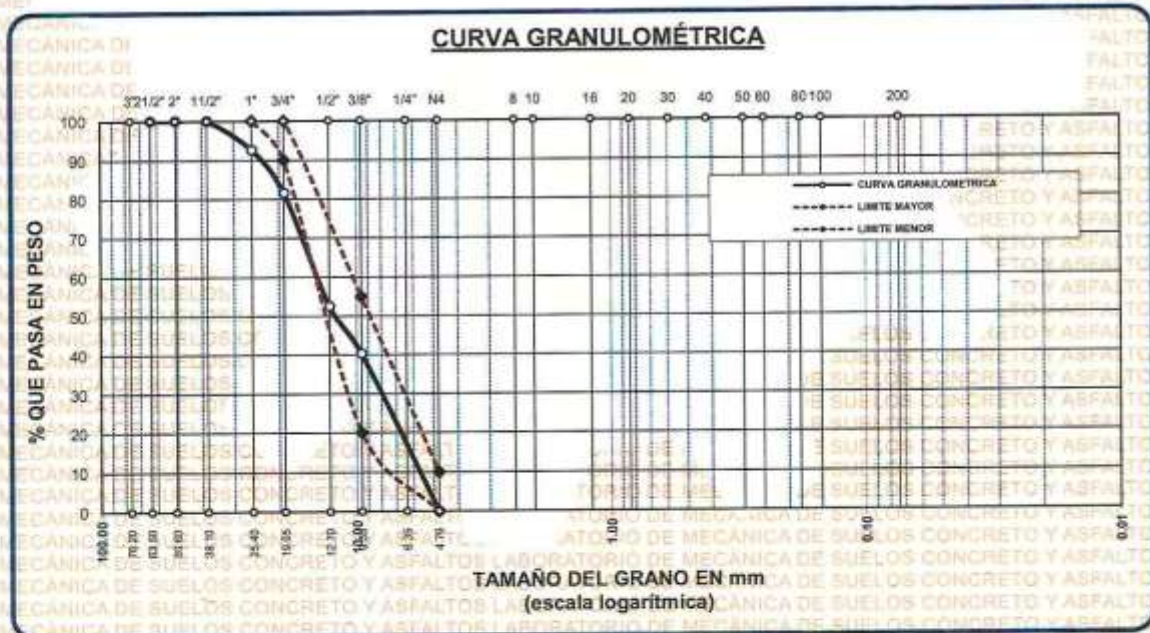
**SOLICITANTE** : BACHILLER RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : MARZO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr.
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		Tamaño máx. nominal = 3/4"
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	257.00	7.34	7.34	92.66	100 %	OBSERVACIONES:
3/4"	19.050	387.00	11.06	18.40	81.60	90 - 100 %	
1/2"	12.700	1019.00	29.11	47.51	52.49		
3/8"	9.525	426.00	12.17	59.69	40.31	20 - 55 %	
1/4"	6.350	305.00	8.71	68.40	31.60		
No4	4.760	1065.00	30.43	98.83	1.17	0 - 10 %	
BASE		41.00	1.17	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		1.17					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 EICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

M.S.C.A. JEFATURA DE LABORATORIO

*Dr. Arnaldo Yana Torres*  
 C.I.F. 103267

BIE: B006 - 00297643



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



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALVINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

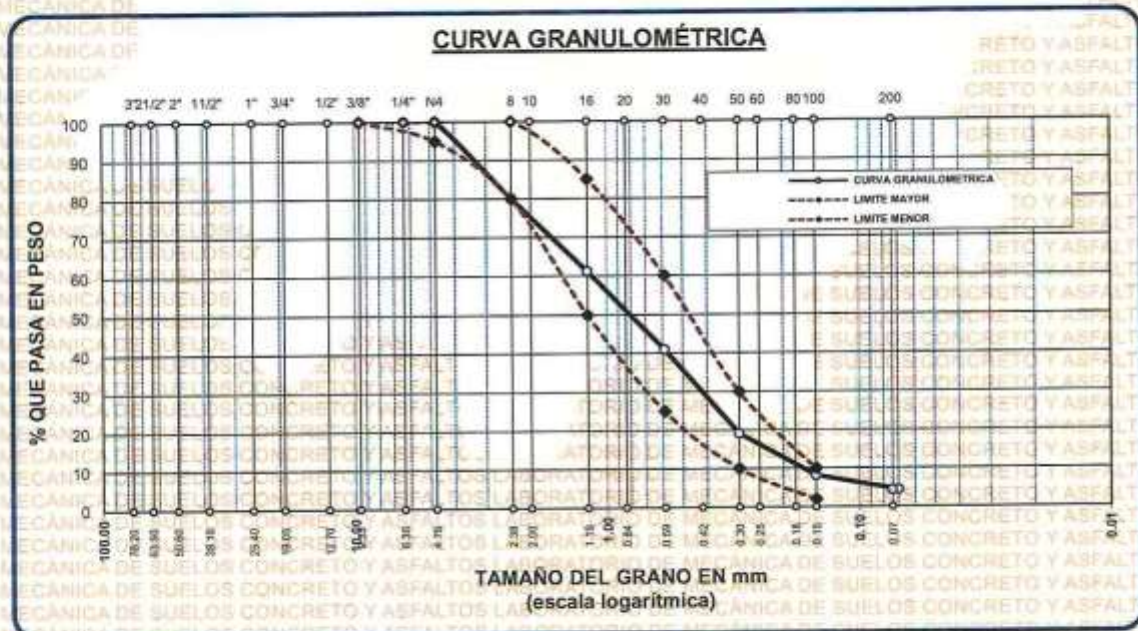
**SOLICITANTE** : BACHILLER RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO FINO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : MARZO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 2.91
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	
No8	2.380	99.87	19.97	19.97	80.03		
No10	2.000						
No16	1.190	94.25	18.85	38.82	61.18	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	101.36	20.27	59.10	40.90	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	108.65	21.73	80.83	19.17	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	55.14	11.03	91.85	8.15	2-10%	OBSERVACIONES:
No200	0.074	19.03	3.81	95.66	4.34		
BASE		21.70	4.34	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		4.34					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
*Magr. Arnaldo Yana Torres*  
CIP 103257

BIE: B006 - 00297643



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



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : P  
**SOLICITANTE** : BACHILLER RUBÉN EDWIN SUCASACA-ADCO  
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
 : ISLA - AGREGADO FINO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : MARZO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	5969 gr	5969 gr	5969 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm <sup>3</sup>	2077 cm <sup>3</sup>	2077 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9384.00 gr	9395.00 gr	9392.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3415.00 gr	3426.00 gr	3423.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.644 gr/cm <sup>3</sup>	1.649 gr/cm <sup>3</sup>	1.648 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.647 gr/cm <sup>3</sup>	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	5969 gr	5969 gr	5969 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm <sup>3</sup>	2077 cm <sup>3</sup>	2077 cm <sup>3</sup>
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9619.00 gr	9615.00 gr	9609.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3650.00 gr	3646.00 gr	3640.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.757 gr/cm <sup>3</sup>	1.755 gr/cm <sup>3</sup>	1.752 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.755 gr/cm <sup>3</sup>	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Metr. *Armando Tana Torres*  
 CIP. 103257



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



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : BACHILLER RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO FINO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : MARZO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	7982 gr	7982 gr	7982 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12854.00 gr	12834.00 gr	12853.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4872.00 gr	4852.00 gr	4871.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.522 gr/cm <sup>3</sup>	1.516 gr/cm <sup>3</sup>	1.522 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.520 gr/cm <sup>3</sup>	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	7982 gr	7982 gr	7982 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>	3200 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13202.00 gr	13213.00 gr	13257.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5220.00 gr	5231.00 gr	5275.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.631 gr/cm <sup>3</sup>	1.635 gr/cm <sup>3</sup>	1.648 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.638 gr/cm <sup>3</sup>	

**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Armando Jara Torres  
C.I.F. 103257



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



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : BACHILLER RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO

**CANERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
: ISLA - AGREGADO FINO

**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : MARZO DEL 2024

### MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	411.49
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	387.97
PESO DEL TARRO (gr.)	38.37
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	373.12
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	349.60
PESO DEL AGUA (gr.)	23.52
% HUMEDAD	6.73

### MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	385.30
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	374.32
PESO DEL TARRO (gr.)	38.17
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	347.13
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	336.15
PESO DEL AGUA (gr.)	10.98
% HUMEDAD	3.27

#### OBSERVACIONES:

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

Mtro. Arroyo Yana Torres  
CIP: 103257



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



## DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : BACHILLER RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

**UBICACIÓN** : ISLA - AGREGADO FINO

**FECHA** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : MARZO DEL 2024

### PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74  
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión  $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$  a los 28 días  
entonces la resistencia promedio  $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de:  $3/4"$  (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.52	2.55
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1625	1716
P.U. Suelto	1508	1611
% de Absorción	1.35	2.77
% de Humedad Natural	3.27	6.73
Modulo de Fineza	-	2.91

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal  $3/4"$  (19.05mm)
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de:  $205 \text{ Lt/m}^3$
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de:  $2.0 \%$
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de:  $0.56$
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 366 \text{ Kg/m}^3$$

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP/INGENIERÍA CIVIL  
M.S.C.A.  
Ing. Arnaldo Yana Torres



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.91 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1625 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.609 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.609) * (1625) = 990 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= (366) / (2.85 * 1000) = 0.128 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= (990) / (2.52 * 1000) = 0.394 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volúmen sub total} &= 0.747 \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.747) = 0.253 \text{ m}^3$$

$$(0.253) * (2.55) * 1000 = 646 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (990) * (1.032664) = 1023 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (646) * (1.0673) = 689 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 990 * \left( \frac{3.27 - 1.35}{100} \right) - 646 * \left( \frac{6.73 - 2.77}{100} \right) = 160$$

### DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HUMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	160	0.44
Agreg. Grueso	990	2.71	1023	2.79
Agreg. Fino	646	1.76	689	1.88
Aire	2.0 %		2.0 %	

#### 8.61 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO

#### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	80.00 Kg.
Agregado grueso húmedo	118.72 Kg.
Agua efectiva	18.63 Kg.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL

M.S.C.A. JEFATURA  
Mgtr. Arnelio Yana Torres  
CIP. 103257



### DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies<sup>3</sup>

**1.0 Bolsa de Cemento:**

**Redondeo**

- 1.76 p<sup>3</sup> de Arena
- 2.78 p<sup>3</sup> de Piedra Chancada
- 19 Lt de Agua

### RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACIÓN POR TANDAS.

\* Se debiera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

### OBSERVACIONES:

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD NACIONAL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO-SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE** BACH: RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO  
**LUGAR** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** MARZO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 7.5% DE ARCILLA CALCINADA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2235.00	33.111	33.13	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2239.00	33.170		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2233.00	33.081		7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2241.00	33.200		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2234.00	33.096		7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2766.00	40.98	41.01	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2769.00	41.02		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2778.00	41.16		14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2765.00	40.96		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2764.00	40.95		14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	3146.00	46.61	46.79	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	3148.00	46.64		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	3157.00	46.77		28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	3168.00	46.93		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	3173.00	47.01		28

**OBSERVACIONES:**  
1 - LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
Metr. Arnaldo Iana Torres  
CIP 103257

BIE: B006 - 00297643



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE:** BACH: RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** MARZO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 12.5% DE ARCILLA CALCINADA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	1968.00	29.16	29.19	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	1969.00	29.17		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	1962.00	29.07		7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	1975.00	29.26		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	1976.00	29.27		7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2514.00	37.24	37.42	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2535.00	37.56		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2531.00	37.50		14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2522.00	37.36		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2527.00	37.44		14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2936.00	43.50	43.67	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2939.00	43.54		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2948.00	43.67		28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2951.00	43.72		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2963.00	43.90		28

**OBSERVACIONES:**  
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
C.P. 103257



BIE: B006 -00297643



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** BACH. RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO  
**LUGAR** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** MARZO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 17.5% DE ARCILLA CALCINADA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	1635.00	24.22	24.14	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	1617.00	23.96		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	1629.00	24.13		7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	1641.00	24.31		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	1625.00	24.07		7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2206.00	32.68	32.82	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2214.00	32.80		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2218.00	32.86		14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2209.00	32.73		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2231.00	33.05		14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2611.00	38.68	38.77	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2619.00	38.80		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2608.00	38.64		28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2626.00	38.90		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2621.00	38.83		28

**OBSERVACIONES:**  
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - FAC. INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
JULIACA

*Super. Arvidio Yana Torres*  
CIP: 103257

BIE: B006 - 00297643



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE:** BACH: RUBEN EDWIN SUCASACA ADOO

**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA:** MARZO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 7.5% DE ARCILLA CALCINADA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	37987	15.01	176.95	214.68	210	23/03/2024	29/03/2024	7	102.23
2	BRIQUETA DE PRUEBA	37865	14.98	176.24	214.84	210	23/03/2024	29/03/2024	7	102.31
3	BRIQUETA DE PRUEBA	37851	14.98	176.24	214.77	210	23/03/2024	29/03/2024	7	102.27
4	BRIQUETA DE PRUEBA	37980	15.01	176.95	214.64	210	23/03/2024	29/03/2024	7	102.21
5	BRIQUETA DE PRUEBA	37845	14.98	176.24	214.73	210	23/03/2024	29/03/2024	7	102.25
Promedio De Esf. Rotura					214.73					102.25

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	42986	15.01	176.95	242.93	210	23/03/2024	5/04/2024	14	115.68
2	BRIQUETA DE PRUEBA	42774	14.98	176.24	242.70	210	23/03/2024	5/04/2024	14	115.57
3	BRIQUETA DE PRUEBA	42978	15.01	176.95	242.88	210	23/03/2024	5/04/2024	14	115.66
4	BRIQUETA DE PRUEBA	42968	15.01	176.95	242.83	210	23/03/2024	5/04/2024	14	115.63
5	BRIQUETA DE PRUEBA	42763	14.98	176.24	242.64	210	23/03/2024	5/04/2024	14	115.54
Promedio De Esf. Rotura					242.79					115.62

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	47142	14.98	176.24	267.48	210	23/03/2024	19/04/2024	28	127.37
2	BRIQUETA DE PRUEBA	47421	15.02	177.19	267.63	210	23/03/2024	19/04/2024	28	127.44
3	BRIQUETA DE PRUEBA	47443	15.02	177.19	267.76	210	23/03/2024	19/04/2024	28	127.50
4	BRIQUETA DE PRUEBA	47134	14.98	176.24	267.44	210	23/03/2024	19/04/2024	28	127.35
5	BRIQUETA DE PRUEBA	47398	15.01	176.95	267.86	210	23/03/2024	19/04/2024	28	127.55
Promedio De Esf. Rotura					267.63					127.44

**OBSERVACIONES:**

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL  
Mgtr. Arnaldo Yara Torres  
CIP: 103257

BIE: B006 - 00297643



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : BACH: RUBEN EDWIN SUCASACA ADOCO  
**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** : MARZO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 12.5% DE ARCILLA CALCINADA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	32621	15.01	176.95	184.35	210	23/03/2024	29/03/2024	7	87.79
2	BRIQUETA DE PRUEBA	32497	14.98	176.24	184.39	210	23/03/2024	29/03/2024	7	87.80
3	BRIQUETA DE PRUEBA	32489	14.98	176.24	184.34	210	23/03/2024	29/03/2024	7	87.78
4	BRIQUETA DE PRUEBA	32659	15.01	176.95	184.57	210	23/03/2024	29/03/2024	7	87.89
5	BRIQUETA DE PRUEBA	32468	14.98	176.24	184.22	210	23/03/2024	29/03/2024	7	87.72
Promedio De Esf. Rotura					184.37					87.80

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	36876	15.01	176.95	208.40	210	23/03/2024	5/04/2024	14	99.24
2	BRIQUETA DE PRUEBA	36689	14.98	176.24	208.17	210	23/03/2024	5/04/2024	14	99.13
3	BRIQUETA DE PRUEBA	36769	15.01	176.95	207.79	210	23/03/2024	5/04/2024	14	98.95
4	BRIQUETA DE PRUEBA	36795	15.01	176.95	207.94	210	23/03/2024	5/04/2024	14	99.02
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36975	14.98	176.24	209.79	210	23/03/2024	5/04/2024	14	99.90
Promedio De Esf. Rotura					208.42					99.25

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	41329	14.98	176.24	234.50	210	23/03/2024	19/04/2024	28	111.67
2	BRIQUETA DE PRUEBA	41569	15.02	177.19	234.61	210	23/03/2024	19/04/2024	28	111.72
3	BRIQUETA DE PRUEBA	41542	15.02	177.19	234.45	210	23/03/2024	19/04/2024	28	111.64
4	BRIQUETA DE PRUEBA	41235	14.98	176.24	233.97	210	23/03/2024	19/04/2024	28	111.41
5	BRIQUETA DE PRUEBA	41529	15.01	176.95	234.69	210	23/03/2024	19/04/2024	28	111.76
Promedio De Esf. Rotura					234.44					111.64

**OBSERVACIONES:**  
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL

*Mr. Arnaldo Yana Torres*  
CIP: 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : BACH. RUBEN EDWIN SUCASACA ADGO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA** : MARZO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 17.5% DE ARCILLA CALCINADA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	30965	15.01	176.95	174.99	210	23/03/2024	29/03/2024	7	83.33
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30768	14.98	176.24	174.58	210	23/03/2024	29/03/2024	7	83.13
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30751	14.98	176.24	174.48	210	23/03/2024	29/03/2024	7	83.09
4	BRIQUETA DE PRUEBA	30971	15.01	176.95	175.03	210	23/03/2024	29/03/2024	7	83.35
5	BRIQUETA DE PRUEBA	30739	14.98	176.24	174.41	210	23/03/2024	29/03/2024	7	83.05
Promedio De Esf. Rotura					174.70					83.19

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	34687	15.01	176.95	196.03	210	23/03/2024	5/04/2024	14	93.35
2	BRIQUETA DE PRUEBA	34436	14.98	176.24	195.39	210	23/03/2024	5/04/2024	14	93.04
3	BRIQUETA DE PRUEBA	34694	15.01	176.95	196.07	210	23/03/2024	5/04/2024	14	93.37
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34699	15.01	176.95	196.09	210	23/03/2024	5/04/2024	14	93.38
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34756	14.98	176.24	197.20	210	23/03/2024	5/04/2024	14	93.91
Promedio De Esf. Rotura					196.16					93.41

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	38659	14.98	176.24	219.35	210	23/03/2024	19/04/2024	28	104.45
2	BRIQUETA DE PRUEBA	38948	15.02	177.19	219.25	210	23/03/2024	19/04/2024	28	104.40
3	BRIQUETA DE PRUEBA	38816	15.02	177.19	219.07	210	23/03/2024	19/04/2024	28	104.32
4	BRIQUETA DE PRUEBA	38697	14.98	176.24	219.57	210	23/03/2024	19/04/2024	28	104.56
5	BRIQUETA DE PRUEBA	38621	15.01	176.95	218.26	210	23/03/2024	19/04/2024	28	103.93
Promedio De Esf. Rotura					219.10					104.33

**OBSERVACIONES:**  
 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 M.S.C.A. JEFATURA  
 Mgtr. Arnoldo Yano Torres  
 CIP 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE:** BACH: RUBEN EDWIN SUCASACA ADO  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** MARZO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm2)	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	1815.00	26.89	7	
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	1835.00	27.19	7	
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	1826.00	27.05	7	
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	1824.00	27.02	7	
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	1832.00	27.14	7	

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm2)	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2384.00	35.32	14	
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2390.00	35.41	14	
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2381.00	35.27	14	
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2379.00	35.24	14	
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2385.00	35.33	14	

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm2)	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2813.00	41.67	28	
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2816.00	41.72	28	
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2809.00	41.61	28	
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2805.00	41.56	28	
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2809.00	41.61	28	

**OBSERVACIONE:**  
1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CASO INGENIERÍA CIVIL  
*Mgr. Arnaldo Yana Torres*  
CIT: 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE:** BACH. RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO

**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA:** MARZO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 7.5% DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2214.00	32.800		7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2218.00	32.859		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2212.00	32.770	32.82	7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2220.00	32.889		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2213.00	32.785		7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2745.00	40.667		14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2741.00	40.607		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2749.00	40.726	40.64	14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2739.00	40.578		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2743.00	40.637		14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	3124.00	46.281		28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	3120.00	46.222		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	3118.00	46.193	46.25	28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	3126.00	46.311		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	3122.00	46.252		28

**OBSERVACIONE!**

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - C.A.V. (INGENIERÍA CIVIL)  
 Mgtr. Armando Yana Torres  
 CIP: 103267



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE:** BACH. RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO

**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA:** MARZO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 12.5% DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	1924.00	28.504	28.50	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	1928.00	28.583		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	1919.00	28.430		7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	1922.00	28.474		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	1927.00	28.548		7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2456.00	36.385	36.35	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2451.00	36.311		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2458.00	36.415		14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2453.00	36.341		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2449.00	36.281		14
Promedio De Esf. Rotura					2453.40			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2865.00	42.444	42.41	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2861.00	42.385		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2858.00	42.341		28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2863.00	42.415		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2866.00	42.459		28

**OBSERVACIONES:**

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA JULIACA

Ing. Armando Iana Torres  
CIP 103297

BIE: B006 - 00297643



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE:** BACH. RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** MARZO DEL 2024.

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 17.5% DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	1559.00	23.096	23.08	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	1554.00	23.022		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	1552.00	22.993		7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	1564.00	23.170		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	1560.00	23.111		7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2124.00	31.467	31.44	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2128.00	31.526		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2119.00	31.393		14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2122.00	31.437		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2117.00	31.363		14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2514.00	37.244	37.24	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2519.00	37.319		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2509.00	37.170		28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2508.00	37.156		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2517.00	37.289		28

**RESERVACIONES:**  
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL  
*Dr. Fernando Yane Torres*  
C.I. 103257

BIE: B006 - 00297643



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** BACH: RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO

**LUGAR** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA** MARZO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 7.5% DE FIBRA DE CAUCHO SINTETICO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	37598	15.01	176.95	212.48	210	23/03/2024	29/03/2024	7	101.18
2	BRIQUETA DE PRUEBA	37525	14.98	176.24	212.92	210	23/03/2024	29/03/2024	7	101.39
3	BRIQUETA DE PRUEBA	37536	14.98	176.24	212.98	210	23/03/2024	29/03/2024	7	101.42
4	BRIQUETA DE PRUEBA	37617	15.01	176.95	212.59	210	23/03/2024	29/03/2024	7	101.23
5	BRIQUETA DE PRUEBA	37581	14.98	176.24	213.23	210	23/03/2024	29/03/2024	7	101.54
Promedio De Esf. Rotura					212.84					101.35

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	42412	15.01	176.95	239.68	210	23/03/2024	5/04/2024	14	114.13
2	BRIQUETA DE PRUEBA	42317	14.98	176.24	240.11	210	23/03/2024	5/04/2024	14	114.34
3	BRIQUETA DE PRUEBA	42451	15.01	176.95	239.90	210	23/03/2024	5/04/2024	14	114.24
4	BRIQUETA DE PRUEBA	42365	15.01	176.95	239.42	210	23/03/2024	5/04/2024	14	114.01
5	BRIQUETA DE PRUEBA	42363	14.98	176.24	240.37	210	23/03/2024	5/04/2024	14	114.46
Promedio De Esf. Rotura					239.90					114.24

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	46725	14.98	176.24	265.12	210	23/03/2024	19/04/2024	28	126.25
2	BRIQUETA DE PRUEBA	46947	15.02	177.19	264.96	210	23/03/2024	19/04/2024	28	126.17
3	BRIQUETA DE PRUEBA	46939	15.02	177.19	264.91	210	23/03/2024	19/04/2024	28	126.15
4	BRIQUETA DE PRUEBA	46687	14.98	176.24	264.90	210	23/03/2024	19/04/2024	28	126.14
5	BRIQUETA DE PRUEBA	46937	15.01	176.95	265.26	210	23/03/2024	19/04/2024	28	126.31
Promedio De Esf. Rotura					265.03					126.20

**OBSEVACIONE!**  
 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



INVESTIGACIÓN NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ  
 FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnoldo Yana Torres  
 CIP: 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA** : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : BACH. RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO

**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA** : MARZO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 12.5% DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	32436	15.01	176.95	183.31	210	23/03/2024	29/03/2024	7	87.29
2	BRIQUETA DE PRUEBA	32485	14.98	176.24	184.32	210	23/03/2024	29/03/2024	7	87.77
3	BRIQUETA DE PRUEBA	32421	14.98	176.24	183.96	210	23/03/2024	29/03/2024	7	87.60
4	BRIQUETA DE PRUEBA	32537	15.01	176.95	183.88	210	23/03/2024	29/03/2024	7	87.56
5	BRIQUETA DE PRUEBA	32432	14.98	176.24	184.02	210	23/03/2024	29/03/2024	7	87.63
Promedio De Esf. Rotura					183.90					87.57

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	38523	15.01	176.95	208.40	210	23/03/2024	5/04/2024	14	98.29
2	BRIQUETA DE PRUEBA	38521	14.98	176.24	207.22	210	23/03/2024	5/04/2024	14	98.68
3	BRIQUETA DE PRUEBA	38478	15.01	176.95	206.15	210	23/03/2024	5/04/2024	14	98.17
4	BRIQUETA DE PRUEBA	38584	15.01	176.95	206.63	210	23/03/2024	5/04/2024	14	98.40
5	BRIQUETA DE PRUEBA	38451	14.98	176.24	206.82	210	23/03/2024	5/04/2024	14	98.49
Promedio De Esf. Rotura					206.65					98.40

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	40912	14.98	176.24	232.13	210	23/03/2024	19/04/2024	28	110.54
2	BRIQUETA DE PRUEBA	40998	15.02	177.19	231.38	210	23/03/2024	19/04/2024	28	110.18
3	BRIQUETA DE PRUEBA	41097	15.02	177.19	231.94	210	23/03/2024	19/04/2024	28	110.45
4	BRIQUETA DE PRUEBA	40965	14.98	176.24	232.09	210	23/03/2024	19/04/2024	28	110.52
5	BRIQUETA DE PRUEBA	40976	15.01	176.95	231.57	210	23/03/2024	19/04/2024	28	110.27
Promedio De Esf. Rotura					231.82					110.39

**OBSERVACIONES:**

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnoldo Tana Torres  
 CIP: 103257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE:** BACH: RUBEN EDWIN SUDASACA ADGO  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** MARZO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN CON LA INCORPORACIÓN DE 17.5% DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	30563	15.01	176.95	172.72	210	23/03/2024	29/03/2024	7	82.25
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30578	14.98	176.24	173.50	210	23/03/2024	29/03/2024	7	82.62
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30512	14.98	176.24	173.12	210	23/03/2024	29/03/2024	7	82.44
4	BRIQUETA DE PRUEBA	30524	15.01	176.95	173.07	210	23/03/2024	29/03/2024	7	82.41
5	BRIQUETA DE PRUEBA	30401	14.98	176.24	172.49	210	23/03/2024	29/03/2024	7	82.14
Promedio De Esf. Rotura					172.98					82.37

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	34412	15.01	176.95	194.47	210	23/03/2024	5/04/2024	14	92.61
2	BRIQUETA DE PRUEBA	34205	14.98	176.24	194.08	210	23/03/2024	5/04/2024	14	92.42
3	BRIQUETA DE PRUEBA	34426	15.01	176.95	194.55	210	23/03/2024	5/04/2024	14	92.64
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34263	15.01	176.95	193.63	210	23/03/2024	5/04/2024	14	92.21
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34265	14.98	176.24	194.42	210	23/03/2024	5/04/2024	14	92.58
Promedio De Esf. Rotura					194.23					92.49

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	38246	14.98	176.24	217.01	210	23/03/2024	19/04/2024	28	103.34
2	BRIQUETA DE PRUEBA	38364	15.02	177.19	216.52	210	23/03/2024	19/04/2024	28	103.10
3	BRIQUETA DE PRUEBA	38412	15.02	177.19	216.79	210	23/03/2024	19/04/2024	28	103.23
4	BRIQUETA DE PRUEBA	38314	14.98	176.24	217.39	210	23/03/2024	19/04/2024	28	103.52
5	BRIQUETA DE PRUEBA	38426	15.01	176.95	217.16	210	23/03/2024	19/04/2024	28	103.41
Promedio De Esf. Rotura					216.97					103.32

#### OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



INVESTIGACIÓN Y ESTADÍSTICA  
PÍCP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
Dr. Arnaldo Yana Torres  
CIP: 403257



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE:** BACH: RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** MARZO DEL 2024.

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	31564	15.01	176.95	178.38	210	23/03/2024	29/03/2024	7	84.94
2	BRIQUETA DE PRUEBA	31524	14.98	176.24	178.87	210	23/03/2024	29/03/2024	7	85.17
3	BRIQUETA DE PRUEBA	31441	14.98	176.24	178.40	210	23/03/2024	29/03/2024	7	84.95
4	BRIQUETA DE PRUEBA	31586	15.01	176.95	178.50	210	23/03/2024	29/03/2024	7	85.00
5	BRIQUETA DE PRUEBA	31508	14.98	176.24	178.78	210	23/03/2024	29/03/2024	7	85.13
Promedio De Esf. Rotura					178.58					85.04

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	35324	15.01	176.95	199.63	210	23/03/2024	5/04/2024	14	95.06
2	BRIQUETA DE PRUEBA	35331	14.98	176.24	200.47	210	23/03/2024	5/04/2024	14	95.46
3	BRIQUETA DE PRUEBA	35342	15.01	176.95	199.73	210	23/03/2024	5/04/2024	14	95.11
4	BRIQUETA DE PRUEBA	35424	15.01	176.95	200.19	210	23/03/2024	5/04/2024	14	95.33
5	BRIQUETA DE PRUEBA	35305	14.98	176.24	200.32	210	23/03/2024	5/04/2024	14	95.39
Promedio De Esf. Rotura					200.07					95.27

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	39671	14.98	176.24	225.09	210	23/03/2024	19/04/2024	28	107.19
2	BRIQUETA DE PRUEBA	39842	15.02	177.19	224.86	210	23/03/2024	19/04/2024	28	107.08
3	BRIQUETA DE PRUEBA	39938	15.02	177.19	225.40	210	23/03/2024	19/04/2024	28	107.33
4	BRIQUETA DE PRUEBA	39689	14.98	176.24	225.19	210	23/03/2024	19/04/2024	28	107.24
5	BRIQUETA DE PRUEBA	39863	15.01	176.95	225.28	210	23/03/2024	19/04/2024	28	107.28
Promedio De Esf. Rotura					225.17					107.22

**RESERVACIONE:**

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - O.P.P. INGENIERÍA CIVIL

Msc. Arnoldo Yana Torres  
CIP. 103257



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS  
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN  
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 21-08-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: RUBEN EDWIN SUCASACA ADCO

Dirección: COMUNIDAD ACARAPISCO SECTOR MACHACA ISLA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70253017

Teléfono: 930 526 377 email: rubenedwinsucasacaadco@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE CAUCHO SINTÉTICO Y ARCILLA CALCINADA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCRETO PATRÓN, FIBRAS DE CAUCHO, ARCILLA, CONSISTENCIA, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

1

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

21-08-2024

Fecha