



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES  
DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL  
CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN  
A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. EDSON JHON APAZA HUAMAN**

**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**

**INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES  
DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL  
CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN  
A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:


**Bach. EDSON JHON APAZA HUAMAN**

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE**

:

  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA


**PRIMER MIEMBRO**

:

  
Dr. RONALD MADERA TERÁN

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**ASESOR DE TESIS**

:

  
Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1860-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 23 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 15844 presentado por el (la) Bachiller: **EDSON JHON APAZA HUAMAN** 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. **EDSON JHON APAZA HUAMAN**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, 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. MILTHON QUISPE HUANCA
- \* **1er Miembro** : Dr. RONALD MADERA TERÁN
- \* **2do Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES

**ARTICULO SEGUNDO.** - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Dr. **EFRAIN PARILO SOSA**.

**ARTICULO TERCERO.** - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **EDSON JHON APAZA HUAMAN**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Jueves 26 de diciembre del 2024
- \* **HORA** : 17:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 406 - 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.



MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

cc.  
Archivo  
interesado (s)



EFRAIN PARILO SOSA  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1605-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 03 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 14011 por el señor (a): **EDSON JHON APAZA HUAMAN** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1398 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 288- 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 señor (a): **EDSON JHON APAZA HUAMAN**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, 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 **Dr. 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° 288- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, 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 merito 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 señor (a): **EDSON JHON APAZA HUAMAN**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** 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. EFRAIN PARILLO SOSA**.

**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 CS. PURAS  
**Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
**Dr. Efraín Parillo Sosa**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:  
Archivo  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1004-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 11 de setiembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 010819, presentado el señor (a) **EDSON JHON APAZA HUAMAN** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 921 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 273 -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 señor (a): **EDSON JHON APAZA HUAMAN** ha presentado su propuesta de investigación **Titulado: INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, 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 **Dr. 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° 273 -2024- aprobando la propuesta de investigación **titulado: INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**.

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 señor (a): **EDSON JHON APAZA HUAMAN**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** 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. EFRAIN PARILLO SOSA**.

**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.



INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
MILTON QUISEP HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"  
DIRECTOR  
Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



## INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

### INFORME DE ORIGINALIDAD

**21** %

INDICE DE SIMILITUD

**17** %

FUENTES DE INTERNET

**3** %

PUBLICACIONES

**13** %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez</b> Trabajo del estudiante	<b>10</b> %
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4</b> %
<b>3</b>	<b>repositorio.uancv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2</b> %
<b>4</b>	<b>mail.polodelconocimiento.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>5</b>	<b>apirepositorio.unh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>6</b>	<b>repositorio.unj.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>7</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %

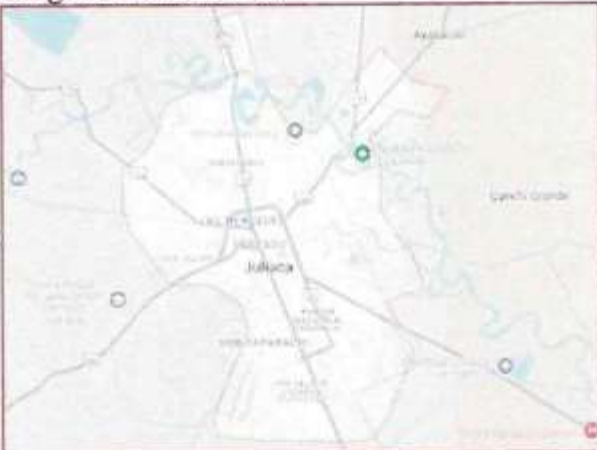


### Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
<b>INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	EDSON JHON APAZA HUAMAN
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71589371
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0004-7243-1149">https://orcid.org/0009-0004-7243-1149</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7567-039X">https://orcid.org/0000-0001-7567-039X</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	RONALD MADERA TERÁN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02429150
<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: Juliaca          Latitud: S 15° 29' 27"          Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/PAFvstH2rCu8SncP6">https://maps.app.goo.gl/PAFvstH2rCu8SncP6</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2024 - Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE	<p><b>Ingeniería Civil</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a>  <b>Ingeniería de Materiales</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00</a></p>
- Librería	


  
 Dr. Efraín Peñillo Spaa  
 DIRECTOR  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo EDSON JHON APAZA HUAMAN, identificado con DNI Nro. 71589371, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES  
EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE  
SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

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, texto, congreso, o similar) 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/o 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 20 de enero del 2025

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)

  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

A mis queridos padres, quienes en todo momento depositaron su confianza en mí, brindándome su apoyo incondicional y estando siempre a mi lado, sin importar las circunstancias, nunca permitiendo que me sintiera solo en este camino. Asimismo, a mis amistades más fieles, esas personas invaluable que permanecieron conmigo no solo en los momentos de alegría y éxito, sino también en aquellos de dificultad y adversidad, demostrando su lealtad y respaldo inquebrantable.



## AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a nuestro creador, fuente de fortaleza y guía en cada paso de este camino. Asimismo, dirijo un reconocimiento especial a los docentes de nuestra universidad, quienes, con admirable paciencia y dedicación, se esforzaron continuamente en impartirnos sus conocimientos y transmitirnos las enseñanzas necesarias para nuestra formación académica y personal.



## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	ii
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xiii

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

<b>1.1 Análisis de la situación problemática</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2 Planteamiento del problema</b> .....	<b>17</b>
1.2.1 Problema General.....	17
1.2.2 Problemas Específicos.....	17
<b>1.3 Objetivos de la investigación</b> .....	<b>18</b>
1.3.1 Objetivo general.....	18
1.3.2 Objetivos específicos.....	18
<b>1.4 Justificación de la investigación</b> .....	<b>19</b>
1.4.1 Justificación Técnica.....	19
1.4.2 Justificación económica.....	19
1.4.3 Justificación Social.....	19
1.4.4 Justificación ambiental.....	19
<b>1.5 Hipótesis de la investigación</b> .....	<b>20</b>
1.5.1 Hipótesis general.....	20
1.5.2 Hipótesis específicas.....	20
<b>1.6 Variables e indicadores</b> .....	<b>20</b>
1.6.1 Variable independiente.....	20
1.6.2 Variable dependiente.....	21



1.7 Operacionalización de variables ..... 21

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

**2.1 Antecedentes de la investigación ..... 22**

2.1.1 Antecedentes Internacionales..... 22

2.1.2 Antecedentes nacionales..... 24

2.1.3 Antecedentes locales..... 27

**2.2 Bases teóricas ..... 28**

2.2.1 Aditivo acelerante ..... 28

    2.2.1.1 *Características del aditivo acelerante*..... 29

    2.2.1.2 *Ventajas del uso del aditivo acelerante de fragua en el concreto* ..... 30

    2.2.1.3 *Principales beneficios de los acelerantes*..... 31

    2.2.1.4 *Clasificación de los acelerantes* ..... 32

    2.2.1.5 *Tipos de acelerantes*..... 33

2.2.2 Aditivo SikaCem acelerante PE ..... 33

    2.2.2.1 *Características del aditivo SikaCem* ..... 34

    2.2.2.2 *Dosificación del aditivo acelerante SikaCem*..... 35

2.2.3 Componentes del concreto..... 35

2.2.4 Propiedades del agregado..... 37

    2.2.4.1 *Peso unitario*..... 37

    2.2.4.2 *Peso específico*..... 38

    2.2.4.3 *Humedad* ..... 38

2.2.5 Tipos de concreto ..... 38

2.2.6 Concreto hidráulico..... 40

2.2.7 Propiedades del concreto ..... 47

    2.2.7.1 *Trabajabilidad*..... 47

    2.2.7.2 *Consistencia o fluidez* ..... 47

    2.2.7.3 *Homogeneidad*..... 47

    2.2.7.4 *Segregación*..... 48

    2.2.7.5 *Exudación* ..... 48

    2.2.7.6 *Cohesividad del concreto* ..... 48



2.2.7.7 <i>Curado del concreto</i> .....	49
2.2.8 Propiedades mecánicas del concreto .....	49
2.2.8.1 <i>Resistencia a la compresión</i> .....	49
2.2.8.2 <i>Resistencia a la flexión</i> .....	50
<b>2.3 Marco conceptual</b> .....	<b>51</b>
2.3.1 SikaCem.....	51
2.3.2 Acelerante de fragua .....	51
2.3.3 Agregado.....	52
2.3.4 Concreto.....	52
2.3.5 Concreto hidráulico.....	52
2.3.6 Comportamiento mecánico .....	53
2.3.7 Dosificación .....	53
2.3.8 Resistencia a la compresión .....	53
2.3.9 Resistencia a la flexión .....	54

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>3.1 Diseño de la investigación</b> .....	<b>55</b>
<b>3.2 Método de la Investigación</b> .....	<b>55</b>
<b>3.3 Nivel y tipo de la investigación</b> .....	<b>56</b>
3.3.1 Nivel de la investigación .....	56
3.3.2 Tipo de la investigación .....	56
<b>3.4 Población y Muestra</b> .....	<b>57</b>
3.4.1 Población.....	57
3.4.2 Muestra .....	57
<b>3.5 Técnicas e instrumentos de la investigación</b> .....	<b>58</b>
3.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	58
3.5.2 Instrumentos de recolección de datos.....	58
<b>3.6 Procedimiento para la recolección de datos</b> .....	<b>59</b>
3.6.1 Desarrollo del plan de investigación .....	59
<b>3.7 Procesamiento y análisis de datos</b> .....	<b>66</b>



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados obtenidos ..... 67

    4.1.1. *Resultados de un diseño de mezcla de un concreto hidráulico con la adición de acelerante de fragua*..... 71

    4.1.2. *Resultados de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico con la incorporación de aditivo acelerante de fragua* ..... 73

    4.1.3. *Resultados de la resistencia a la flexión del concreto hidráulico con la incorporación de aditivo acelerante de fragua* ..... 93

4.2. Discusión de resultados ..... 110

CONCLUSIONES ..... 112

RECOMENDACIONES ..... 113

REFERENCIAS ..... 114

ANEXOS..... 117



### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables.....	21
Tabla 2	Clasificación de acelerantes.....	32
Tabla 3	Numero de probetas a utilizar .....	57
Tabla 4	Granulometría del agregado grueso.....	67
Tabla 5	Granulometría del agregado fino.....	68
Tabla 6	Humedad de los agregados .....	69
Tabla 7	Peso específico y absorción.....	70
Tabla 8	Pesos unitarios .....	70
Tabla 9	Dosificación según diseño de mezcla.....	71
Tabla 10	Dosificación del CP + 1.4% AF .....	71
Tabla 11	Dosificación del CP + 2.8% AF .....	72
Tabla 12	Dosificación del CP + 4.2% AF .....	72
Tabla 13	Resistencia del CP .....	73
Tabla 14	Resistencia del CP .....	74
Tabla 15	Resistencia del CP .....	75
Tabla 16	Resistencia del CP .....	76
Tabla 17	Resistencia del CP + 1.4% AF .....	77
Tabla 18	Resistencia del CP + 1.4% AF .....	78
Tabla 19	Resistencia del CP + 1.4% AF .....	79
Tabla 20	Resistencia del CP + 1.4% AF .....	80
Tabla 21	Resistencia del CP + 2.8% AF .....	81
Tabla 22	Resistencia del CP + 2.8% AF .....	82
Tabla 23	Resistencia del CP + 2.8% AF .....	83
Tabla 24	Resistencia del CP + 2.8% AF .....	84
Tabla 25	Resistencia del CP + 4.2% AF .....	85
Tabla 26	Resistencia del CP + 4.2% AF .....	86
Tabla 27	Resistencia del CP + 4.2% AF .....	87
Tabla 28	Resistencia del CP + 4.2% AF .....	88
Tabla 29	Resistencias alcanzadas con AF.....	89
Tabla 30	Resistencias alcanzadas con AF.....	90
Tabla 31	Resistencias alcanzadas con AF.....	91
Tabla 32	Resistencias alcanzadas con AF.....	92
Tabla 33	Resistencia a la flexión del CP .....	93
Tabla 34	Resistencia a la flexión del CP .....	94



Tabla 35 Resistencia a la flexión del CP .....	95
Tabla 36 Resistencia a la flexión del CP .....	96
Tabla 37 Resistencia a la flexión del CP .....	97
Tabla 38 Resistencia a la flexión del CP + 1.4%.....	98
Tabla 39 Resistencia a la flexión del CP + 1.4% AF .....	99
Tabla 40 Resistencia a la flexión del CP + 1.4% AF .....	100
Tabla 41 Resistencia a la flexión de CP + 2.8% AF .....	101
Tabla 42 Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF .....	102
Tabla 43 Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF .....	103
Tabla 44 Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF .....	104
Tabla 45 Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF .....	105
Tabla 46 Resistencia a la flexión del CP + 4.2% AF .....	106
Tabla 47 Resistencia a la flexión del CP + 4.2% AF .....	107
Tabla 48 Resistencia a la flexión del CP + 4.2% AF .....	108
Tabla 49 Comparativo de las resistencias alcanzadas.....	109



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva granulométrica agregado fino y gruesos..... 37

Figura 2 Tipos de rotura del ensayo de resistencia a compresión..... 50

Figura 3 Aditivo SikaCem..... 60

Figura 4 Método de cuarteo tipo B..... 61

Figura 5 Equipo de esfuerzo a la compresión ..... 64

Figura 6 Resistencia a la flexión ..... 66

Figura 7 Granulometría del agregado grueso ..... 68

Figura 8 Granulometría del agregado fino..... 69

Figura 9 Resistencia del CP..... 73

Figura 10 Resistencia del CP..... 74

Figura 11 Resistencia del CP..... 75

Figura 12 Resistencia del CP..... 76

Figura 13 Resistencia del CP + 1.4% AF ..... 77

Figura 14 Resistencia del CP + 1.4% AF ..... 78

Figura 15 Resistencia del CP + 1.4% AF ..... 79

Figura 16 Resistencia del CP + 1.4% AF ..... 80

Figura 17 Resistencia del CP + 2.8% AF ..... 81

Figura 18 Resistencia del CP + 2.8% AF ..... 82

Figura 19 Resistencia del CP + 2.8% AF ..... 83

Figura 20 Resistencia del CP + 2.8% AF ..... 84

Figura 21 Resistencia del CP + 4.2% AF ..... 85

Figura 22 Resistencia del CP + 4.2% AF ..... 86

Figura 23 Resistencia del CP + 4.2% AF ..... 87

Figura 24 Resistencia del CP + 4.2% AF ..... 88

Figura 25 Resumen de las resistencias + % AF..... 89

Figura 26 Resumen de las resistencias + % AF..... 90

Figura 27 Resumen de las resistencias + % AF..... 91

Figura 28 Resumen de las resistencias + % AF..... 92

Figura 29 Resistencia a la flexión del CP..... 93

Figura 30 Resistencia a la flexión del CP..... 94

Figura 31 Resistencia a la flexión del CP..... 95

Figura 32 Resistencia a la flexión del CP..... 96

Figura 33 Variación de la resistencia del CP..... 97

Figura 34 Resistencia a la flexión del CP + 1.4% AF ..... 98



Figura 35 Resistencia a la flexión del CP + 1.4% AF .....	99
Figura 36 Resistencia a la flexión del CP + 1.4% AF .....	100
Figura 37 Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF .....	101
Figura 38 Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF .....	102
Figura 39 Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF .....	103
Figura 40 Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF .....	104
Figura 41 Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF .....	105
Figura 42 Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF .....	106
Figura 43 Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF .....	107
Figura 44 Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF .....	108
Figura 45 Comparativo de las resistencias alcanzadas.....	109



## RESUMEN

La presente investigación titulada "Incidencia del aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en el comportamiento mecánico del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román", el propósito de esta investigación es evaluar la incidencia del aditivo acelerante de fragua sobre el comportamiento mecánico del concreto hidráulico luego de los 28 días. La metodología tiene un diseño experimental, método cuantitativo, de nivel explicativo y de tipo aplicativo, así mismo la muestra que se tomó fue de 80 briquetas de concreto y las técnicas e instrumentos fueron las fichas técnicas, guías de observación. Los resultados alcanzados con respecto a las proporciones para un diseño de mezcla de un concreto hidráulico con adición de acelerante de fragua en diferentes dosificaciones, para un concreto patrón hidráulico fue de 1;0.55;2.58;2.02 lt/bls con 2.0% de contenido de aire, para el concreto hidráulico con acelerante de fragua se adiciona 5.09 kg, 10.18 kg. y 15.27 kg. para la inclusión de 1.4%, 2.8% y 4.2% para cada caso. Seguidamente, para un concreto patrón hidráulico a los 28 días alcanzó una resistencia de 218.75 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con la adición de acelerante de fragua (SikaCem) se obtienen resistencias de 225.37 kg/cm<sup>2</sup>, 234.29 kg/cm<sup>2</sup> y 229.19 kg/cm<sup>2</sup> logrado con la incorporación de 1.4%, 2.8% y 4.2% de acelerante de fragua. Finalmente, se concluye que para un concreto patrón hidráulico a los 28 días presenta una resistencia a flexión de 39.61 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con la adición de acelerante de fragua (SikaCem) se obtienen resistencias de 43.49 kg/cm<sup>2</sup>, 40.73 kg/cm<sup>2</sup> y 42.77 kg/cm<sup>2</sup> logrado con la incorporación de 1.4%, 2.8% y 4.2% de acelerante de fragua. Se concluye que a menor proporción de acelerante de fragua (SikaCem) la resistencia tiende a subir, mientras que a mayores proporciones la resistencia tiende a bajar.

**Palabras Clave:** Concreto hidráulico, Aditivo acelerante, Comportamiento Mecánico.



## ABSTRACT

The present research titled "Incidence of the setting accelerator additive in different dosages on the mechanical behavior of hydraulic concrete during its consolidation up to 28 days in the province of San Román", the purpose of this research is to evaluate the incidence of the setting accelerator additive on the mechanical behavior of hydraulic concrete after 28 days. The methodology has an experimental design, quantitative method, explanatory level and application type, likewise the sample that was taken was 80 concrete briquettes and the techniques and instruments were the technical sheets, observation guides. The results achieved with respect to the proportions for a mixture design of a hydraulic concrete with the addition of setting accelerator in different dosages, for a hydraulic standard concrete was 1;0.55;2.58;2.02 lt/bls with 2.0% content of air, for hydraulic concrete with setting accelerator, 5.09 kg, 10.18 kg are added. and 15.27 kg. for the inclusion of 1.4%, 2.8% and 4.2% for each case. Next, for a hydraulic pattern concrete at 28 days it reached a resistance of 218.75 kg/cm<sup>2</sup>, while with the addition of setting accelerator (SikaCem) resistances of 225.37 kg/cm<sup>2</sup>, 234.29 kg/cm<sup>2</sup> and 229.19 kg/cm<sup>2</sup> were obtained. achieved with the incorporation of 1.4%, 2.8% and 4.2% of forging accelerator. Finally, it is concluded that for a hydraulic pattern concrete at 28 days it has a flexural resistance of 39.61 kg/cm<sup>2</sup>, while with the addition of setting accelerator (SikaCem) resistances of 43.49 kg/cm<sup>2</sup>, 40.73 kg/cm<sup>2</sup> are obtained. and 42.77 kg/cm<sup>2</sup> achieved with the incorporation of 1.4%, 2.8% and 4.2% of forging accelerator. It is concluded that at a lower proportion of setting accelerator (SikaCem) the resistance tends to increase, while at higher proportions the resistance tends to decrease.

**Keywords:** Hydraulic Concrete, Accelerating Admixture, Mechanical Behavior.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el concreto se ha convertido en el material elegido para muchos proyectos de construcción modernos. Esto se debe a que el concreto ayuda a la sociedad a satisfacer sus necesidades al tiempo que la hace más resistente a los desastres naturales gracias a sus numerosas y útiles características, como su alta resistencia a la compresión. Las ventajas mencionadas de esta propiedad son importantes, pero también es crucial para que los procesos de construcción avancen. Por eso, para satisfacer las necesidades de la población, se han buscado formas de mejorarlo. Una de ellas es utilizar determinados productos químicos para fabricar concretos con una gran resistencia inicial. Esto acortará el tiempo que tarda en fraguar cada partida de concreto, lo que mejorará el rendimiento de la obra.

La determinación del tiempo de fraguado sirve como indicación del desarrollo térmico del concreto en las primeras edades. Un estudio multinacional sobre este tema sugiere que, para que el hormigón alcance una resistencia a medio y largo plazo, es preferible un periodo de fraguado prolongado. Para obtener una mayor resistencia del hormigón a corto plazo.

La aplicación de tecnologías del concreto tiene una larga historia de uso, con aditivos que sirven para alterar el comportamiento físico y mecánico del material y mejorar sus propiedades para usos específicos en proyectos de construcción. Los acelerantes de fraguado, por su parte, acortan el tiempo que tarda la mezcla en evolucionar y transformarse de un estado plástico a uno rígido, y así sucesivamente.

En la región de Puno, el sector de la construcción sigue basándose en básicos. El uso de aditivos no es conocido debido a la falta de comprensión sobre los resultados específicos que se pueden conseguir con estas tecnologías. Además, existe un conocimiento limitado sobre cómo pueden variar los resultados cuando se utilizan aditivos de diferentes fabricantes. En la provincia de San Román, las temperaturas ambiente son



bajas por la tarde y por la mañana, lo que crea un clima frío. Esto puede afectar negativamente a la producción de concreto en la obra, repercutiendo en sus propiedades. Como consecuencia, se requieren tiempos de espera más largos para el fraguado y endurecimiento del concreto, ya que no se alcanza la temperatura adecuada. Esta restricción también limita las horas disponibles para trabajar con hormigón nuevo. La falta de datos sobre el impacto de los aditivos del hormigón, concretamente los acelerantes de fragua, sobre las características mecánicas del hormigón hidráulico producido a partir de materiales comercialmente accesibles en la provincia de San Román restringe su aplicación en las actividades de construcción dentro de la región. La falta de información precisa sobre cómo estos aditivos pueden disminuir el tiempo requerido para el desencofrado y las resistencias específicas que se pueden alcanzar en un período de 28 días sigue siendo desconocida.

Para el presente proyecto de investigación consta de cuatro capítulos:

**En el capítulo I:** se realizó el planteamiento del problema, en donde se realiza la problemática sobre el tema, seguidamente por la formulación del problema, los objetivos general y específicos, las justificaciones y las hipótesis de la investigación.

**En el capítulo II:** se realiza el marco teórico, en el cual se describen los antecedentes de la investigación, seguido por las bases teóricas con relación al tema de investigación y finalmente concluimos con el marco conceptual en relación de las variables.

**En el capítulo III:** se expone la metodología de la investigación, en el cual se mencionan el diseño, método, el nivel y tipo de la investigación, asimismo la población y muestra del estudio.

**En el capítulo IV:** se mostrarán los resultados de los objetivos planteados en la investigación, los resultados se presentan en tablas y gráficos. Por último, se realizó el debate de los resultados en el cual se muestra comparaciones con los resultados obtenidos.



Al finalizar el documento, se incluyen las conclusiones obtenidas a lo largo del estudio junto con las recomendaciones planteadas para futuras investigaciones o aplicaciones prácticas. A continuación, se presentan las referencias bibliográficas utilizadas como base para el desarrollo del trabajo, seguidas del anexo que complementa la información presentada.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática

En el contexto internacional el hormigón es el material más utilizado en todo el mundo debido a su trabajabilidad, solidez y resistencia a los efectos acústicos y térmicos. En los ámbitos de la construcción de carreteras, obras hidráulicas y edificios, la utilización de materiales adecuados y el cumplimiento de los métodos y requisitos técnicos establecidos garantizarán que el proyecto alcance una vida útil satisfactoria.

Los aditivos para concreto en Ecuador se rigen por la NTE INEN, que establece las especificaciones técnicas para la producción de aditivos para concreto en ingeniería civil. También establece especificaciones sobre cómo deben manejarse, almacenarse y etiquetarse estos aditivos. Para conseguir un fraguado más rápido, los aditivos acelerantes se añaden frecuentemente a la mezcla de hormigón directamente o en el agua de amasado. El Comité 212 del ACI (2010) establece que «los aditivos pueden incluirse en la mezcla de hormigón en el camión hormigonera, en la instalación de mezcla o en la obra». Los productos químicos acelerantes son ventajosos en situaciones que requieren una resistencia inicial rápida, como las reparaciones urgentes o las tareas de construcción de carreteras.



La temperatura anual típica en Cusco es de 11°C, lo que hace que el uso de aditivos acelerantes sea estándar en la preparación del concreto, siendo Sika3, Sika5, Chema5 y Chema Struct los aditivos más utilizados. La aplicación de aditivos acelerantes en la preparación del concreto en regiones altoandinas facilita la extensión del horario de trabajo, ya que el concreto sólo puede ser vaciado sin estos aditivos hasta las 3 a 5 PM. En contraste, la incorporación de aditivos acelerantes permite el vaciado hasta las 20:00 horas, mitigando el riesgo de congelamiento, dado que dichos aditivos permiten un tiempo de fraguado de tres a cuatro horas. (p.29-30).

El presente estudio se centrará en un tema que no ha sido explorado previamente en la investigación existente. Examinará el uso del aditivo acelerante de fragua en el concreto. Se sabe que el aditivo acelerante de fragua presenta propiedades diferentes a las del concreto normal en términos de resistencia. El objetivo es comparar su comportamiento con el concreto hidráulico, analizando las propiedades. Este estudio se realiza para determinar la opción para los proyectos de construcción en la provincia de San Román, en particular los realizados por instituciones públicas.

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 *Problema General*

¿De qué manera incide el aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en el comportamiento mecánico del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román?

### 1.2.2 *Problemas Específicos*

1. ¿Cuáles son las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto hidráulico con adición de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la provincia de San Román?



2. ¿De qué manera influye la incorporación de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román?
3. ¿Cuál es el efecto de la aplicación de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar la incidencia del aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en el comportamiento mecánico del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Establecer las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto hidráulico con adición de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la provincia de San Román.
2. Determinar la influencia de la incorporación de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román.
3. Determinar el efecto de la aplicación de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román.



## **1.4 Justificación de la investigación**

### **1.4.1 Justificación Técnica**

El uso de aditivos acelerantes de fragua en el concreto hidráulico responde a la necesidad de optimizar las propiedades mecánicas y operativas del material. Este proyecto busca generar información técnica confiable sobre el efecto de diferentes dosificaciones del aditivo, lo que contribuirá al diseño de mezclas de concreto más eficientes y adaptadas a las exigencias específicas de proyectos constructivos.

### **1.4.2 Justificación económica**

El uso de aditivos acelerantes de fragua puede representar una ventaja económica significativa en proyectos de construcción, especialmente en aquellos donde el tiempo de ejecución es un factor crítico. La aceleración en el proceso de fraguado permite una mayor rapidez en la colocación de nuevas capas, reduciendo los tiempos de espera entre las etapas de construcción. Esto no solo acelera el progreso de la obra, sino que también reduce los costos laborales y de maquinaria asociados con el tiempo de espera.

### **1.4.3 Justificación Social**

Este estudio tiene el objetivo proporcionar una referencia o manual para las instituciones públicas y privadas interesadas en desarrollar especificaciones técnicas con aditivos para las construcciones. Con esta iniciativa se pretende abordar una problemática específica y beneficiar a la población de la ciudad mejorando la seguridad y calidad de las estructuras modernas de gran altura.

### **1.4.4 Justificación ambiental**

La incorporación de aditivos aceleradores del fraguado en el hormigón puede mejorar la sostenibilidad medioambiental de las obras de construcción. En primer lugar, la reducción de los tiempos de fraguado y el ciclo de curado pueden minimizar el consumo

de agua, un recurso crucial en la producción del concreto. Además, la optimización de las dosificaciones de los aditivos puede llevar a una reducción en el uso de materiales y productos químicos innecesarios, lo cual es beneficioso para la conservación de los recursos naturales.

## 1.5 Hipótesis de la investigación

### 1.5.1 *Hipótesis general*

La incidencia del aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones mejorará el comportamiento mecánico del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román.

### 1.5.2 *Hipótesis específicas*

1. Las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto hidráulico con adición de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la provincia de San Román, estarán de acuerdo a los lineamientos del ACI 211.1.
2. La influencia de la incorporación de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones mejorará la resistencia a la compresión del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román.
3. El efecto de la aplicación de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones incrementará la resistencia a la flexión del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román.

## 1.6 Variables e indicadores

### 1.6.1 *Variable independiente*

Aditivo acelerante de fragua

#### **Indicadores:**

- Proporción de AF en 1.4%, 2.8% y 4.2%

### 1.6.2 Variable dependiente

Propiedades del concreto hidráulico

#### Indicadores:

- Asentamiento.
- 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>Aditivo acelerante de fragua</b>	En las mezclas de hormigón o mortero, un acelerador de fraguado es una adición que acorta el periodo de fraguado inicial y acelera el desarrollo de la resistencia, especialmente en climas fríos es necesaria una rápida puesta en servicio de la estructura. Castro & Puertas (2020).	Proporciones	1.4% AF	Fichas técnicas y fichas de toma de datos
			2.8% AF	
			4.2% AF	
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
<b>Propiedades del concreto hidráulico</b>	Cemento, áridos (arena y grava), agua y, a veces, aditivos componen el hormigón hidráulico, un material compuesto conocido por su gran resistencia a la compresión, durabilidad y flexibilidad.	Diseño de mezclas	Proporciones	Equipos de laboratorio, guías de laboratorio
		Resistencia a la compresión	Esfuerzo a la rotura	
		Resistencia a la flexión	Esfuerzo a la flexión	

Nota: Elaboración del tesista.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

Según Mora et al. (2023), en su proyecto "Evaluación de las propiedades mecánicas de hormigones de  $f'c=21\text{MPa}$ , aplicando aditivos retardantes y acelerantes". Este estudio enfatiza la importancia de utilizar concreto con atributos distintos que se alineen con las demandas de los proyectos de construcción. Estos atributos incluyen factores como la resistencia, las fisuras inducidas por cargas, la permeabilidad y la porosidad, todos los cuales tienen un impacto en la durabilidad en el hormigón. La relación agua/cemento del hormigón es importante ya que impacta en la resistencia y, en consecuencia, en la vida útil. Los aditivos son pequeñas cantidades de compuestos que se agregan al concreto en relación con el peso del cemento. Se utilizan para mejorar atributos específicos, como resistencia, trabajabilidad. La norma ASTM C494 clasifica estos aditivos en muchos tipos, incluidos reductores de agua, retardadores, aceleradores y otros. El estudio se centró en determinar la dosis más eficaz para varios diseños de hormigón. Se realizó una comparación entre dos tipos de concreto de 21MPa, con variaciones en la relación agua/cemento, composición de agregados y aditivos. Los ingredientes aceleradores y retardantes se añadieron a la mezcla mientras aún estaba



fresca. Los resultados adquiridos son relevantes en la industria ya que ambos aditivos utilizados en el estudio mejoraron las características de trabajabilidad.

Además, Carvajal y Cortés (2019), en su proyecto "Evaluación del uso de aditivos sobre la mezcla convencional de concreto para el aumento de su resistencia". El objetivo de esta investigación es evaluar la efectividad de los aditivos para mejorar la durabilidad de la mezcla de hormigón tradicional. En concreto, el estudio se centra en el uso de aditivos aceleradores (SikaSet NC) para obtener una mayor resistencia. Se realizaron un total de 29 pruebas utilizando acelerantes (Sika ViscoCrete 10 HE). El primer paso consistió en caracterizar las materias primas utilizadas en un mortero, incluyendo cemento, agua y arena. Luego se determinaron las propiedades del cemento, incluyendo finura, análisis químicos y consistencia. Se realiza un examen físico-químico del agua para identificar parámetros como pH, temperatura, sólidos disueltos. Además, se evaluaron los atributos organolépticos, incluidos el tono, el olor y las partículas en suspensión. La caracterización de agregados indica la realización de pruebas como mediciones de absorbancia, granulometría y densidad. Para analizar los aditivos se realizan pruebas como análisis de color cualitativo, medición de viscosidad, determinación de densidad y evaluación del porcentaje de sólidos. Después de realizar la caracterización del material, se determina la dosis de aditivos que se incluirán en la mezcla. Para cada aditivo se eligen tres valores de dosificación (1%, 1,25% y 1,5% del peso del cemento). Esto se realiza para establecer la dosificación óptima y preparar las mezclas con aditivos para su análisis en ensayos de desempeño de los morteros. Los ensayos de comportamiento del mortero consisten en la realización de ensayos de resistencia y de absorción, los cuales se realizan tanto a los 14 como a los 28 días. Tras la evaluación de los resultados, se determina que el aditivo tiene el mejor rendimiento en morteros de cemento. Cuando se utiliza en una dosis del 1,5%, produce un aumento de la resistencia de aproximadamente un 15,8% en comparación con la mezcla sin ningún aditivo. La introducción de una adición a la mezcla de mortero incrementa el coste del producto, un tubo de acero recubierto con mortero.

Finalmente, Cortez (2016), en su proyecto "Efecto de los aditivos acelerantes en la elaboración de hormigones". Dada la competencia actual del mercado y la necesidad de cemento de alta calidad en la construcción, es crucial evaluar la resistencia del hormigón 28 días después de su preparación. Esta evaluación debe incluir tanto el cemento comúnmente disponible en el mercado como el uso de aditivos acelerantes. Estos aditivos pueden mejorar en gran medida la eficacia y la rentabilidad de su uso. Sin embargo, debido a la falta de información suficiente en el mercado actual, es fundamental recopilar datos sobre la dosis óptima y los costos de estos aditivos. Los datos sobre el cemento se recogieron del DTC. El departamento técnico de la distribuidora en Tarija brinda información sobre el aditivo acelerador Sika 3. También realizan pruebas a áridos, incluyendo granulometría, peso específico, peso unitario y desgaste de los Ángeles para grava. Las pruebas también cubren granulometrías: tamiz No. 200, peso específico y pesos unitarios para arenas. Se agregaron diferentes dosis de un aditivo al concreto tipo A con una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. El aditivo se añadió en 16 Kg/m<sup>3</sup>, 32 Kg/m<sup>3</sup>, 58 Kg/m<sup>3</sup> y 85 Kg/m<sup>3</sup> para diversos tiempos de rotura. Estos tiempos de rotura incluyeron 1 hora, 2 horas, 3 horas, 4 horas, 5 horas, 6 horas, 7 horas, 8 horas, 9 horas, 10 horas, 1 d, 3 d, 7 d, 14 d, 21 d y 28 d. Durante las pruebas se regularon los tiempos de fraguado y consistencias, que impactan directamente en la trabajabilidad y docilidad del concreto.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Según López (2020), en su proyecto "Efecto de la incorporación de aditivos acelerantes de fragua, sobre la resistencia a la comprensión del concreto, aplicables a obras hidráulicas en altitudes 2600 a 3500 M.S.N.M, Áncash". Este estudio tuvo como objetivo examinar el efecto de la inclusión de aditivos aceleradores de fraguado sobre la resistencia del concreto utilizado en edificaciones hidráulicas situadas a elevaciones que oscilan entre los 2600 y 3500 msnm en Ancash. La investigación se realizó en el Laboratorio de RMMS de la Facultad de Ingeniería Civil de la USAM. Los agregados fueron



recolectados de la Cantera Orión, en las cantidades adecuadas para cumplir con los criterios ASTM y NTP. Además, la investigación utilizó químicos aceleradores de fraguado de las marcas Sika 3 y Chema 3. El desarrollo del diseño de la mezcla fue facilitado por la implementación del Método 211 del Comité ACI. Se concluyó que el concreto que contiene el aditivo Sika 3 exhibe un tiempo de fraguado superior en comparación con Chema 3. Los hallazgos específicos se presentan. Los resultados indican que el concreto con la adición de Sika 3 resultó en una resistencia de 262,40 kg/cm<sup>3</sup>, que es mayor que la resistencia del concreto sin el aditivo (253,58 kg/cm<sup>3</sup>). El tratamiento que incluyó el uso del aditivo Chema 3 exhibió una menor resistencia de (257,26 kg/cm<sup>3</sup>) en comparación con el tratamiento que utilizó el aditivo Sika 3. Se ha descubierto que ambos aditivos afectan el tiempo de fraguado. El hallazgo más significativo es que el aditivo Sika 3 demostró una resistencia superior en comparación con el aditivo Chema 3.

Además, Vértiz (2021), en su proyecto "Influencia del aditivo Sikacem acelerante en el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de concretos con alta resistencia inicial". La investigación se realizó en el laboratorio de QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C. Se utilizaron agregados de la cantera Quebrada El León para examinar los efectos del aditivo sobre el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto. Para el marco experimental se empleó un diseño cuasi-experimental. El enfoque muestral aplicado fue no probabilístico, utilizando la técnica de observación con una guía de observación como instrumento de recogida de datos. El problema surge de la necesidad de reducir el tiempo de fraguado para conseguir altas resistencias iniciales en el hormigón. Esto optimizará los procesos de construcción al minimizar el tiempo entre lotes y mejorar el rendimiento. Para ello, se diseñaron cuatro tipos de hormigón, cada uno con un porcentaje diferente del aditivo Sikacem Accelerant: 0%, 1%, 1,5% y 2%. Se preparó un total de 80 especímenes para diversas pruebas. Entre ellas, 12 especímenes de 6 "x6" se utilizaron para la prueba de tiempo de fraguado, mientras que los 68 especímenes restantes de 4 "x8" se utilizaron



para las pruebas de resistencia. De éstas, 60 se utilizaron para las pruebas de rotura de la probeta y 8 para las pruebas de historial de temperatura.

Asimismo Villar (2021), en su proyecto "Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo Sikacem acelerante PE utilizando Cementos WP - Wang Peng y patrón, Cajamarca". El propósito de este estudio es explorar los efectos que produce la adición de aditivos aceleradores SIKA CEM al concreto. En la ciudad de Cajamarca, el laboratorio de Kaolyn Ingenieros S.A.C. Fue el lugar donde se llevaron a cabo los experimentos antes mencionados. Los agregados fueron elegidos para el diseño de la mezcla de acuerdo con los estándares establecidos por la NTP y la ASTM, garantizando así que fueran aptos para la fabricación de concreto. En este proyecto se utilizaron las variedades Patrón y WPWANG PENG de cemento Portland tipo I. Según los resultados del experimento, el cemento Patrón, cuando se combina con una adición en una concentración del 1,5%, mostró una resistencia (resistencia  $f'c$ ) de 298,00 kg/cm<sup>3</sup>. Además se logró una resistencia de 228,00 kg/cm<sup>3</sup> con la aplicación de un aditivo en una concentración del 2,5%. Con la adición de un 4% de aditivo, la resistencia del material se midió en 195,25 kg/cm<sup>3</sup>. Después de 28 días, el cemento modelo que no contenía aditivos tuvo una resistencia de 241,00 kg/cm<sup>3</sup>, que fue el valor más alto. La utilización del cemento WP-WANG PENG, junto con la incorporación de un 1,5% de aditivo acelerador, condujo a la producción de una densidad de 284,25 kg/cm<sup>3</sup>. Cuando la muestra se trató con 2,5%, la densidad fue de 236,5 kg/cm<sup>3</sup>, y cuando la muestra se trató con 4%, la densidad fue de 201 kg/cm<sup>3</sup>. Sin ningún aditivo, la densidad del cemento WP-WANG PENG fue de 211,75 kg/cm<sup>3</sup> después de 28 días. Esto contrasta con la densidad de otros cementos. Luego de un período de 28 días, el aditivo presenta una densidad de 75 kg/cm<sup>3</sup> cuando se utiliza en la proporción adecuada y bajo el seguimiento y control de una estricta autoridad. Debido al hecho de que se puede utilizar de manera eficiente en una variedad de elementos estructurales, incluidas losas, cimientos y columnas, esto demuestra el importante valor y apoyo que brinda a la industria de la construcción.

Finalmente, Arenas (2022), en su proyecto "Análisis de la influencia de acelerantes de fragua y resistencia en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico". Para el propósito de este estudio, el objetivo fue explorar la influencia que los aceleradores de fraguado SikaCem y Chema 3 tienen sobre las características mecánicas de compresión del concreto ordinario con una resistencia de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Como parte del proceso para lograr este objetivo, se evaluaron las resistencias de 108 probetas de concreto mediante las pruebas NTP 339,034 y ASTM C496 después de siete y veintiocho días, respectivamente. Se utilizó un diseño de mezcla convencional en la construcción de las muestras de concreto y se incluyeron aditivos en la mezcla en cantidades variadas (1%, 2%, 3% y 4% del peso total de cemento de la mezcla). Utilizando recursos que están disponibles para uso público en el área de Azángaro, se construyeron los núcleos de concreto. Como parte del proceso constructivo, los áridos se obtuvieron del río Azángaro y se utilizó cemento IP tipo Frontera. Con base en los hallazgos, se puede concluir que la incorporación de SikaCem a la edad de siete días condujo a un aumento máximo de 27,04% en la resistencia y 30,15% en la resistencia traccionante. A los 28 días, el aumento en la resistencia fue del 17,84% y el aumento en la resistencia a la tracción fue del 25,12%. Ambos aumentos se lograron con la adición de un 3% de SikaCem. De manera similar, la incorporación de Chema 3 después de siete días resultó en un aumento máximo del 34,92% en la resistencia a la compresión y del 35,36% en la resistencia a la tracción. Al cumplir los 28 días de edad, la resistencia aumentó un 18,10%, mientras que la resistencia a la tracción aumentó un 26,42%. Esto se consiguió con la incorporación del 4% de Chema 3.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

Según, Calloapaza (2021) en su proyecto "Estudio comparativo del esfuerzo a compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con aditivos Chema 3 y Sikacem acelerante PE, Juliaca". El objetivo del estudio fue investigar el comportamiento del concreto bajo una



tensión de 210 kg/cm<sup>2</sup> al utilizar los aditivos acelerantes Chema 3 y SikaCem. El estudio utilizó agregados de la cantera Isla y cemento Portland. Los parámetros de los agregados fueron examinados para determinar su idoneidad para el diseño de mezclas, siguiendo el enfoque ACI 211. Las dosificaciones de Chema 3 y SikaCem se determinaron en base a las especificaciones proporcionadas en la ficha técnica. Se utilizó una incorporación del 2% del peso del cemento para ambos aditivos. Se prepararon un total de 36 especímenes para ser probados a las edades de 7, 14, 21 y 28 días. Se observó que el hormigón con el aditivo Chema 3 presentaba una mayor resistencia con la del hormigón que contenía SikaCem Accelerating PE y el hormigón sin aditivos.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Aditivo acelerante

Son componentes clave en la industria de la construcción, diseñados para reducir el tiempo para que el concreto llegue a su resistencia final. Según (Mehta & Monteiro, 2014), estos aditivos contienen compuestos químicos que aceleran el proceso de hidratación, lo que resulta en un fraguado más rápido y una mayor resistencia temprana del concreto.

La adición de un aditivo al concreto puede ser beneficiosa en diversas situaciones, como en climas fríos donde se necesita acelerar el fraguado para evitar retrasos en la construcción debido a las bajas temperaturas. Además, en proyectos que requieren un rápido desencofrado o manipulación de las estructuras de concreto, el uso de aditivos acelerantes puede permitir tiempos de ciclo más cortos y con eficiencia en la construcción.

Los aditivos acelerantes de fragua suelen estar compuestos por sales de cloruro de calcio, nitrito de sodio, entre otros compuestos químicos. Estos ingredientes aceleran el proceso de hidratación al promover la formación temprana de compuestos cristalinos que aumentan la resistencia del concreto.

La utilización del aditivo acelerante de fragua puede tener una serie de beneficios en la construcción, incluyendo la reducción de los costos asociados con los tiempos de espera y la aceleración del programa de construcción. Sin embargo, es importante tener en cuenta que su uso debe ser controlada.

En resumen, el uso de aditivos acelerantes es esencial en la construcción, ya que facilitan el fraguado rápido del hormigón y aumentan la eficacia de la ejecución de los proyectos de edificación.

### 2.2.1.1 Características del aditivo acelerante

Los aditivos acelerantes en el concreto poseen características específicas que los hacen fundamentales en la industria de la construcción. Autores contemporáneos como (Neville & Brooks, 2010) han destacado las siguientes características clave:

**1. Aceleración del fraguado:** El principal atributo de los aditivos acelerantes es su capacidad para acortar el tiempo de fraguado del concreto. Esto permite una rápida ganancia de resistencia mecánica y una mayor durabilidad del concreto.

#### **Características de la aceleración del fraguado:**

- **Objetivo:** Acortar el tiempo de fraguado del hormigón.
- **Beneficios:** Mayor rapidez en la construcción, resistencias iniciales más tempranas, desencofrados rápidos.
- **Mecanismo de acción:** acelerar la velocidad de hidratación y reacciones químicas del concreto.
- **Control de tiempo:** Permite ajustar el tiempo de fraguado según las necesidades del proyecto.

**2. Compatibilidad de los aditivos:** Estos aditivos suelen ser compatibles con otros aditivos en la industria del hormigón, como plastificantes, retardadores y fibras. Esta compatibilidad permite la creación de mezclas de hormigón a medida que satisfacen los requisitos específicos de cada proyecto.

3. **Mejora de las propiedades mecánicas:** Al acelerar el proceso de fraguado, los aditivos acelerantes también pueden contribuir a una rápida ganancia de resistencia mecánica en el concreto. Esto resulta en una mayor durabilidad de las estructuras, lo que es beneficioso en aplicaciones donde se quiere alta resistencia inicial.
4. **Reducción del tiempo de curado:** La aceleración del fraguado del concreto mediante aditivos acelerantes puede reducir significativamente el tiempo de curado necesario antes de que la estructura pueda someterse a cargas o tráfico. Esto permite acelerar el programa de construcción y minimizar los tiempos de espera en el sitio.

#### 2.2.1.2 Ventajas del uso del aditivo acelerante de fragua en el concreto

Los aditivos acelerantes de fragua en concreto ofrecen una serie de ventajas significativas en la industria de la construcción contemporánea. Autores como (Mehta & Monteiro, 2014), destacan algunas de estas ventajas:

- **Reducción de tiempos:** El principal beneficio de estos aditivos es su capacidad para acelerar el fraguado del concreto. Esto permite acortar los tiempos de espera en el sitio de construcción y acelerar el ritmo de trabajo.
- **Mayor rapidez en la puesta en servicio:** Al acelerar el fraguado del concreto, estos aditivos permiten una rápida ganancia de resistencia mecánica. Esto significa que las estructuras pueden ponerse en servicio más rápidamente, esto es especialmente ventajoso en estos proyectos.
- **Mejora de la durabilidad:** La rápida ganancia de resistencia mecánica también contribuye a una mayor durabilidad del concreto. Las estructuras construidas con concreto tratado con aditivos acelerantes tienden a ser más resistentes a la intemperie, la abrasión y otros factores ambientales.
- **Reducción de costos:** acortar los tiempos de fraguado y la aceleración del ritmo de trabajo pueden conducir a una reducción significativa de los costos en un proyecto de construcción. Menos tiempo de espera significa menos horas hombre y menos equipo



en el sitio, lo que puede traducirse en ahorros significativos en términos de mano de obra y costos operativos.

### 2.2.1.3 Principales beneficios de los acelerantes

Los acelerantes son aditivos ampliamente utilizados en la construcción debido a sus diversos beneficios. Según (Mindess, 2014), los principales beneficios de los acelerantes incluyen:

- **Aceleración del fraguado:** El beneficio más notable de los acelerantes es su capacidad para acelerar el proceso de fraguado del concreto. Esto permite una rápida ganancia de resistencia mecánica, lo que a su vez reduce los tiempos de espera en el sitio de construcción y permite una mayor productividad en la ejecución de proyectos.
- **Reducción del tiempo de construcción:** Al acelerar el fraguado del concreto, los acelerantes contribuyen a una reducción significativa en los tiempos de construcción. Esto se traduce en una mayor eficiencia y economía en el desarrollo de proyectos, ya que se pueden cumplir los plazos de entrega de manera más rápida y efectiva.
- **Mejora de la durabilidad:** La rápida ganancia de resistencia mecánica facilitada por los acelerantes no solo permite una puesta en servicio más rápida de las estructuras, sino que también contribuye a una mayor durabilidad del concreto. Las estructuras construidas con concreto tratado con acelerantes tienden a ser más resistentes a la intemperie, la abrasión y otros factores ambientales.
- **Optimización de recursos:** Al reducir los tiempos de construcción y mejorar la durabilidad del concreto, los acelerantes también contribuyen a una optimización de recursos en el sitio de construcción. Menos tiempo de espera significa menos horas hombre y menos equipo en el sitio, lo que puede traducirse en ahorros significativos en términos de mano de obra y costos operativos.

#### 2.2.1.4 Clasificación de los acelerantes

Los acelerantes son aditivos fundamentales en la producción de concreto, que se usan para acelerar el proceso de fraguado. Según (Neville & Brooks, 2010), los acelerantes se clasifican principalmente en dos categorías:

**1. Acelerantes de fragua con cloruro:** Esta categoría incluye acelerantes que contienen cloruros, como cloruro de calcio y cloruro de sodio. Estas sustancias pueden acelerar el tiempo de fraguado del hormigón, lo que hace que obtenga resistencia mecánica más rápidamente. Sin embargo, su uso puede estar limitado debido a la corrosión que pueden causar en el refuerzo de acero incorporado en el concreto.

- Son más eficientes en general.
- Pueden corroer el acero de refuerzo en ciertas circunstancias.
- Se imponen límites para controlar la cantidad de cloruro en el concreto.

**2. Acelerantes de fragua sin cloruro:** Esta categoría abarca acelerantes que no contienen cloruros, como el nitrato de calcio y el formiato de sodio. Estos acelerantes ofrecen una alternativa a los acelerantes clorurados y son preferidos en aplicaciones donde se requiere una aceleración del fraguado sin el riesgo de corrosión del acero. Además, los acelerantes no clorurados suelen ser más compatibles con el concreto de alto rendimiento y pueden utilizarse en una variedad de condiciones de fraguado.

- No son corrosivos, lo que es beneficioso para las estructuras.
- Adecuados para todo tipo de cemento, incluso para el concreto pretensado.
- Ideal para el uso en ambientes húmedos y durante el invierno.

#### Tabla 2

*Clasificación de acelerantes.*

Tipo de acelerante	Características	Ventajas	Ejemplos de uso
--------------------	-----------------	----------	-----------------

<b>Acelerante con cloruro</b>	Mayor eficiencia, corrosivo en ciertas condiciones.	Eficiencia en la aceleración, limitaciones por corrosión.	Estructuras no expuestas al acero.
<b>Acelerante sin cloruro</b>	No corrosivo, versátil, ideal para ambientes húmedos.	Seguro para estructuras, apto para todo tipo de cemento.	Concreto pretensado, Ambientes fríos.

*Nota:* Elaboración del tesista.

### 2.2.1.5 Tipos de acelerantes

Los aditivos acelerantes son fundamentales en la producción de concreto, ya que permiten acelerar el proceso de fraguado y endurecimiento. Según la NTP 334.088, los principales tipos de aditivos acelerantes son:

- ❖ **Tipo A:** Aditivos reductores de agua
- ❖ **Tipo B:** Aditivo retardante.
- ❖ **Tipo C:** Aditivo acelerante.
- ❖ **Tipo D:** Aditivo reductores de agua y retardante.
- ❖ **Tipo E:** Aditivo reductores de agua y acelerante.
- ❖ **Tipo F:** Aditivo reductores de agua de alto rango.
- ❖ **Tipo G:** Aditivo reductores de agua de alto rango y retardante.
- ❖ **Tipo S:** Aditivo de desempeño específico.

Estos tipos de acelerantes para el concreto tienen diferentes aplicaciones y beneficios, como acelerar el fraguado, mejorar la resistencia temprana, controlar la trabajabilidad y la resistencia, entre otros. Es esencial seleccionar el tipo adecuado de acelerante según las necesidades específicas de cada proyecto.

### 2.2.2 Aditivo SikaCem acelerante PE

El aditivo acelerante SikaCem es un producto utilizado en concreto que acelera el proceso de fraguado de la resistencia inicial del material. Se presenta en forma de polvo y se dosifica agregando 1 bolsa de 250 gramos por cada saco de cemento de 42.50 kg. Las



ventajas de este aditivo incluyen un menor tiempo necesario para desencofrar, lo que permite una puesta en servicio más rápida de la estructura, y mitiga el impacto del clima frío en la mezcla, vertido y fraguado del hormigón. Se aconseja su uso en la producción de componentes prefabricados, forjados, pavimentos y restauración de edificios. Es importante tener precaución y no utilizarlo en concreto pretensado. (Sika, 2019).

### 2.2.2.1 Características del aditivo SikaCem

SikaCem® Acelerante PE es un aditivo líquido formulado para acelerar el tiempo de fraguado y mejorar la resistencia mecánica en mezclas de hormigón y mortero. Su aplicación es particularmente ventajosa en escenarios que requieren elevadas resistencias tempranas, minimizando así los tiempos de desencofrado y promoviendo un rápido avance del proyecto. Además, es ideal para colocar concreto en ambientes fríos.

#### **Características y ventajas:**

- Reducción de tiempos de desencofrado: Al acelerar el fraguado, permite retirar las formaletas en menor tiempo, optimizando el proceso constructivo.
- Altas resistencias a temprana edad: Con una dosificación adecuada, se pueden obtener resistencias mecánicas a 3 días equivalentes a las que normalmente se logran en 7 días, y a 7 días las equivalentes a 15 días, dependiendo del tipo y edad del cemento.
- Uso en condiciones climáticas frías: Mitiga el impacto del frío en las resistencias, asegurando un desempeño óptimo del concreto en bajas temperaturas.
- Mejora en la producción de prefabricados: Mejora el rendimiento en la fabricación de componentes prefabricados acelerando la duración del curado y endurecimiento.

### 2.2.2.2 Dosificación del aditivo acelerante SikaCem

La dosificación del aditivo acelerante SikaCem varía dependiendo del grado deseado y del tipo de cemento utilizado. Se aconseja dosificar SikaCem Accelerator PE entre el 1% y el 4% del peso del cemento, según las instrucciones del enlace. Esto equivale aproximadamente a utilizar entre 300 y 1200 mililitros por cada saco de 42,5 kilos de cemento. Se pueden conseguir resistencias mecánicas a los 3 días, que es similar a los 7 días, y a los 7 días, que equivale a 15 días, con una dosificación del 4%, aunque este impacto puede variar en función del tipo y la edad del cemento. Deben realizarse pruebas para encontrar la dosis ideal en cada situación particular. (Sika, 2019).

Es fundamental seguir las directrices del fabricante para evaluaciones de dosis en situaciones reales para determinar la dosis óptima de Sikacem que garantice un fraguado acelerado y resultados de alta calidad en el concreto.

### 2.2.3 Componentes del concreto

El hormigón es un material compuesto de muchos elementos que se combinan sinérgicamente para formar una mezcla robusta y duradera. Los principales componentes del hormigón son el cemento, los áridos, el agua y los aditivos, cada uno de los cuales contribuye significativamente a sus características finales.

#### **Cemento.**

Es el componente aglutinante del concreto y el elemento que activa el proceso de fraguado y endurecimiento. Cuando el cemento se mezcla con agua, ocurre una reacción química llamada hidratación, que forma la matriz que une los agregados y proporciona resistencia mecánica al concreto. Su calidad y proporción en la mezcla son determinantes para las propiedades finales, como la resistencia y la durabilidad.

#### **Agregado fino.**

Es un material granular, generalmente arena natural o manufacturada, que pasa por el tamiz estándar de 4.75 mm (tamiz No. 4) y queda retenido en el tamiz No. 200 (0.075 mm). Este componente es fundamental en la mezcla de concreto y mortero, ya que llena

los espacios entre los agregados gruesos, mejora la trabajabilidad, contribuye a la cohesión y reduce la porosidad, influyendo así en las propiedades mecánicas y de acabado del materia.

### **Agregado grueso.**

El árido grueso es una sustancia granular, como grava o piedra partida, que queda retenida en el filtro n.º 4 (4,75 mm) y pasa por la criba de 76 mm. Es un material esencial en la mezcla de concreto, proporcionando volumen, resistencia y estabilidad a la estructura, además de reducir la retracción y el consumo de cemento. Su tamaño, forma, textura y propiedades mecánicas influyen en la trabajabilidad de la mezcla y en las características finales del concreto, como la resistencia. Arenas (2022).

### **Agua.**

El agua es un componente primordial para activar el cemento y lograr la hidratación. Además, es crucial para proporcionar la fluidez necesaria durante el mezclado, transporte y colocación del concreto. No obstante, la cantidad de agua debe regularse meticulosamente, ya que un exceso de agua podría perder la resistencia del hormigón al aumentar su porosidad, mientras que una cantidad insuficiente puede dificultar su trabajabilidad y el fraguado adecuado.

### **Aditivos.**

Los aditivos son sustancias químicas añadidas en pequeñas proporciones para altera las propiedades del concreto endurecido. Pueden incluir superplastificantes para mejorar la trabajabilidad sin aumentar el agua, retardadores o acelerantes para controlar el tiempo de fraguado, y agentes incorporadores de aire para mejorar la resistencia a ciclos de congelación y deshielo. Los aditivos son esenciales para adaptar el concreto a condiciones específicas de diseño y ambiente.

### **Materiales complementarios o alternativos.**

En algunos casos, se incorporan materiales adicionales como cenizas volantes, conocidos como materiales cementantes suplementarios (MCS). Estos materiales no solo



#### **2.2.4.2 Peso específico**

Según Meléndez (2016), la gravedad específica de los áridos es un número muy significativo para la construcción, y esto es especialmente cierto en situaciones en las que el concreto tiene un límite de peso, ya sea un máximo o un mínimo. Uno de los indicadores de calidad es el peso específico.

#### **2.2.4.3 Humedad**

La prueba medirá la proporción de humedad en la muestra a granel analizando el proceso de secado, la humedad y los huecos. Ocasionalmente, ciertos áridos pueden contener agua que contiene minerales. En consecuencia, puede deducirse que esta agua es incapaz de evaporarse y, por tanto, debe excluirse al calcular el porcentaje. Existen muchos procedimientos que varían en función de la fuente de calor empleada, tal y como especifica la norma ASTM C566. Debido a su alto nivel de precisión, este procedimiento se emplea habitualmente para muchas aplicaciones, como la alteración precisa de la proporción de árido de concreto. Normalmente, el contenido de humedad de la muestra de ensayo se expresa como información objetiva. La razón de ello es que las partículas de árido más grandes, en particular las de tamaño superior a 50 mm, requieren más tiempo de acabado, ya que el objetivo es dejar que la humedad llegue a la superficie. La humedad contenida en un material, ya sea en su superficie o internamente en sus poros, y se expresa generalmente como un porcentaje en relación con su peso seco. En el contexto de los materiales, como los agregados, la humedad es un factor crucial, ya que afecta la trabajabilidad de las mezclas, las proporciones de los componentes y las propiedades finales del concreto.

#### **2.2.5 Tipos de concreto**

El hormigón se presenta en diversas formas y aplicaciones únicas en la construcción. Estas son algunas de las variedades más populares de hormigón:



- 1. Concreto hidráulico:** Se compone de cemento, áridos, agua y aditivos, y es el tipo de hormigón más utilizado en; Puentes, carreteras y estructuras residenciales y comerciales son sólo algunos de los muchos proyectos que lo emplean.
- 2. Concreto de alto rendimiento:** Se trata de un material avanzado y ventajoso para la construcción, sobre todo en la gestión de inundaciones y la remediación de aguas pluviales. Esta sustancia permeable mitiga la escorrentía y la contaminación al tiempo que exhibe resistencia y durabilidad.
- 3. Concreto armado:** Este material, conocido como hormigón armado, es análogo al hormigón normal pero integra refuerzos metálicos internos, como varillas de acero o mallas de acero. Esto ofrece una mayor resistencia y es menos propenso a romperse durante el proceso de curado.
- 4. Concreto permeable:** También denominado hormigón poroso o no fino, contiene pocas o ninguna partícula fina (por ejemplo, arena o cal), lo que da lugar a una estructura con muchos espacios que facilitan el paso del agua y el aire. Su aplicación en aparcamientos y calles se considera una estrategia eficaz de gestión del suelo, ya que no interrumpe la filtración.
- 5. Concreto compactado con rodillo:** Se utiliza para construir caminos, carreteras y otras estructuras de ingeniería civil. Este tipo de concreto se compacta con un rodillo para lograr una mayor densidad y resistencia.
- 6. Concreto de alta resistencia:** Este concreto resiste una compresión de al menos 6000 psi (pounds per square inch) y se utiliza en construcciones que requieren soportar grandes cargas, como edificios de gran altura, puentes, columnas, presas, entre otros.
- 7. Concreto premezclado:** Producido en una instalación especializada y transportado directamente a la obra en camiones hormigonera. Garantiza una calidad constante y uniforme, reduce los gastos y agiliza el proceso de construcción, lo que lo convierte en una opción útil y eficaz para cualquier proyecto.

8. **Concreto MR:** Este tipo de hormigón está pensado para dar resistencia a los proyectos de edificación. Se emplea en la construcción de carreteras, puentes y edificios que necesitan tener una alta resistencia.
9. **Concreto ciclópeo:** Es un hormigón no armado hecho de grandes piedras o bloques que se utiliza en muros de contención, zapatas, cimentaciones en bandas y otros proyectos de ingeniería.

### 2.2.6 **Concreto hidráulico**

El cemento, el agua y los áridos finos y gruesos constituyen la mayor parte de este material de construcción. Su principal característica distintiva radica en el uso de cementos hidráulicos, como el cemento Portland, que tienen la capacidad de fraguar y endurecerse incluso en presencia de agua.

El cemento hidráulico, que actúa como aglutinante en la mezcla, contiene compuestos como silicatos y aluminatos de calcio que reaccionan químicamente con el agua conocido como hidratación. Este proceso genera un producto sólido y resistente que une los agregados y forma una matriz cohesiva. El concreto hidráulico se puede moldear en diversas formas y dimensiones mientras está fresco, lo que permite adaptarlo a una amplia variedad de aplicaciones en ingeniería civil y arquitectura.

Entre sus propiedades más destacadas, el concreto hidráulico ofrece alta resistencia, lo cual es ideal para resistir cargas pesadas. Es un material altamente duradero, capaz de resistir condiciones ambientales adversas, como humedad, temperaturas extremas y agentes químicos. Sin embargo, debido a su baja resistencia a la tracción y flexión, se refuerza comúnmente con materiales como barras de acero (concreto reforzado) o fibras, para mejorar su comportamiento mecánico y evitar fisuras o fallas prematuras.

Este material es esencial en la construcción de infraestructura como puentes, carreteras, edificios, presas y canales. Además, su capacidad de impermeabilidad lo convierte en una opción ideal para proyectos que requieren resistencia al agua, como



estructuras subterráneas, tanques y cimentaciones. La facilidad para trabajar con el concreto hidráulico, junto con su adaptabilidad y sostenibilidad mediante el uso de materiales reciclados, lo consolida como uno de los materiales más relevantes y estudiados en el campo de la construcción moderna.

#### 2.2.6.1. Propiedades del concreto hidráulico

El concreto hidráulico es una variante del concreto hidráulico que exhibe propiedades especiales gracias a la adición de ciertos materiales y aditivos. Según (Mehta & Monteiro, 2014), el término "concreto hidráulico" se refiere a una mezcla de concreto que contiene adiciones hidráulicas, como el cemento Portland y otros materiales cementantes que reaccionan con el agua y forman compuestos insolubles, aumentando la resistencia. Las principales características del concreto hidráulico incluyen:

- a) **Mayor resistencia y durabilidad:** En comparación con el hormigón hidráulico, la adición de aditivos hidráulicos, como el cemento Portland, al hormigón aumenta enormemente su durabilidad y resistencia. Esto lo hace perfecto para usos como la construcción de edificios, puentes y pavimentos, donde se necesita una mayor resistencia.
- b) **Fraguado y endurecimiento bajo el agua:** El concreto hidráulico es capaz endurecer e incluso en presencia de agua, lo que lo hace adecuado para aplicaciones subacuáticas, como cimentaciones marinas, pilotes y estructuras de contención en ambientes húmedos.
- c) **Resistencia a ambientes agresivos:** Debido a su mayor densidad y menor porosidad, el concreto hidráulico es más resistente a la penetración de agentes agresivos, como la salinidad, los sulfatos y los ácidos. Esto lo convierte en una opción preferida para estructuras expuestas a ambientes corrosivos, como plantas de tratamiento de aguas, instalaciones industriales y obras marítimas.

**d) Versatilidad en aplicaciones:** El concreto hidráulico se puede adaptar para satisfacer una variedad de necesidades y condiciones específicas de proyecto mediante la selección adecuada de materiales cementantes, aditivos y diseño de mezcla.

#### 2.2.6.2. Características del concreto hidráulico

El concreto hidráulico presenta sus características que lo hacen altamente eficiente y adecuado para diversas aplicaciones en la construcción. Estas características se dividen en propiedades relacionadas con su comportamiento mecánico, su durabilidad y su trabajabilidad.

- **Alta resistencia a la compresión.**

Es bien sabido que el hormigón hidráulico puede soportar grandes cargas de compresión, lo que lo hace ideal para estructuras como columnas, muros y cimentaciones. Su resistencia puede variar en la proporción de los materiales en la mezcla y las condiciones de curado.

- **Trabajabilidad.**

Cuando está fresco, el concreto hidráulico es una mezcla plástica y moldeable que puede adaptarse a cualquier forma o molde requerido en el diseño estructural.

- **Durabilidad.**

El concreto hidráulico es resistente a condiciones ambientales extremas, como cambios de temperatura, humedad y exposición a agentes químicos moderados. Su durabilidad lo convierte en una opción confiable para estructuras sometidas a ciclos de congelación y deshielo o ambientes marinos.

- **Impermeabilidad.**

Una vez fraguado y endurecido, el concreto hidráulico presenta una buena capacidad para resistir la penetración del agua, lo que lo hace ideal para construcciones como presas, tanques de agua, túneles y cimientos bajo nivel freático.



- **Baja resistencia a la tracción.**

Aunque tiene una excelente resistencia es relativamente baja, lo que puede llevar a la formación de grietas bajo ciertas condiciones de carga. Por ello, comúnmente se refuerza con acero o fibras para mejorar su capacidad de tracción y flexión.

- **Propiedades térmicas.**

El concreto hidráulico tiene una baja conductividad térmica, lo que significa que puede actuar como aislante en ciertas aplicaciones. Sin embargo, también es susceptible a las tensiones térmicas si experimenta cambios rápidos de temperatura.

- **Tiempo de fraguado y endurecimiento.**

El concreto hidráulico fragua y endurece debido a la reacción química del cemento con el agua (hidratación). Este proceso se lleva a cabo inicialmente en horas, pero la resistencia total se desarrolla durante semanas o incluso meses.

- **Adaptabilidad.**

El concreto hidráulico puede modificarse con aditivos y materiales para mejorar propiedades, como la resistencia, la trabajabilidad, la durabilidad o la estética.

- **Sostenibilidad.**

Con el uso de materiales reciclados, como plástico, fibra metálica o agregados reciclados, el concreto hidráulico puede ser una opción más sostenible, reduciendo la huella de carbono.

- **Costo competitivo.**

El concreto hidráulico es relativamente económico en comparación con otros materiales estructurales, especialmente cuando se requiere construir grandes volúmenes de obra. Su fácil disponibilidad y versatilidad contribuyen a su popularidad en proyectos a gran escala.

Estas características hacen del concreto hidráulico un material esencial en la construcción moderna, adaptándose tanto a las necesidades estructurales como a las demandas de sostenibilidad y eficiencia.

### **2.2.6.3. Importancia del concreto hidráulico**

#### **Concreto hidráulico.**

Es un material compuesto empleado en obras que se obtiene mediante la mezcla de cemento hidráulico, agua, agregados finos y gruesos, hacen que mejore las propiedades. Este material destaca por su capacidad para fraguar y endurecer incluso en contacto con el agua, gracias a la hidratación de los componentes del cemento, principalmente los silicatos y aluminatos de calcio. Su versatilidad le permite adaptarse a diversas formas y requerimientos estructurales, lo que lo convierte en un elemento esencial en proyectos de infraestructura y edificaciones de todo tipo.

#### **Resistencia del concreto hidráulico.**

Es una característica importante, definida por su capacidad para soportar cargas sin fallar. La resistencia a la compresión, medida en MPa o kg/cm<sup>2</sup>, es el parámetro más utilizado para evaluar su desempeño estructural. Por otro lado, su resistencia a la tracción y a la flexión, aunque más baja, puede mejorarse con el uso de refuerzos como fibras metálicas o sintéticas, aumentando su capacidad para resistir tensiones indirectas y minimizar fisuras.

#### **Durabilidad del concreto hidráulico.**

La durabilidad es una propiedad que permite al concreto hidráulico mantener su integridad y funcionalidad, incluso en condiciones adversas. Gracias a su resistencia al ataque químico, a la acción de ciclos de congelación y deshielo, y a la erosión por agua o viento, este material es ampliamente utilizado en obras expuestas a ambientes agresivos, como zonas costeras o regiones con climas extremos. Sin embargo, su durabilidad puede comprometerse si la mezcla no es adecuada o si no se protege correctamente contra la

carbonatación o la penetración de cloruros, fenómenos que pueden deteriorar el acero de refuerzo y reducir la vida útil de la estructura.

#### **Aplicaciones estructurales del concreto hidráulico.**

El concreto hidráulico se emplea en una gran variedad de aplicaciones estructurales gracias a su resistencia, moldeabilidad y capacidad de personalización. En edificaciones, se utiliza en elementos como columnas, vigas y losas que soportan cargas significativas. También es esencial en infraestructuras como puentes, túneles y presas, donde su resistencia a la compresión y durabilidad son fundamentales. Además, este material es común en pavimentos rígidos, ideales para carreteras y calles de alto tránsito debido a su resistencia al desgaste. Su versatilidad lo hace adecuado tanto para proyectos a gran escala como para aplicaciones más simples, como banquetas o cisternas.

#### **2.2.6.4. Ventajas y desventajas del uso del concreto hidráulico**

##### **Ventajas:**

- Alta resistencia a la compresión: El concreto hidráulico es capaz de soportar grandes cargas, lo que lo hace ideal para estructuras sometidas a esfuerzos de compresión, como columnas, cimentaciones y pavimentos rígidos.
- Durabilidad: Este material tiene una larga vida útil y puede resistir condiciones ambientales adversas, como exposición al agua, cambios de temperatura y agentes químicos moderados.
- Versatilidad: Se puede moldear en prácticamente cualquier forma mientras está fresco, adaptándose a diseños arquitectónicos y estructurales complejos.
- Bajo costo relativo: En comparación con otros materiales estructurales, como el acero, el concreto hidráulico es más económico y su disponibilidad es amplia, lo que lo hace una opción accesible para proyectos de cualquier escala.
- Resistencia al fuego y al agua: El concreto hidráulico no es inflamable y puede proteger las estructuras contra incendios. Además, su resistencia al agua lo hace adecuado para aplicaciones en presas, canales y tanques.



- **Compatibilidad con refuerzos:** Se puede combinar con barras de acero o fibras metálicas y sintéticas para aumentar su resistencia, mejorando así su desempeño estructural.
- **Sostenibilidad potencial:** Con la inclusión de materiales reciclados, como agregados de concreto reciclado, plástico o fibras metálicas, el concreto hidráulico puede reducir su impacto ambiental, promoviendo una construcción más sostenible.

### **Desventajas:**

- **Baja resistencia a la tracción:** Aunque es excelente para resistir cargas de compresión, lo que puede provocar fisuras si no se refuerza adecuadamente.
- **Peso elevado:** Dado que el hormigón hidráulico es pesado y denso, puede resultar caro de transportar y difícil de trabajar en algunos proyectos.
- **Proceso de curado prolongado:** Aunque el fraguado inicial ocurre en horas, alcanzar la resistencia total puede llevar semanas o meses, lo que puede retrasar el tiempo total de ejecución de un proyecto.
- **Susceptibilidad a la formación de fisuras:** Debido a tensiones internas, contracciones durante el secado o cambios térmicos, el concreto hidráulico puede desarrollar fisuras que comprometen su durabilidad si no se controla adecuadamente.
- **Deterioro en condiciones químicas agresivas:** Aunque resistente en general, el concreto hidráulico puede sufrir daños en ambientes altamente ácidos, alcalinos o con presencia de cloruros, lo que puede requerir tratamientos adicionales para su protección.
- **Impacto ambiental:** La producción de cemento, componente clave del concreto hidráulico, genera emisiones significativas de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, el uso de adiciones como cenizas volantes o escorias puede mitigar este impacto.

- Dificultad en la reparación: Aunque es un material duradero, una vez que el concreto presenta fisuras o deterioro significativo, las reparaciones pueden ser costosas y técnicas, especialmente si afecta estructuras reforzadas.

## **2.2.7 Propiedades del concreto**

### **2.2.7.1 Trabajabilidad**

Facilidad para mezclar, compactar, colocar y acabar el hormigón recién mezclado sin que se produzcan segregaciones y exudaciones durante la construcción. Aunque esta cualidad se valora a menudo en los ensayos, no existe actualmente ningún ensayo que permita medirla.

### **2.2.7.2 Consistencia o fluidez**

El grado de humedad de la mezcla viene determinado por la cantidad de agua presente. Este ensayo, conocido como ensayo de asentamiento, se emplea para determinar las propiedades del hormigón recién mezclado. La prueba, creada por Duds Abrams, fue aceptada oficialmente por la ASTM en 1921 y sufrió su última revisión en 1978. El ensayo propone en tomar una muestra de hormigón recién hecho y colocarla en un molde especialmente diseñado. El objetivo de la prueba es medir la cantidad de asentamiento, o deformación, que se produce en el hormigón después de sacarlo del molde. El comportamiento del hormigón en la prueba demuestra su "consistencia", que se refiere a su capacidad para amoldarse al molde sin esfuerzo manteniendo la uniformidad con pocos espacios vacíos. La composición de estas mezclas puede alterarse ajustando la cantidad de agua en la mezcla (Abanto, 2000).

### **2.2.7.3 Homogeneidad**

La homogeneidad se refiere a la característica del hormigón en la que sus diversos componentes se distribuyen uniformemente por toda la masa, lo que hace que dos muestras recogidas en distintos puntos de la masa sean prácticamente idénticas. Para

lograr la homogeneidad, es necesario garantizar una mezcla eficaz y, para preservarla, debe transportarse con cuidado y colocarse con precisión. (Abanto, 2000).

#### **2.2.7.4 Segregación**

Se refiere al proceso de segregación de los distintos constituyentes de una mezcla fresca que consta de elementos con diferentes tamaños y pesos. Las partículas más grandes, que suelen ser las más pesadas, donde el lugar o recipiente que se les ha asignado, mientras que las partículas más pequeñas y ligeras suben a la superficie. Este fenómeno se produce cuando no hay suficiente cohesión interna entre los componentes del hormigón, por lo que no es seguro verter una sustancia en un encofrado o molde en estas circunstancias. La segregación disminuye la resistencia y durabilidad, lo que se traduce en un peor aspecto de la superficie. La segregación reduce la resistencia del hormigón. Se pueden generar grietas y agujeros, que pueden afectar a la integridad estructural y al aspecto de un componente estructural. (Ceballos, 2012).

#### **2.2.7.5 Exudación**

La exudación puede producirse debido a una dosificación inadecuada de la combinación, a un contenido excesivo de agua en la mezcla, a la presencia de aditivos, ya que las temperaturas más elevadas provocan una exudación más rápida. El hormigón puede verse afectado negativamente por este fenómeno, provocando una disminución de la resistencia de la superficie de contacto entre capas. Esto se debe a un aumento de la relación agua-cemento en esa zona, lo que a su vez puede provocar el aumento del agua de mezcla y la formación de un hormigón poroso y menos duradero (Abanto, 2000).

#### **2.2.7.6 Cohesividad del concreto**

La cohesividad se refiere a la capacidad de regular la segregación durante la fase de manipulación de la mezcla, al tiempo que evita la rugosidad y facilita la manipulación a lo largo del proceso de compactación del hormigón. Se considera que una mezcla de

hormigón ideal posee el nivel adecuado de cohesividad cuando presenta un equilibrio entre plasticidad y viscosidad, permaneciendo maleable sin sufrir una fácil segregación. Varios factores influyen en la cohesividad de una pasta de agua-cemento. La cohesividad tiende a aumentar a medida que la relación agua-cemento alcanza ciertos niveles, pero luego empieza a disminuir. La cohesividad de una combinación es directamente proporcional a la finura de sus partículas.

### **2.2.7.7 Curado del concreto**

Es un proceso esencial que consiste en mantener condiciones adecuadas de humedad, temperatura y tiempo para garantizar que el cemento alcance su hidratación completa y el concreto desarrolle sus propiedades mecánicas y de durabilidad óptimas. Este procedimiento es esencial para prevenir la evaporación del agua necesaria en la mezcla, evitar fisuras por contracción y asegurar una resistencia uniforme en toda la estructura. Dependiendo de las condiciones ambientales, el curado puede realizarse mediante métodos como riego continuo, aplicación de cubiertas húmedas, uso de membranas curadoras que retienen la humedad o incluso inmersión en agua. Un curado adecuado no solo mejora la resistencia y la impermeabilidad del concreto, sino que también prolonga su vida útil frente a factores de desgaste y ataques químicos (Abanto, 2000).

### **2.2.8 Propiedades mecánicas del concreto**

#### **2.2.8.1 Resistencia a la comprensión**

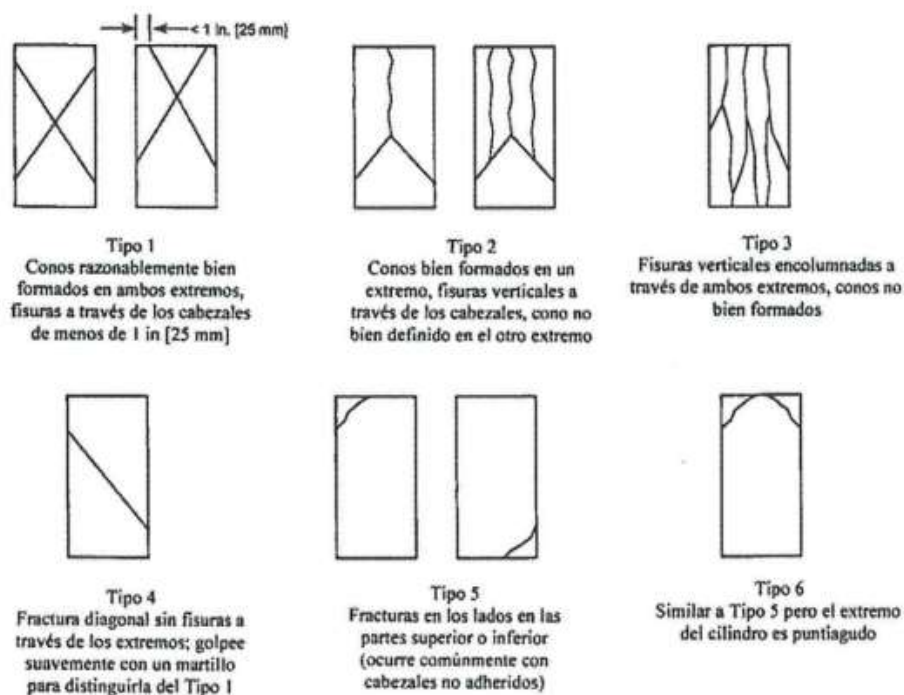
Es una propiedad que se refiere a la fuerza máxima que el hormigón o el mortero pueden absorber antes de romperse, expresada en unidades de Kg/cm<sup>2</sup>. 25 es la mayor resistencia registrada de una muestra de concreto cuando se somete a una fuerza aplicada a lo largo de su eje. La unidad de medida de este valor es Kg/cm<sup>2</sup>, y se denota con el símbolo F'c. Se examinan varias muestras de hormigón para determinar la resistencia. Con los resultados se determina si la mezcla de hormigón cumple el nivel de resistencia especificado.

**Procedimientos:**

- Se extrajeron muestras del estanque de curado para su examen.
- Las probetas se ensayaron en la prensa de compresión axial a los 7, 14 y 28 días de edad para mejorar el control sobre la resistencia.
- Se identificaron las probetas designadas para el ensayo.
- La muestra se sometió a ensayo en la prensa de compresión.
- Se ejerció la carga para medir la deformación de la unidad.
- Finalmente, se registraron la carga máxima y la deformación máxima.
- El tipo de fractura se determinó posteriormente como NTP 339.034/ASTM C-39.

**Figura 2**

*Tipos de rotura del ensayo de resistencia a compresión*



Nota: Norma ASTM C-39

**2.2.8.2 Resistencia a la flexión**

El método suele emplearse con una carga central (tres puntos) o con cargas a intervalos de un tercio (cuatro puntos). La mayoría de los requisitos exigen que la luz de ensayo sea al menos tres veces la altura de las probetas. Las ventajas de este método



incluyen su simplicidad y la posibilidad de analizar sólo un pequeño volumen de material. Sin embargo, hay que tener en cuenta que no existe una distribución homogénea de las tensiones. Por lo tanto, es evidente que los valores del módulo de rotura obtenidos con carga central son superiores a los obtenidos con cargas en los tercios, y ambos son superiores a la resistencia determinada con otros métodos (Ceballos, 2012).

**Procedimiento:**

- El ensayo de flexión de las probetas curadas en húmedo debe realizarse lo antes posible después de sacarlas del almacén. El secado de la probeta puede provocar una disminución en la medición del esfuerzo de flexión.
- Asegúrese de que la probeta se carga de manera uniforme y suave, evitando movimientos bruscos. La carga se incrementará de forma constante hasta el punto de rotura.

**2.3 Marco conceptual****2.3.1 SikaCem**

Está diseñada para mejorar las propiedades del concreto y mortero, incluyendo acelerantes de fraguado, plastificantes, aditivos para impermeabilización y mejoradores de adherencia. Estos productos se utilizan ampliamente en la construcción para aplicaciones que requieren optimizar el desempeño de mezclas, mejorar la resistencia mecánica, reducir la porosidad, aumentar la durabilidad y acelerar los tiempos de fraguado y endurecimiento, especialmente en condiciones climáticas adversas. SikaCem es ideal para proyectos de reparaciones, concretos lanzados y aplicaciones estructurales que demandan soluciones técnicas específicas.

**2.3.2 Acelerante de fragua**

Un acelerante de fragua es un aditivo utilizado en la elaboración de concreto y morteros que acelera el proceso de fraguado, permitiendo que el hormigón desencofrado



con mayor rapidez y se ponga en servicio en un tiempo más corto. Estos aditivos son especialmente útiles en hormigones donde se necesitan resistencias elevadas, como en el caso de hormigones que necesitan un desencofrado rápido, hormigones que deben ponerse en funcionamiento de inmediato, así como hormigones sumergidos o en agua para evitar el lavado.

### **2.3.3 Agregado**

Los elementos granulares que se combinan con cemento y agua para crear hormigón se denominan áridos. Estos agregados pueden ser áridos naturales, como arena y grava, o áridos reciclados, como escombros de concreto triturados.

### **2.3.4 Concreto**

Es un material compuesto utilizado en la construcción, formado por la mezcla de cemento, agua, agregados finos y gruesos y en ocasiones, aditivos químicos o materiales suplementarios. Existen diferentes clasificaciones y tipos de concretos, como concretos masivos, pretensado de altas resistencias, para pisos industriales, para pavimentos, lanzado, de color, arquitectónicos, de ultra alto desempeño, durable de baja permeabilidad, industrializado, compactado con rodillos, liviano, reforzado con fibras, autocompactante, para cimentaciones, multipropósito, relación agua-material cementante, y permeable, entre otros.

### **2.3.5 Concreto hidráulico**

Es un tipo de concreto elaborado con cemento hidráulico, que tiene la propiedad de fraguar y endurecer al reaccionar químicamente con el agua, independientemente de las condiciones de exposición. Este material está compuesto por cemento, agua, agregados finos y gruesos, y puede incluir aditivos químicos para modificar sus propiedades según las necesidades del proyecto. Es ampliamente utilizado en obras de infraestructura como presas, canales, puentes y pavimentos debido a su resistencia a la



compresión, durabilidad y capacidad para mantener sus propiedades mecánicas incluso en ambientes húmedos o bajo el agua.

### **2.3.6 Comportamiento mecánico**

El comportamiento mecánico de un material se refiere a su respuesta a la aplicación de fuerzas o esfuerzos, como torsión, flexión, compresión y tensión. Este comportamiento se manifiesta a través de propiedades mecánicas, como dureza, fragilidad, tenacidad, flexibilidad, elasticidad, entre otras. El comportamiento mecánico de un material está relacionado con la tensión y la deformación que experimenta el material cuando se somete a una carga.

### **2.3.7 Dosificación**

Encontrar las proporciones adecuadas de los ingredientes (cemento, agua, áridos finos y gruesos y aditivos) para crear una mezcla que satisfaga los requisitos necesarios de resistencia, trabajabilidad, durabilidad y coste se conoce como dosificación del hormigón. A lo largo de este procedimiento se tienen en cuenta las circunstancias medioambientales, el tipo de edificio que se va a construir, el tamaño máximo de los áridos.

### **2.3.8 Resistencia a la compresión**

Alude a su capacidad para resistir el aplastamiento o la compresión sin agrietarse. Dado que el hormigón es un material muy utilizado en edificios portantes y de carga, esta característica es esencial en la construcción. La resistencia del hormigón se puede aumentar mediante la reducción de la cantidad de agua en la mezcla y el mantenimiento de una proporción adecuada de cemento, el uso de agregados de alta calidad, un proceso de curado óptimo y la incorporación de aditivos específicos que mejoren la resistencia y durabilidad del material.



### **2.3.9 Resistencia a la flexión**

Capacidad del material para resistir fuerzas ejercidas perpendicularmente a su eje longitudinal. La resistencia a la flexión es un parámetro mecánico crucial de los materiales pétreos, ya que una probeta experimenta esfuerzos tanto de tracción como de compresión al doblarse, lo que da como resultado una resistencia a la flexión superior a la resistencia a la tracción. La resistencia a la flexión se mide mediante ensayos de flexión, flexión o tracción, en los que una probeta en forma de barra con una sección transversal rectangular o circular se somete a un momento de flexión.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es un componente crucial que determina la calidad y validez de los resultados obtenidos. Según (Babbie, 2016), el diseño se refiere al plan o estrategia general para abordar una pregunta de investigación y recopilar datos relevantes para responderla de manera efectiva.

Este estudio adopta un diseño **experimental**, permitiendo evaluar el impacto de diferentes dosificaciones de aditivos acelerantes de fragua en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico. Este enfoque permite controlar las variables y obtener datos confiables y reproducibles.

#### 3.2 Método de la Investigación

El conjunto de pasos y estrategias utilizados para llevar a cabo un estudio científico de forma metódica y rigurosa se denomina método de estudio. Según (Martínez, 2016), el método de la investigación es una herramienta fundamental que permite a los investigadores obtener datos relevantes y confiables para responder preguntas de investigación específicas.



Este proyecto presenta un método **cuantitativo**, ya que se evaluó los efectos del aditivo en diferentes dosificaciones en el concreto hidráulico.

### 3.3 Nivel y tipo de la investigación

#### 3.3.1 Nivel de la investigación

La profundidad y complejidad con la que se aborda un tema o pregunta de investigación concreto se denomina nivel de investigación. el nivel de la investigación puede clasificarse en tres categorías principales: exploratoria, descriptiva y explicativa. (Hernandez & Baptista, 2014).

La investigación es de nivel **explicativo**, ya que busca identificar y analizar la relación causal entre las dosificaciones del aditivo acelerante y el comportamiento mecánico del concreto, proporcionando bases para una comprensión profunda del fenómeno estudiado.

#### 3.3.2 Tipo de la investigación

Los tipos de investigación pueden variar según su aplicación práctica y su contribución al conocimiento. Según (Hernandez & Baptista, 2014), uno de los tipos de investigación es el aplicativo, que hace hincapié en la adopción de conocimientos para resolver problemas y mejorar los procedimientos, productos o servicios en el mundo real.

El presente proyecto presenta un tipo de investigación **aplicativo**, utilizando la recogida de datos sobre el aditivo acelerante de fragua. El objetivo es dilucidar la relación entre una variable dependiente e independiente mediante mediciones numéricas y análisis estadísticos.

### 3.4 Población y Muestra

#### 3.4.1 Población

La población de estudio es el conjunto de elementos o individuos que cumplen unos requisitos determinados y constituyen el objeto del estudio. (Hernandez & Baptista, 2014, pág. 165), la población es el universo que se pretende estudiar y del cual se extraerá una muestra representativa para realizar inferencias sobre él.

La población para este estudio está conformada por concretos hidráulicos elaborados en la provincia de San Román.

#### 3.4.2 Muestra

se utiliza para describir una muestra representativa de la población del estudio elegida para participar en la investigación, la muestra es un grupo de unidades de análisis que se eligen de manera sistemática o aleatoria con el fin de obtener información que pueda generalizarse a la población de estudio. (Hernandez & Baptista, 2014, pág. 173).

La muestra será las cantidades probetas de concreto con adición de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones a una temperatura ambiente de 0°C, donde se realizó los ensayos para 3, 7, 14 y 28 días de prueba.

- Diseño de mezcla
- Porcentajes del aditivo 1.4%, 2.8%, 4.2%
- Rotura a los 3, 7, 14, 28 días NTP 339.034-2008

**Tabla 3**

*Numero de probetas a utilizar*

Cemento (Tipo I)	Número de probetas por ensayo				Total
	3 d.	7 d.	14 d.	28 d.	

---

F'c =210 kg/cm <sup>2</sup>	5	5	5	5	20
<b>Con aditivo</b>	<b>3 días</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>	
1.4% SikaCem Acelerante	5	5	5	5	20
2.8% SikaCem Acelerante	5	5	5	5	20
4.2% SikaCem Acelerante	5	5	5	5	20
		<b>Total</b>			<b>80</b>

---

Nota: Elaborado por el tesista.

### 3.5 Técnicas e instrumentos de la investigación

#### 3.5.1 Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos juega un papel crucial para comprender sus propiedades, comportamiento y aplicaciones en la construcción. Según (Neville & Brooks, 2010), las técnicas de recolección de datos en esta área abarcan una variedad de métodos y procedimientos diseñados específicamente para recopilar información relevante sobre el concreto y su desempeño en diferentes contextos.

Para adquirir los datos se emplearon técnicas, como pruebas y cálculos, todo ello de conformidad con las normas NTP y ASTM. Por consiguiente, de acuerdo con la Norma definida, la recogida de datos y los resultados que se derivan de ella necesitan ocasionalmente el empleo de equipos especializados.

#### 3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos son fundamental para obtener información precisa y confiable que respalde los objetivos del estudio. Según Hernández et al. (2014), Las herramientas o procesos utilizados para recopilar datos pertinentes de la población o muestra objeto de estudio se conocen como instrumentos de recopilación de datos.

Se utilizaron las siguientes herramientas:

- Instrumentos de laboratorio, (herramientas y equipos).
- Formatos y fichas.
- Software (Excel).

### 3.6 Procedimiento para la recolección de datos

#### 3.6.1 *Desarrollo del plan de investigación*

##### **Etapa I: Búsqueda de información.**

Este paso, esencial para el progreso de este proyecto de investigación, supuso un examen exhaustivo de bibliografías y datos relativos al tema de investigación. Se examinaron tesis, trabajos, revistas, libros y normativas pertinentes sobre el tema en cuestión.

##### **Etapa II: Procedencia y ubicación de los elementos a incorporar.**

Para esta etapa de la investigación se describe la procedencia de los materiales a utilizar para la elaboración del concreto, donde se aplicará el acelerante de fragua en diferentes dosificaciones.

**Cantera de Isla:** La cantera se localiza a una distancia de 7.5 km de la ciudad de Juliaca, con un tiempo de acceso estimado entre 25 y 30 min. La extracción de agregados en esta cantera se lleva a cabo mediante técnicas manuales complementadas con el uso de maquinaria especializada. En sus alrededores, se observa la presencia de vegetación característica de la zona, junto con actividades relacionadas con la ganadería, que forman parte del entorno productivo local.

**Aditivo SikaCem®:** Es una línea de aditivos multifuncionales de la marca Sika, diseñados para mejorar las propiedades de morteros y concretos en diferentes aplicaciones. Dependiendo del tipo específico, los productos SikaCem pueden actuar como mejoradores de adherencia, plastificantes, impermeabilizantes, acelerantes de fraguado o incluso como mejoradores de la trabajabilidad y resistencia del concreto. Estos aditivos se

emplean comúnmente en proyectos de reparación, elementos prefabricados, concretos lanzados y aplicaciones donde se requieren características específicas como un fraguado rápido, mayor durabilidad o resistencia a condiciones ambientales adversas.

### Figura 3

*Aditivo SikaCem*



**Nota.** Aditivo SikaCem acelerante, tomado de Sika.

**Agregados:** Este estudio examinó las características físicas de los agregados finos y gruesos, incluyendo peso específico, granulometría, PUS, PUC, W% y absorción. Los ensayos se realizaron de acuerdo con las normas N.T.P. y A.S.T.M., que proporcionan instrucciones sobre cómo ejecutar correctamente los procedimientos necesarios para un diseño de concreto satisfactorio.

Las muestras se prepararon y extrajeron de acuerdo con la norma A.S.T.M 400.01, que proporciona métodos y normas específicas. Siguiendo la norma ASTM C-702, Para minimizar las muestras de áridos al tamaño de prueba necesario, se realizó la prueba.

### Etapa III: Propiedades de los agregados.

#### A. Contenido de humedad (w%) de los agregados

La NTP 339.185 establece que deben realizarse pruebas para conocer la humedad de los áridos. Aunque no de forma natural, se analizan el peso y el contenido de humedad del árido en relación con el horno para establecer el nivel de humedad tras el proceso de secado.

**Figura 4**

*Método de cuarteo tipo B*



*Nota:* Muestreo de cuarteo del agregado fino y grueso tomado de AASHTO, 2012.

Ecuación del contenido de humedad:

$$W\% = \frac{\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} * 100$$



## B. Granulometría (ASTM C-136)

### Determinación módulo de fineza (ASTM C-125)

El análisis granulométrico realizado con una gama de tamices en tamaños pueda proporcionar información sobre la distribución relativa del agregado. El tamaño de las partículas se cuantifica expresando la proporción de una muestra que pasa a través de un tamiz específico, representada como porcentaje de toda la muestra. Las curvas de clasificación se emplean con frecuencia en la representación de gráficos. Se utilizaron las normas ASTM C 136 y NTP 400.012, en las que el eje X representa los diámetros de los tamices en mm y el eje Y representa los porcentajes de cada tamaño.

Ecuación del M.F del agregado fino.

$$M.F = \frac{\sum \% Ret. Acum. (N^04, N^08, N^016, N^030, N^050, N^0100)}{100}$$

Ecuación del M.F del agregado grueso.

$$M.F = \frac{\sum \% Ret. Acum. (3/4", 3/8", N^04 + 500)}{100}$$

## C. Peso específico y absorción del agregado grueso

$$\%Absorcion = \frac{A}{(B - C)} * 100$$

Análisis de la gravedad específica conforme a la normativa MTC E205-2016

$$\%Aborcion = \frac{D - A}{A} * 100$$

## D. Peso unitario suelto

Se ha desarrollado un ensayo de peso unitario, asociado a la NTP 400.017, para calcular la densidad y el número de huecos de los áridos finos y gruesos. Los valores

pueden determinarse midiendo el peso de la sustancia mientras está seca y cuando está comprimida.

Ecuación del (P.U.S) de los agregados finos y gruesos.

$$P. U. S. = \frac{(Peso\ del\ material\ +\ recipiente) - Peso\ recipiente}{Vol. Recipiente}$$

Se recomienda trabajar la muestra con un mínimo de 3 a 4% de humedad antes de utilizar el procedimiento subsiguiente para determinar el Peso Unitario Seco; en este caso, la vibración es crucial para obtener el Peso Unitario compacto.

$$Peso\ Unitario = \frac{(\%Gx\%PUG) + (\%Fx\%PUF)}{100}$$

#### E. Peso unitario compactado

Ecuación del (P.U.C) del agregado fino y grueso.

$$P. U. C. = \frac{(Peso\ del\ material\ +\ Recipiente) - Peso\ recipiente}{Vol. Recipiente}$$

#### F. Resistencia a la compresión.

El ensayo se realiza con el propósito de evaluar la capacidad de materiales, como el cemento, para resistir cargas aplicadas axialmente. Este procedimiento es fundamental para determinar su comportamiento mecánico y garantizar su adecuado desempeño en estructuras sometidas a esfuerzos de compresión.

#### Procedimiento:

- Preparación de la Probeta: Se elabora una probeta cilíndrica con dimensiones específicas, comúnmente de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura. Esta probeta debe ser curada adecuadamente antes del ensayo, siguiendo las normas pertinentes (por ejemplo, ASTM C39) para asegurar que las condiciones sean representativas.

- Colocación en la Máquina de Ensayo: La probeta se coloca en una máquina de compresión, asegurándose de que esté centrada entre los platos de compresión. Se utilizan almohadillas para evitar el contacto directo entre la probeta y las superficies metálicas, lo que podría afectar los resultados.
- La probeta se somete a una tasa regulada de aplicación de carga axial uniforme, que suele oscilar entre 0,25 y 0,05 MPa/s. A lo largo de este procedimiento se anota la mayor carga aplicada y se realiza un seguimiento de la deformación de la probeta.
- Registro de Datos: A medida que se aplica la carga, se obtienen datos que permiten construir un diagrama de tensión-deformación. Este diagrama muestra puntos clave como el límite de fluencia, el límite de resistencia y el punto de rotura.
- Cálculo de Resistencia: se determina dividiendo la mayor carga alcanzada durante el ensayo por el área de la sección transversal de la probeta. Este valor es crucial para evaluar la calidad del material.
- Análisis y Reporte: Finalmente, se analizan los resultados obtenidos y se elaboran informes detallados que incluyen todos los datos relevantes del ensayo, lo que permite tomar decisiones informadas sobre el uso del material en aplicaciones estructurales.

### Figura 5

*Equipo de esfuerzo a la compresión*



*Nota. Laboratorio de Suelos*

### **G. Resistencia a la flexión.**

El procedimiento del ensayo de resistencia a la flexión se utiliza para evaluar las propiedades mecánicas de materiales, como el hormigón, plásticos y metales, al someterlos a cargas que generan flexión.

El objetivo de este ensayo es determinar el módulo de rotura del hormigón endurecido, según las directrices de la norma MTC E 709. A continuación, se describen los pasos típicos del proceso:

#### **Procedimiento:**

- **Preparación de la Probeta:** Se elabora una probeta con dimensiones específicas, que puede ser rectangular o cuadrada, según las normativas aplicables (por ejemplo, EN ISO 178 para plásticos). La probeta debe ser curada adecuadamente si es de hormigón y debe cumplir con los requisitos dimensionales establecidos.
- **Colocación en la Máquina de Ensayo:** La probeta se coloca en una máquina universal de ensayos, apoyada en dos extremos sobre soportes. Dependiendo del tipo de ensayo, se puede utilizar una configuración de 3 o 4 puntos para aplicar la carga.
- **Configuración del Ensayo:**
- **Ensayo en Tres Puntos:** La probeta descansa sobre dos apoyos y se aplica una carga en el centro. Este método es sencillo y comúnmente utilizado.
- **Ensayo en Cuatro Puntos:** Se colocan dos puntas de carga equidistantes sobre la probeta, lo que permite una distribución más uniforme de la carga entre los puntos de aplicación.
- **Aplicación de la carga:** Se ejerce una carga axial a un ritmo regulado hasta que la probeta falla o alcanza su límite elástico. Se documenta la carga máxima aplicada y se observa la deformación durante este proceso.
- **Registro de Datos:** Se registran los datos relevantes, como la carga máxima y las deformaciones, para determinar características como el módulo de elasticidad y la resistencia a la flexión.

- **Análisis y Reporte:** Finalmente, se analizan los resultados obtenidos y se elaboran informes que incluyen todos los datos relevantes del ensayo, permitiendo evaluar el comportamiento del material bajo condiciones de flexión.

## Figura 6

Resistencia a la flexión



### **Etapas VIII: Evaluación de los resultados.**

La evaluación de los resultados se presenta mediante tablas, que mostrarán los resultados de las comparaciones realizadas en distintos grupos de edad y con diferentes porcentajes.

### **3.7 Procesamiento y análisis de datos**

Los datos obtenidos serán procesados y analizados utilizando herramientas y técnicas, como tablas, gráficos estadísticos, con el fin de facilitar su interpretación y comprensión. Además, los resultados se generarán a través de un proceso experimental riguroso, empleando procedimientos confiables y validados que aseguren una recolección metódica y precisa de los datos, garantizando la fiabilidad de los hallazgos.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados obtenidos

##### Ensayo de análisis granulométrico:

Tabla 4

*Granulometría del agregado grueso*

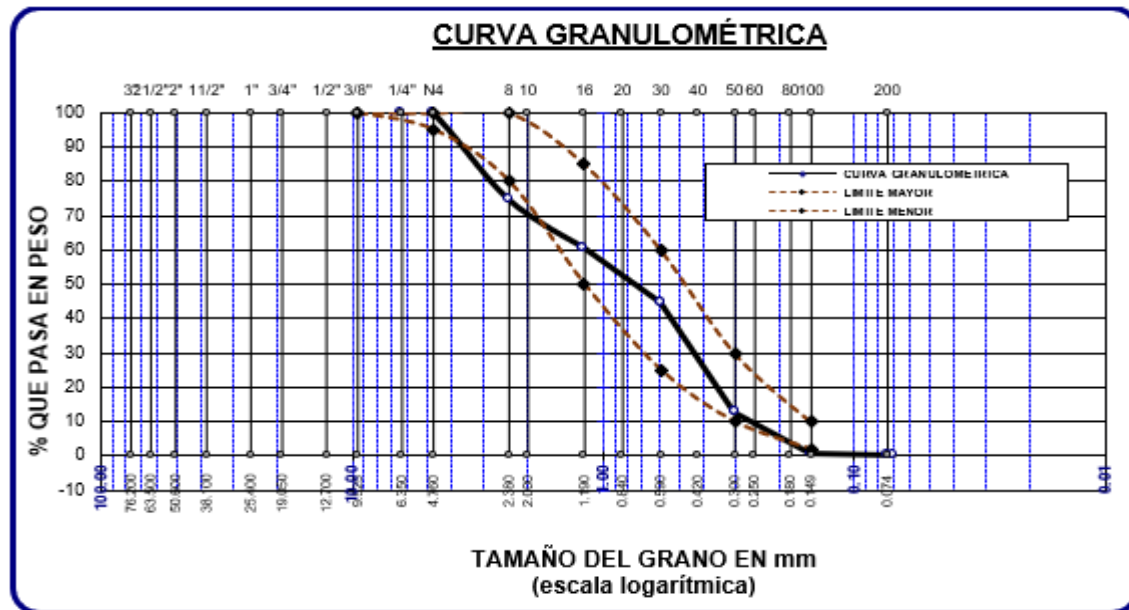
Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especif.
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>	-
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>	-
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>	-
1"	25.400	63.00	1.80	1.80	<b>98.20</b>	<b>100%</b>
3/4"	19.050	458.00	13.09	14.89	<b>85.11</b>	<b>90 - 100%</b>
1/2"	12.700	1123.00	32.09	46.97	<b>53.03</b>	-
3/8"	9.525	574.00	16.40	63.37	<b>36.63</b>	<b>20 - 55 %</b>
No4	4.760	1264.00	36.11	99.49	<b>0.51</b>	<b>0 - 10 %</b>
<b>Base</b>		18.00	0.51	100.00	0.0	
<b>Total</b>		3500.00	100.00			
<b>% Perdida</b>		0.51				

*Nota:* Tomado de los resultados en laboratorio



**Figura 8**

Granulometría del agregado fino



La representación gráfica muestra la distribución granulométrica del material, destacando una gradación uniforme en general, con excepción de la malla N° 8, donde se presentan variaciones.

**Módulo de fineza:**

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos (3" , 1 1/2" , 3/4" , 3/8" , N°4)}}{100}$$

$$MF = 3.06$$

**Contenido de humedad:**

**Tabla 6**

*Humedad de los agregados*

Muestra: agregados	Agregado fino	Agregado grueso
Peso de la muestra húmeda + tarro (gr.)	306.58	442.41
Peso de la muestra seca + tarro (gr.)	292.99	428.25
Peso del tarro (gr.)	51.18	58.84
Peso de la muestra húmeda (gr.)	<b>255.40</b>	<b>382.57</b>
Peso de la muestra seco (gr.)	<b>241.81</b>	<b>368.41</b>
Peso del agua (gr.)	<b>13.59</b>	<b>14.16</b>
<b>% humedad</b>	<b>5.62</b>	<b>3.84</b>

La tabla presenta la humedad registrada en los agregados naturales provenientes de la cantera Isla. El contenido de humedad alcanza un 5.62% en el agregado fino y un 3.84% en el agregado grueso, evidenciando diferencias significativas entre ambos tipos de material.

#### Ensayo peso específico de agregados:

**Tabla 7**

*Peso específico y absorción*

<b>Peso específico y absorción</b>		
	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	Absorción (%)
Arena	2.61	3.52
Grava	2.48	2.15

*Nota:* Sintetizado de los resultados del laboratorio

#### Ensayo de pesos unitarios:

**Tabla 8**

*Pesos unitarios*

<b>Pesos unitarios de los agregados</b>		
	Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	Compactado (gr/cm <sup>3</sup> )
Agregado fino	1.585	1.676
Agregado grueso	1.458	1.575

La tabla presenta los pesos unitarios evaluados en sus estados suelto y compactado. Los resultados indican que el material compactado presenta los valores más altos, reflejando una mayor densidad y estabilidad estructural. Esto es relevante para su aplicación en mezclas de concreto, donde la densidad del agregado puede influir en las propiedades finales del material.

#### 4.1.1. Resultados de un diseño de mezcla de un concreto hidráulico con la adición de acelerante de fragua

##### a. Cantidad de elementos para mezcla de concreto

La siguiente tabla muestra la cantidad de los ingredientes necesarios para 1 m<sup>3</sup> de concreto hidráulico con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 9**

*Dosificación según diseño de mezcla*

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	363.64	1.00	363.64
Agua	200.00	0.55	168.73
A. Grueso	938.66	2.58	974.73
A. Fino	733.27	2.02	774.48
Aire	2.0%		2.0%

En la tabla se detalla la dosificación de los agregados usados en el diseño del concreto, especificando las proporciones en términos de peso y volumen.

##### b. Diseño de mezcla del CP + 1.4% Acelerante de Fragua

**Tabla 10**

*Dosificación del CP + 1.4% AF*

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	363.64	1.00	363.64
Agua	200.00	0.55	168.73
A. Grueso	938.66	2.58	974.73
A. Fino	733.27	2.02	774.48
Aire	2.0%		2.0%
1.4% AF	5.091	0.0140	5.091

La tabla detalla la dosificación de los áridos utilizados en la elaboración de las mezclas de concreto, especificada en peso y volumen. Además, se incluye la adición del 1.4% de AF, equivalente a un peso de 5.09 kg.

**c. Diseño de mezcla del CP + 2.8% Acelerante de Fragua****Tabla 11***Dosificación del CP + 2.8% AF*

<b>Agregado</b>	<b>Dosificación en Peso seco</b>	<b>Proporción en Volumen</b>	<b>Dosificación en Peso húmedo</b>
	(Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	363.64	1.00	363.64
Agua	200.00	0.55	168.73
A. Grueso	938.66	2.58	974.73
A. Fino	733.27	2.02	774.48
Aire	2.0%		2.0%
2.8% AF	10.182	0.0280	10.182

La tabla detalla la dosificación de los áridos utilizados en la elaboración de las mezclas de concreto, especificada en peso y volumen. Además, se incluye la adición del 2.8% de AF, equivalente a un peso de 10.18 kg.

**d. Diseño de mezcla del CP + 4.2% Acelerante de Fragua****Tabla 12***Dosificación del CP + 4.2% AF*

<b>Agregado</b>	<b>Dosificación en Peso seco</b>	<b>Proporción en Volumen</b>	<b>Dosificación en Peso húmedo</b>
	(Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	363.64	1.00	363.64
Agua	200.00	0.55	168.73
A. Grueso	938.66	2.58	974.73
A. Fino	733.27	2.02	774.48
Aire	2.0%		2.0%
4.2% AF	15.273	0.0420	15.273

La tabla detalla la dosificación de los áridos utilizados en la elaboración de las mezclas de concreto, especificada en peso y volumen. Además, se incluye la adición del 4.2% de AF, equivalente a un peso de 15.27 kg.

### 4.1.2. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico con la incorporación de aditivo acelerante de fragua

#### 1) Resistencia a la compresión del CP a 3 días

Tabla 13

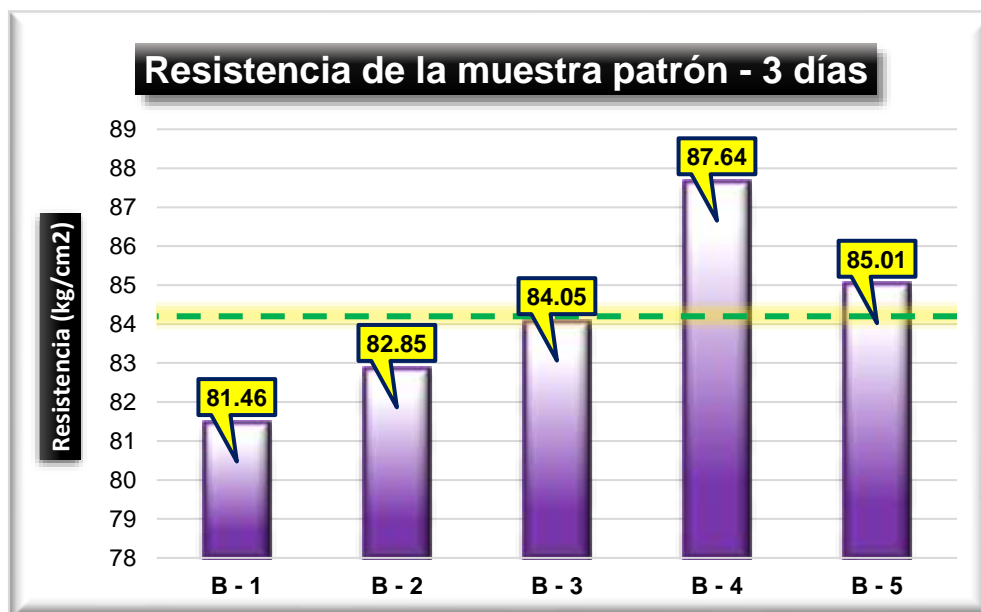
Resistencia del CP

Muestra	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	14357	81.46	84.20 kg/cm <sup>2</sup>	3
B - 2	14602	82.85		3
B - 3	14872	84.05		3
B - 4	15446	87.64		3
B - 5	14982	85.01		3

La tabla muestra los valores alcanzados de la resistencia de la muestra patrón, con un promedio de resistencia 84.20 kg/cm<sup>2</sup> tras 3 días de curado.

Figura 9

Resistencia del CP



La grafica detalla los valores alcanzados en el ensayo de resistencia del CP, evaluada a los 3 días de curado. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia máxima de 87.64 kg/cm<sup>2</sup>.

### 2) Resistencia a la compresión del CP a 7 días

**Tabla 14**

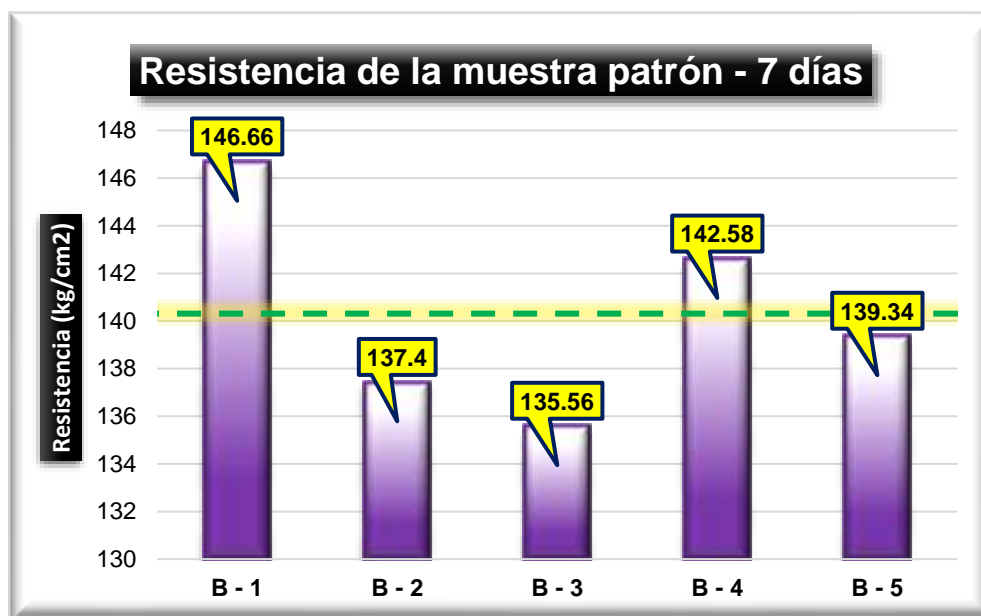
*Resistencia del CP*

Muestra	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	25847	146.66	140.31 kg/cm <sup>2</sup>	7
B - 2	24215	137.40		7
B - 3	23987	135.56		7
B - 4	25129	142.58		7
B - 5	24558	139.34		7

La tabla muestra los valores alcanzados de la resistencia de la muestra patrón, con un promedio de resistencia 140.31 kg/cm<sup>2</sup> tras 7 días de curado.

**Figura 10**

*Resistencia del CP*



La grafica detalla los valores alcanzados en el ensayo de resistencia del CP, evaluada a los 7 días de curado. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia máxima de 146.66 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3) Resistencia a la compresión del CP a 14 días

**Tabla 15**

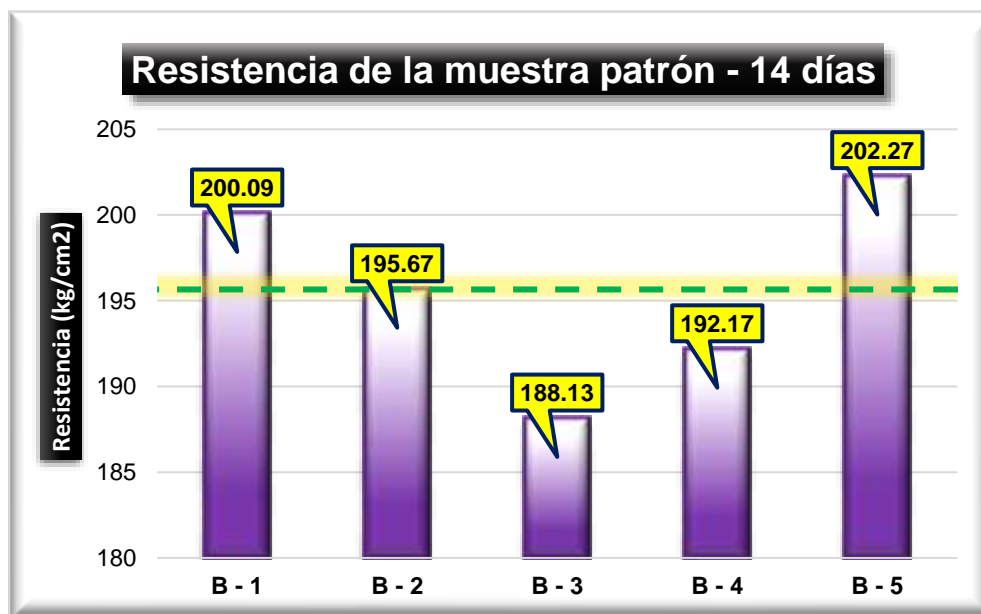
*Resistencia del CP*

Muestra	Carga (Kg)	Esf. Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	35264	200.09	195.66 kg/cm <sup>2</sup>	14
B - 2	34486	195.67		14
B - 3	33289	188.13		14
B - 4	34005	192.17		14
B - 5	35648	202.27		14

La tabla muestra los valores alcanzados de la resistencia de la muestra patrón, con un promedio de resistencia 195.66 kg/cm<sup>2</sup> tras 14 días de curado.

**Figura 11**

*Resistencia del CP*



La grafica detalla los valores alcanzados en el ensayo de resistencia del CP, evaluada a los 14 días de curado. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia máxima de 202.27 kg/cm<sup>2</sup>.

### 4) Resistencia a la compresión del CP a 28 días

Tabla 16

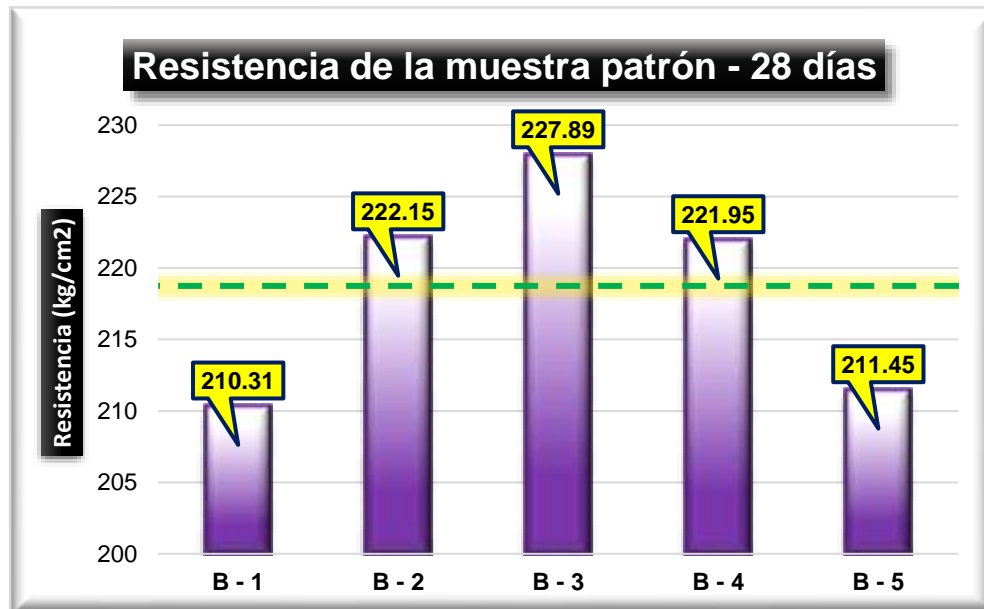
Resistencia del CP

Muestra	Carga (Kg)	Esf. Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	37215	210.31	218.75 kg/cm <sup>2</sup>	28
B - 2	39310	222.15		
B - 3	40165	227.89		
B - 4	39118	221.95		
B - 5	37416	211.45		

La tabla muestra los valores alcanzados de la resistencia de la muestra patrón, con un promedio de resistencia 218.75 kg/cm<sup>2</sup> tras 28 días de curado.

Figura 12

Resistencia del CP



La grafica detalla los valores alcanzados en el ensayo de resistencia del CP, evaluada a los 28 días de curado. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia máxima de 227.89 kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.1.2.1. Resistencia a la compresión del CP + Acelerante de fragua

#### 1) Resistencia del CP + 1.4% AF a 3 días

Tabla 17

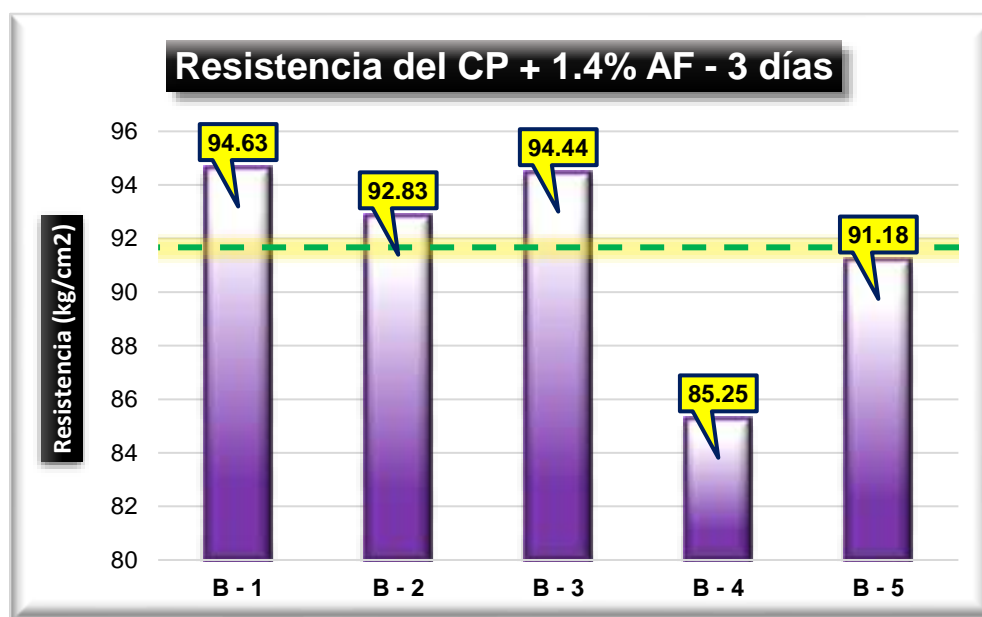
*Resistencia del CP + 1.4% AF*

Muestra	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	16745	94.63	91.67 kg/cm <sup>2</sup>	3
B - 2	16361	92.83		
B - 3	16645	94.44		
B - 4	15025	85.25		
B - 5	16134	91.18		

La tabla muestra los esfuerzos de rotura del CP con la inclusión de 1.4% AF, alcanzando un promedio de 91.67 kg/cm<sup>2</sup> luego de 3 días de curado.

Figura 13

*Resistencia del CP + 1.4% AF*



La grafica presenta los resultados adquiridos en la resistencia del CP con la adición de 1.4% AF, después de 3 días de curación. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia alta de 94.63 kg/cm<sup>2</sup>.

### 2) Resistencia del CP + 1.4% AF a 7 días

**Tabla 18**

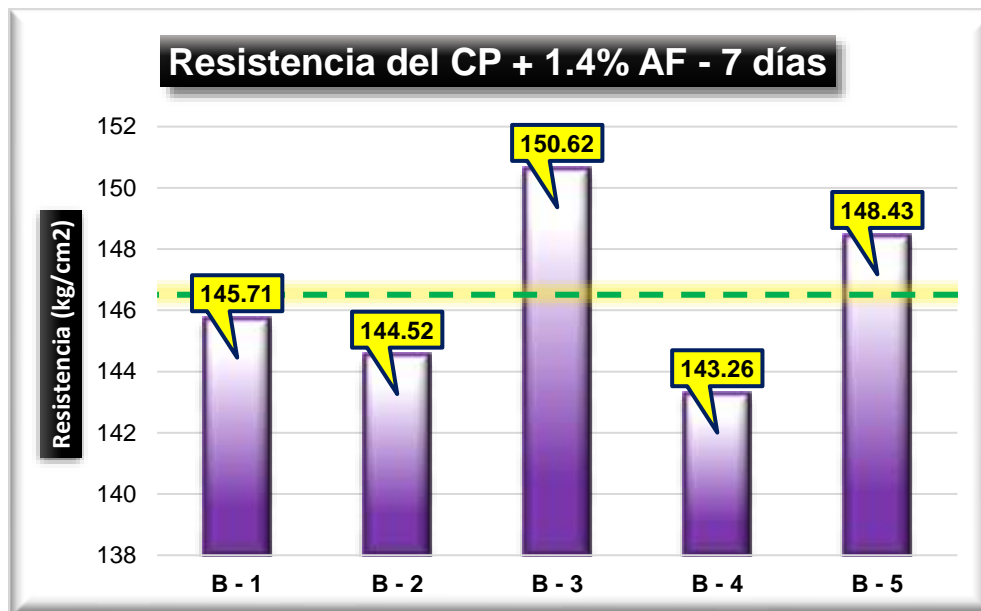
*Resistencia del CP + 1.4% AF*

Muestra	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	25784	145.71	146.51 kg/cm <sup>2</sup>	7
B - 2	25471	144.52		
B - 3	26545	150.62		
B - 4	25249	143.26		
B - 5	26265	148.43		

La tabla muestra los esfuerzos de rotura del CP con la inclusión de 1.4% AF, alcanzando un promedio de 146.51 kg/cm<sup>2</sup> luego de 7 días de curado.

**Figura 14**

*Resistencia del CP + 1.4% AF*



La grafica presenta los resultados adquiridos en la resistencia del CP con la adición de 1.4% AF, después de 7 días de curación. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia alta de 150.62 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3) Resistencia del CP + 1.4% AF a 14 días

Tabla 19

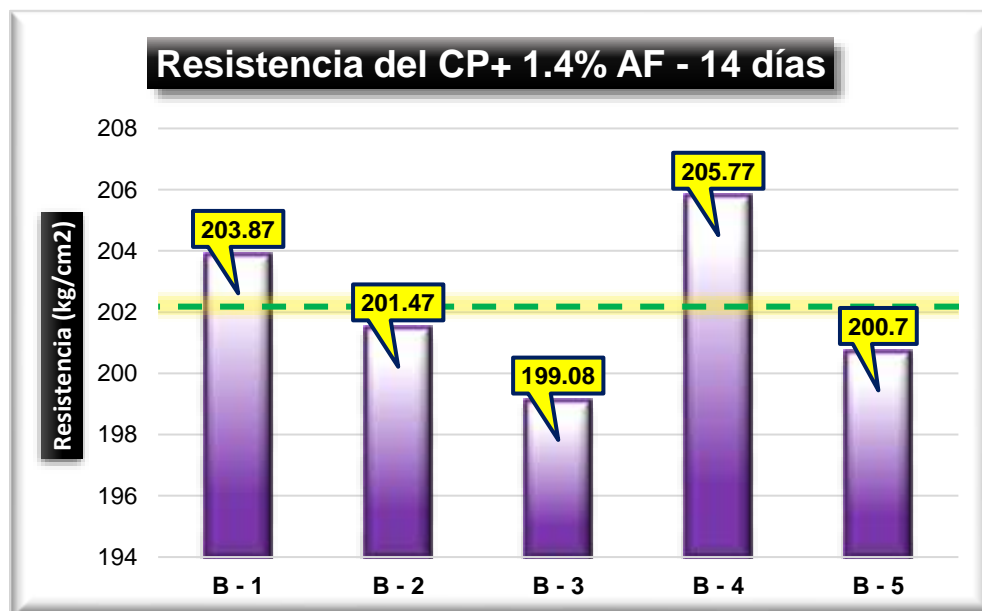
*Resistencia del CP + 1.4% AF*

Muestra	Carga (Kg)	Esf. Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	36075	203.87	202.18 kg/cm <sup>2</sup>	14
B - 2	35651	201.47		
B - 3	35087	199.08		
B - 4	36265	205.77		
B - 5	35514	200.70		

La tabla muestra los esfuerzos de rotura del CP con la inclusión de 1.4% AF, alcanzando un promedio de 202.18 kg/cm<sup>2</sup> luego de 14 días de curado.

Figura 15

*Resistencia del CP + 1.4% AF*



La grafica presenta los resultados adquiridos en la resistencia del CP con la adición de 1.4% AF, después de 14 días de curación. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia alta de 205.77 kg/cm<sup>2</sup>.

### 4) Resistencia del CP + 1.4% AF a 28 días

**Tabla 20**

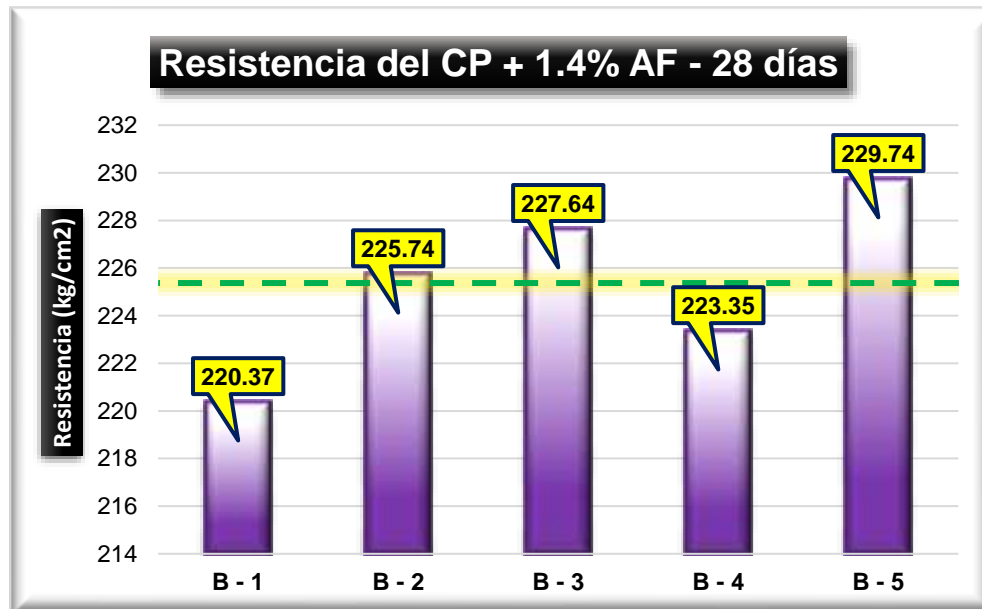
*Resistencia del CP + 1.4% AF*

Muestra	Carga (Kg)	Esf. Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	38995	220.37	225.37 kg/cm <sup>2</sup>	28
B - 2	39786	225.74		28
B - 3	40120	227.64		28
B - 4	39364	223.35		28
B - 5	40653	229.74		28

La tabla muestra los esfuerzos de rotura del CP con la inclusión de 1.4% AF, alcanzando un promedio de 225.37 kg/cm<sup>2</sup> luego de 28 días de curado.

**Figura 16**

*Resistencia del CP + 1.4% AF*



La grafica presenta los resultados adquiridos en la resistencia del CP con la adición de 1.4% AF, después de 28 días de curación. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia alta de 229.74 kg/cm<sup>2</sup>.

## 5) Resistencia del CP + 2.8% AF a 3 Días

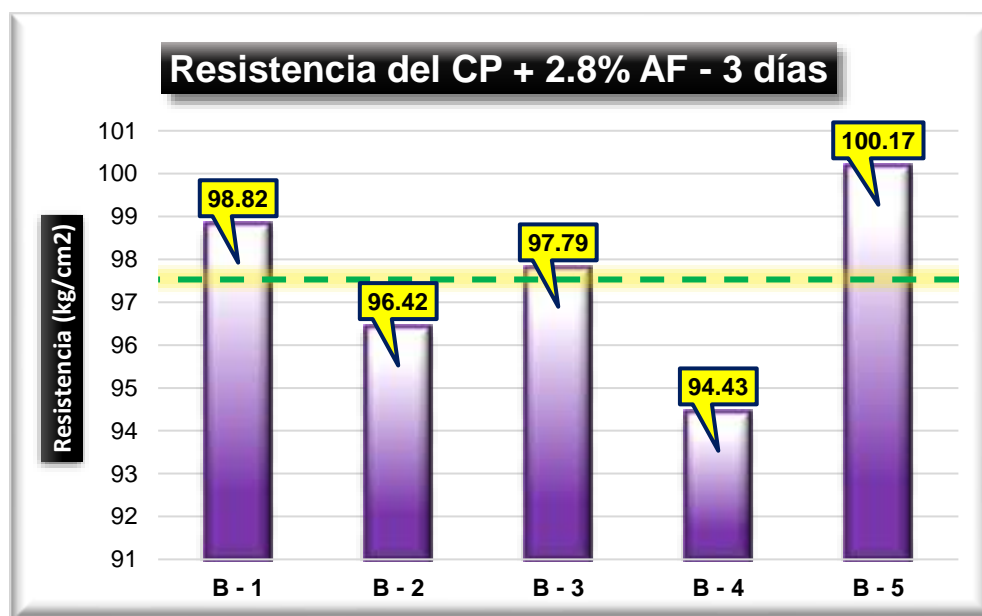
Tabla 21

*Resistencia del CP + 2.8% AF*

Muestra	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	17487	98.82	97.53 kg/cm <sup>2</sup>	3
B - 2	16994	96.42		
B - 3	17234	97.79		
B - 4	16642	94.43		
B - 5	17725	100.17		

La tabla muestra los esfuerzos de rotura del CP con la inclusión de 2.8% AF, alcanzando un promedio de 97.53 kg/cm<sup>2</sup> luego de 3 días de curado.

Figura 17

*Resistencia del CP + 2.8% AF*

La grafica presenta los resultados adquiridos en la resistencia del CP con la adición de 2.8% AF, después de 3 días de curación. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia alta de 100.17 kg/cm<sup>2</sup>.

### 6) Resistencia del CP + 2.8% AF a 7 Días

**Tabla 22**

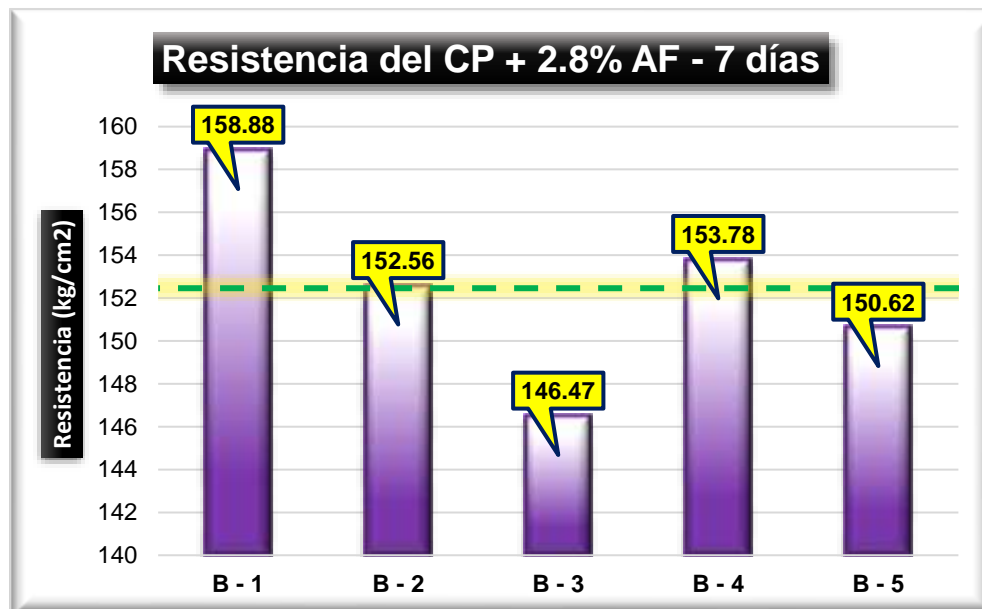
*Resistencia del CP + 2.8% AF*

Muestra	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	28113	158.88	152.46 kg/cm <sup>2</sup>	7
B - 2	26887	152.56		
B - 3	25814	146.47		
B - 4	27103	153.78		
B - 5	26652	150.62		

La tabla muestra los esfuerzos de rotura del CP con la inclusión de 2.8% AF, alcanzando un promedio de 152.46 kg/cm<sup>2</sup> luego de 7 días de curado.

**Figura 18**

*Resistencia del CP + 2.8% AF*



La grafica presenta los resultados adquiridos en la resistencia del CP con la adición de 2.8% AF, después de 7 días de curación. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia alta de 158.88 kg/cm<sup>2</sup>.

### 7) Resistencia del CP + 2.8% AF a 14 Días

**Tabla 23**

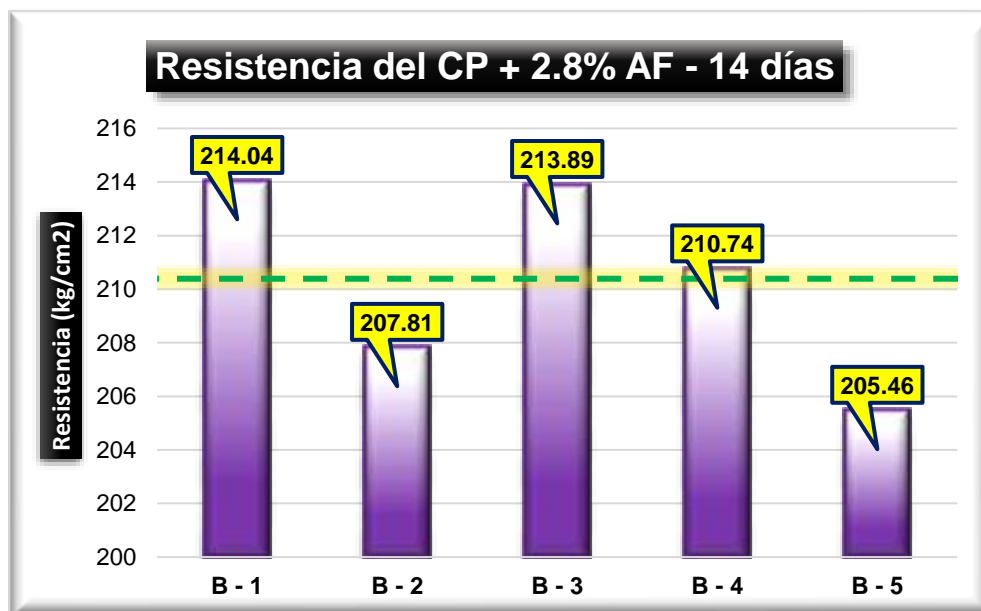
*Resistencia del CP + 2.8% AF*

Muestra	Carga (Kg)	Esf. Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	37724	214.04	210.39 kg/cm <sup>2</sup>	14
B - 2	36625	207.81		
B - 3	37847	213.89		
B - 4	37142	210.74		
B - 5	36211	205.46		

La tabla muestra los esfuerzos de rotura del CP con la inclusión de 2.8% AF, alcanzando un promedio de 210.39 kg/cm<sup>2</sup> luego de 14 días de curado.

**Figura 19**

*Resistencia del CP + 2.8% AF*



La grafica presenta los resultados adquiridos en la resistencia del CP con la adición de 2.8% AF, después de 14 días de curación. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia alta de 214.04 kg/cm<sup>2</sup>.

### 8) Resistencia del CP + 2.8% AF a 28 Días

**Tabla 24**

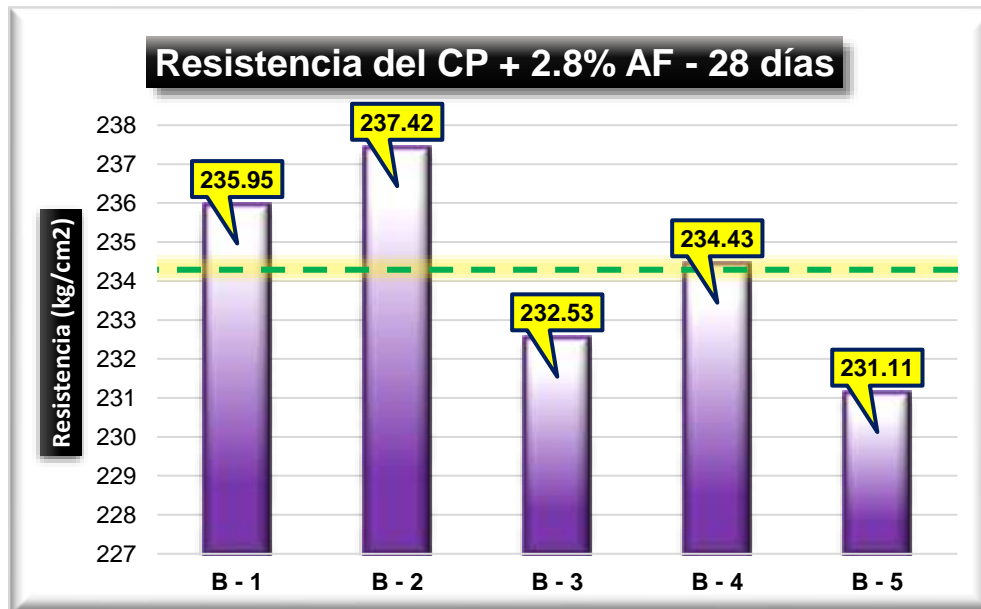
*Resistencia del CP + 2.8% AF*

Muestra	Carga (Kg)	Esf. Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	41751	235.95	234.29 kg/cm <sup>2</sup>	28
B - 2	42012	237.42		
B - 3	40982	232.53		
B - 4	41317	234.43		
B - 5	40895	231.11		

La tabla muestra los esfuerzos de rotura del CP con la inclusión de 2.8% AF, alcanzando un promedio de 234.29 kg/cm<sup>2</sup> luego de 28 días de curado.

**Figura 20**

*Resistencia del CP + 2.8% AF*



La grafica presenta los resultados adquiridos en la resistencia del CP con la adición de 2.8% AF, después de 28 días de curación. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia alta de 237.42 kg/cm<sup>2</sup>.

### 9) Resistencia del CP + 4.2% AF a 3 Días

**Tabla 25**

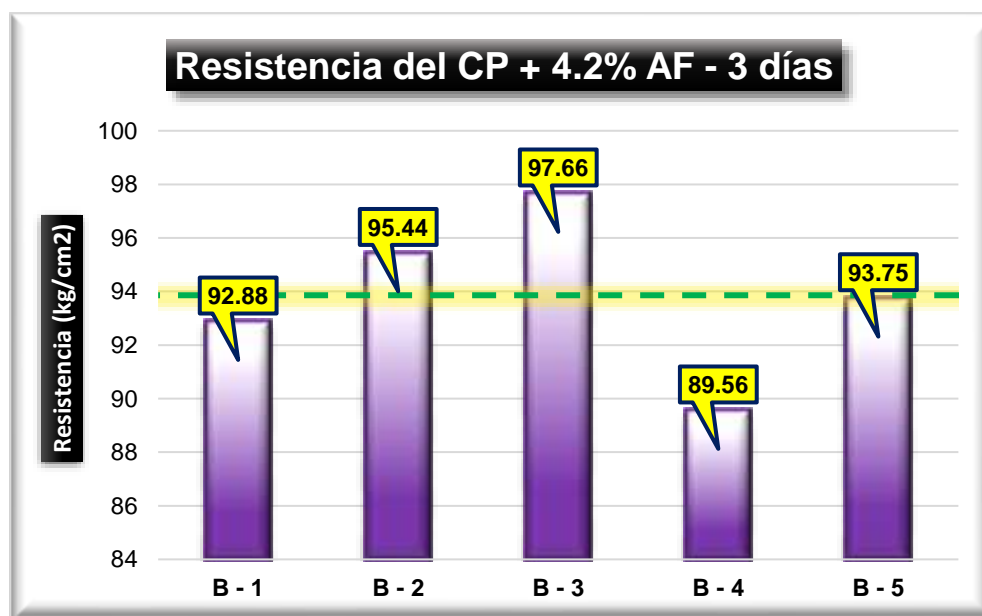
*Resistencia del CP + 4.2% AF*

Muestra	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	16435	92.88	93.86 kg/cm <sup>2</sup>	3
B - 2	16821	95.44		3
B - 3	17212	97.66		3
B - 4	15847	89.56		3
B - 5	16523	93.75		3

La tabla muestra los esfuerzos de rotura del CP con la inclusión de 4.2% AF, alcanzando un promedio de 93.86 kg/cm<sup>2</sup> luego de 3 días de curado.

**Figura 21**

*Resistencia del CP + 4.2% AF*



La grafica presenta los resultados adquiridos en la resistencia del CP con la adición de 4.2% AF, después de 3 días de curación. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia alta de 97.66 kg/cm<sup>2</sup>.

### 10) Resistencia del CP + 4.2% AF a 7 Días

**Tabla 26**

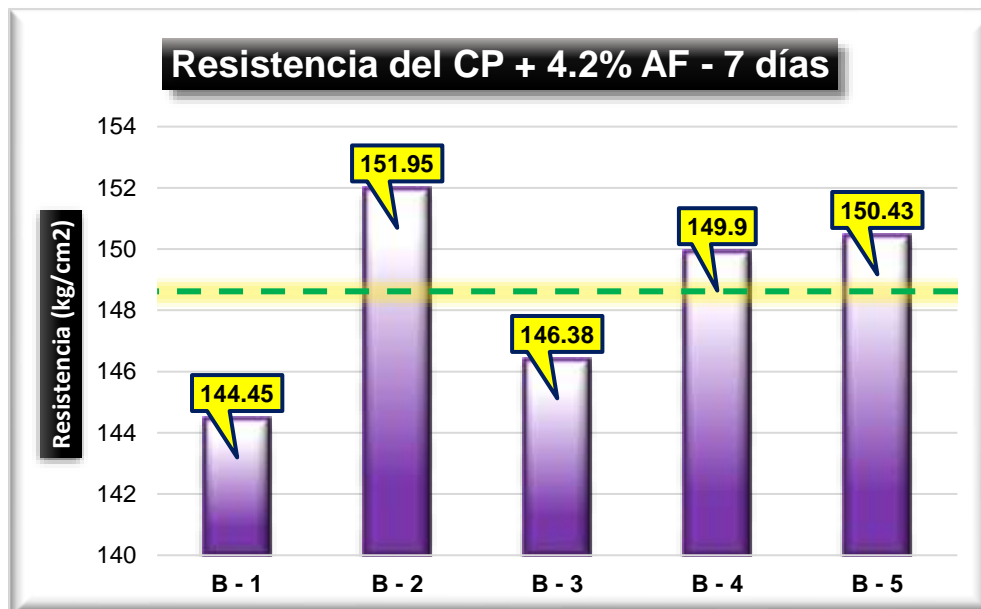
*Resistencia del CP + 4.2% AF*

Muestra	Carga (kg)	Esf. Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	25561	144.45	148.62 kg/cm <sup>2</sup>	7
B - 2	26780	151.95		
B - 3	25798	146.38		
B - 4	26524	149.90		
B - 5	26512	150.43		

La tabla muestra los esfuerzos de rotura del CP con la inclusión de 4.2% AF, alcanzando un promedio de 148.62 kg/cm<sup>2</sup> luego de 7 días de curado.

**Figura 22**

*Resistencia del CP + 4.2% AF*



La grafica presenta los resultados adquiridos en la resistencia del CP con la adición de 4.2% AF, después de 7 días de curación. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia alta de 151.95 kg/cm<sup>2</sup>.

### 11) Resistencia del CP + 4.2% AF a 14 Días

**Tabla 27**

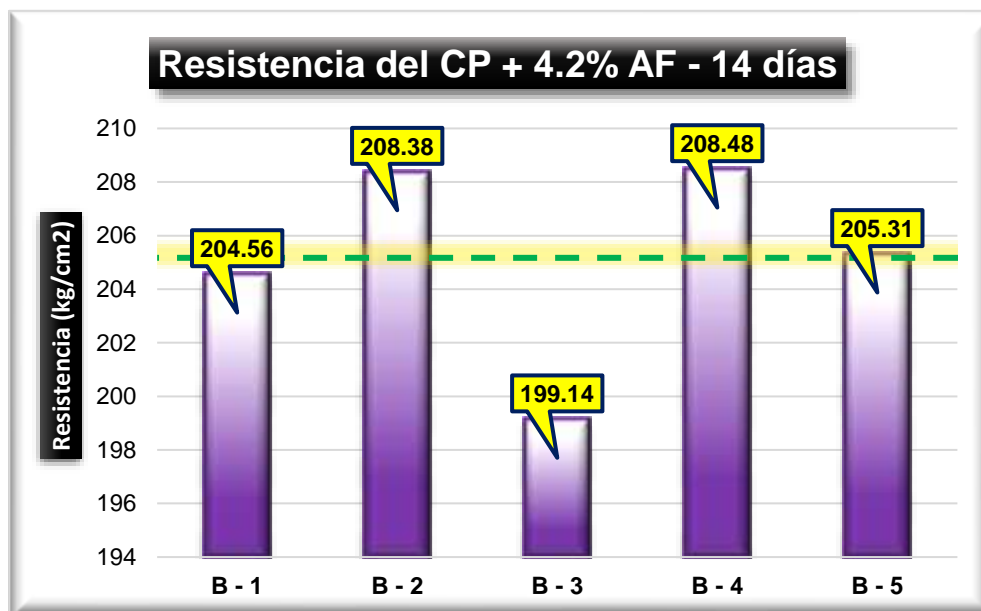
*Resistencia del CP + 4.2% AF*

Muestra	Carga (Kg)	Esf. Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	36052	204.56	205.17 kg/cm <sup>2</sup>	14
B - 2	36725	208.38		
B - 3	35238	199.14		
B - 4	36890	208.48		
B - 5	36185	205.31		

La tabla muestra los esfuerzos de rotura del CP con la inclusión de 4.2% AF, alcanzando un promedio de 205.17 kg/cm<sup>2</sup> luego de 14 días de curado.

**Figura 23**

*Resistencia del CP + 4.2% AF*



La grafica presenta los resultados adquiridos en la resistencia del CP con la adición de 4.2% AF, después de 14 días de curación. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia alta de 208.48 kg/cm<sup>2</sup>.

### 12) Resistencia del CP + 4.2% AF a 28 Días

**Tabla 28**

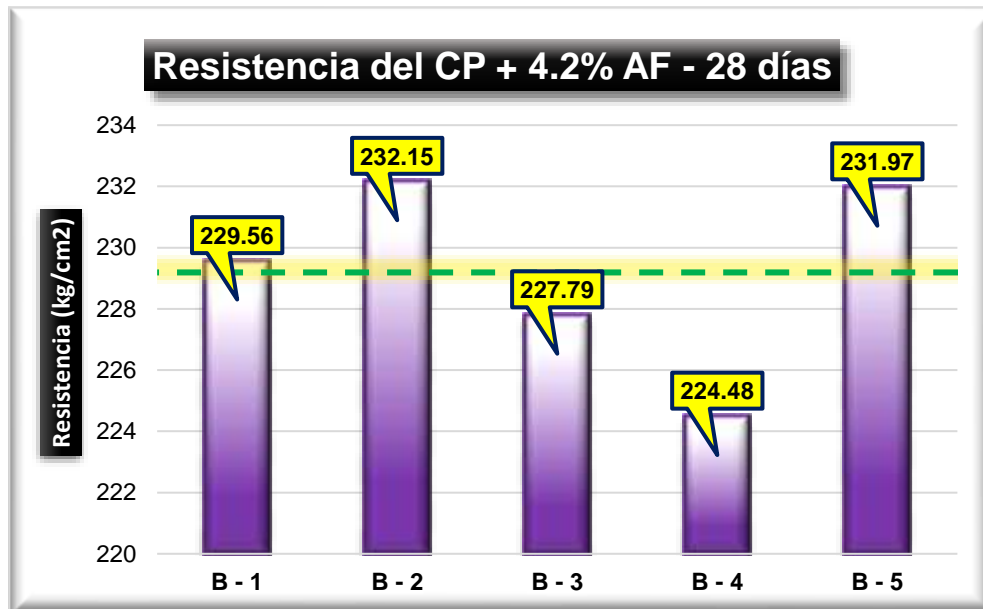
*Resistencia del CP + 4.2% AF*

Muestra	Carga (Kg)	Esf. Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia	Edad días
B - 1	40458	229.56	229.19 kg/cm <sup>2</sup>	28
B - 2	40915	232.15		
B - 3	40362	227.79		
B - 4	39563	224.48		
B - 5	41047	231.97		

La tabla muestra los esfuerzos de rotura del CP con la inclusión de 4.2% AF, alcanzando un promedio de 229.19 kg/cm<sup>2</sup> luego de 28 días de curado.

**Figura 24**

*Resistencia del CP + 4.2% AF*



La grafica presenta los resultados adquiridos en la resistencia del CP con la adición de 4.2% AF, después de 28 días de curación. Los datos destacan que se obtuvo una resistencia alta de 232.15 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.1.2.2. Comparación de resistencias a la compresión de CP y %AF

##### a. Comparación de la compresión del CP + AF a los 3 días

Tabla 29

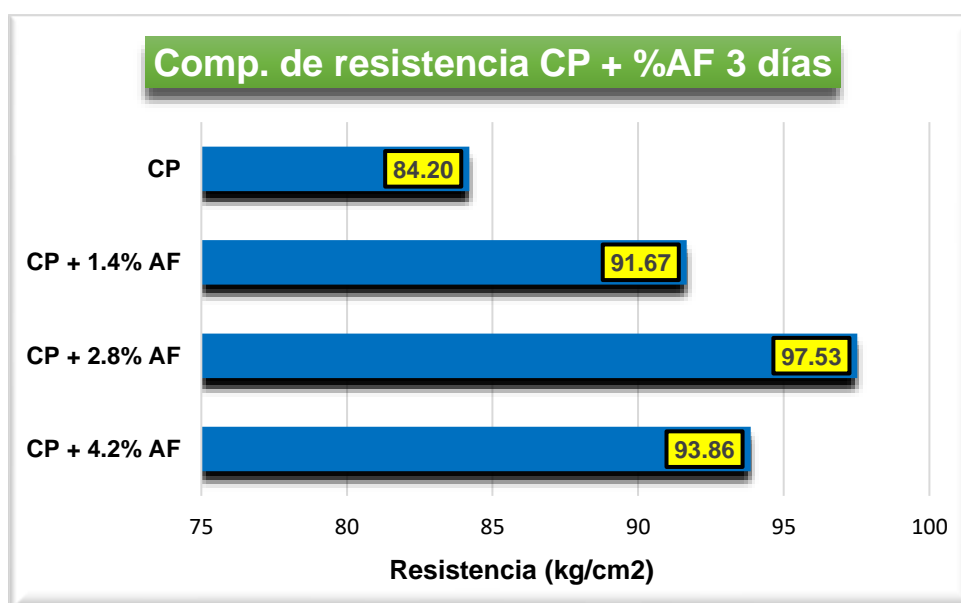
*Resistencias alcanzadas con AF*

Muestra	Esf. Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Edad días
CP	84.20	3
CP + 1.4% AF	91.67	3
CP + 2.8% AF	97.53	3
CP + 4.2% AF	93.86	3

La tabla presenta las resistencias obtenidas al aplicar acelerante de fraguado al concreto. Los resultados indican un incremento en la resistencia, excepto en la última adición de un 4.2% de AF, donde se observa una tendencia a la disminución.

Figura 25

*Resumen de las resistencias + % AF*



La gráfica presenta un resumen de las resistencias obtenidas con la incorporación de acelerante de fraguado, evidenciando un aumento significativo en los valores de resistencia. El mejor desempeño se logró con una adición óptima del 2.8% de AF.

### b. Comparación de la compresión del concreto + AF a los 7 Días

**Tabla 30**

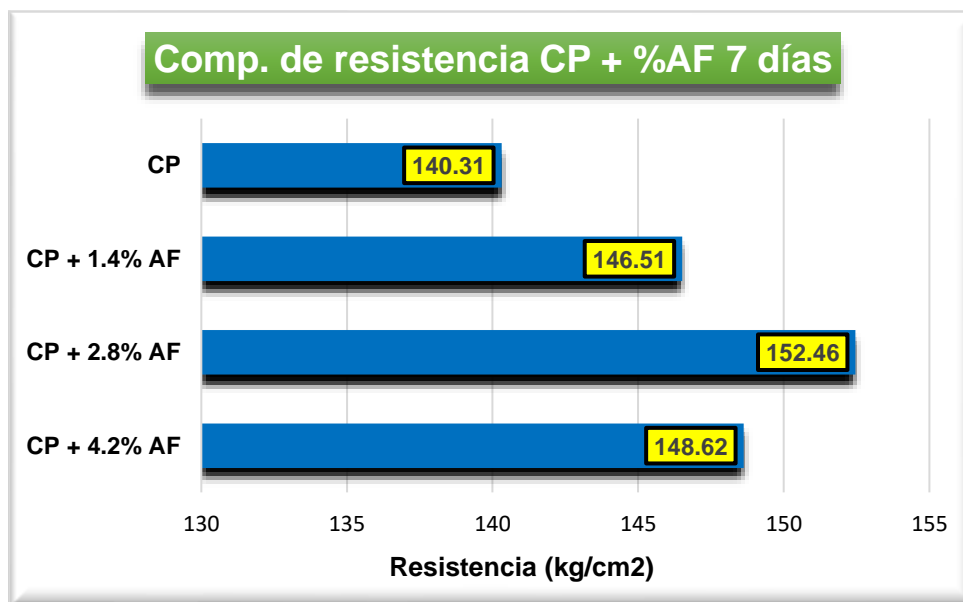
*Resistencias alcanzadas con AF*

Muestra	Esf. Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Edad días
CP	140.31	7
CP + 1.4% AF	146.51	7
CP + 2.8% AF	152.46	7
CP + 4.2% AF	148.62	7

La tabla presenta las resistencias obtenidas al aplicar acelerante de fraguado al concreto. Los resultados indican un incremento en la resistencia, excepto en la última adición de un 4.2% de AF, donde se observa una tendencia a la disminución.

**Figura 26**

*Resumen de las resistencias + % AF*



La gráfica presenta un resumen de las resistencias obtenidas con la incorporación de acelerante de fraguado, evidenciando un aumento significativo en los valores de resistencia. El mejor desempeño se logró con una adición óptima del 2.8% de AF.

### c. Comparación de la compresión del concreto + AF a los 14 Días

**Tabla 31**

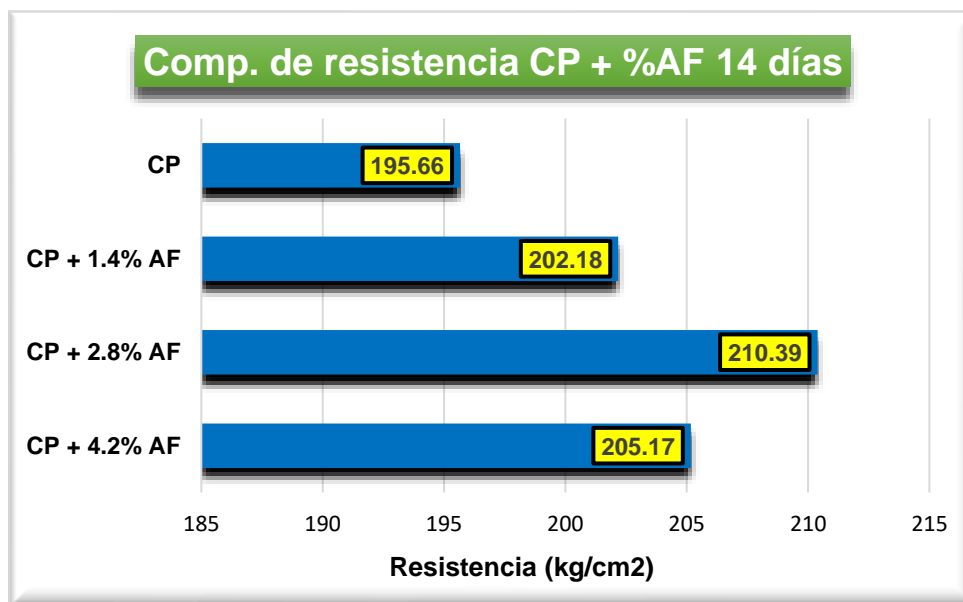
*Resistencias alcanzadas con AF*

Muestra	Esf. Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Edad días
CP	195.66	14
CP + 1.4% AF	202.18	14
CP + 2.8% AF	210.39	14
CP + 4.2% AF	205.17	14

La tabla presenta las resistencias obtenidas al aplicar acelerante de fraguado al concreto. Los resultados indican un incremento en la resistencia, excepto en la última adición de un 4.2% de AF, donde se observa una tendencia a la disminución.

**Figura 27**

*Resumen de las resistencias + % AF*



La gráfica presenta un resumen de las resistencias obtenidas con la incorporación de acelerante de fraguado, evidenciando un aumento significativo en los valores de resistencia. El mejor desempeño se logró con una adición óptima del 2.8% de AF.

### d. Comparación de la Compresión del Concreto + AF a los 28 Días

**Tabla 32**

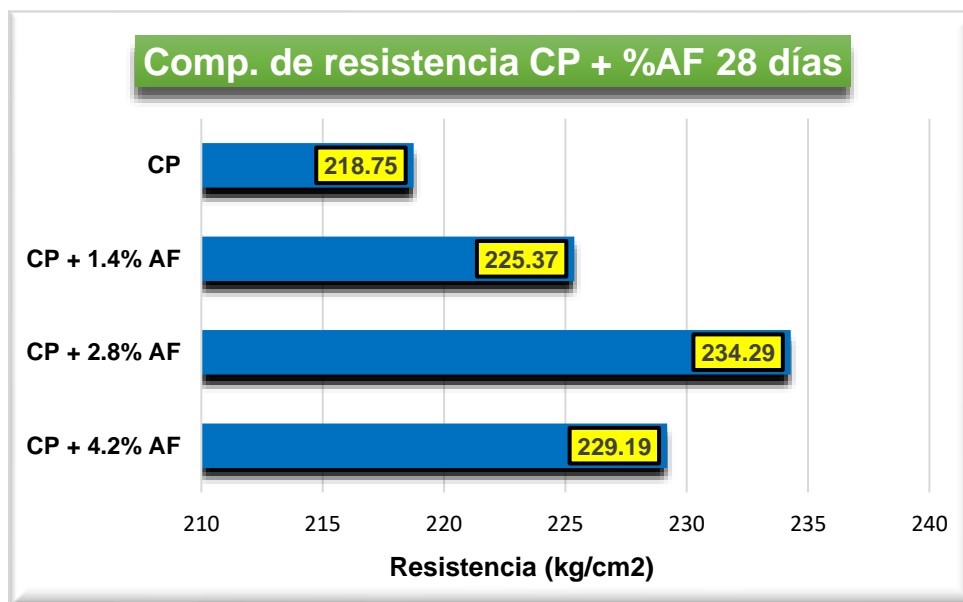
*Resistencias alcanzadas con AF*

Muestra	Esf. Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Edad días
CP	218.75	28
CP + 1.4% AF	225.37	28
CP + 2.8% AF	234.29	28
CP + 4.2% AF	229.19	28

La tabla presenta las resistencias obtenidas al aplicar acelerante de fraguado al concreto. Los resultados indican un incremento en la resistencia, excepto en la última adición de un 4.2% de AF, donde se observa una tendencia a la disminución.

**Figura 28**

*Resumen de las resistencias + % AF*



La gráfica presenta un resumen de las resistencias obtenidas con la incorporación de acelerante de fraguado, evidenciando un aumento significativo en los valores de resistencia. El mejor desempeño se logró con una adición óptima del 2.8% de AF.

### 4.1.3. Resultados de la resistencia a la flexión del concreto hidráulico con la incorporación de aditivo acelerante de fragua

#### 1. Resistencia a la flexión de la muestra patrón a 3 Días

Tabla 33

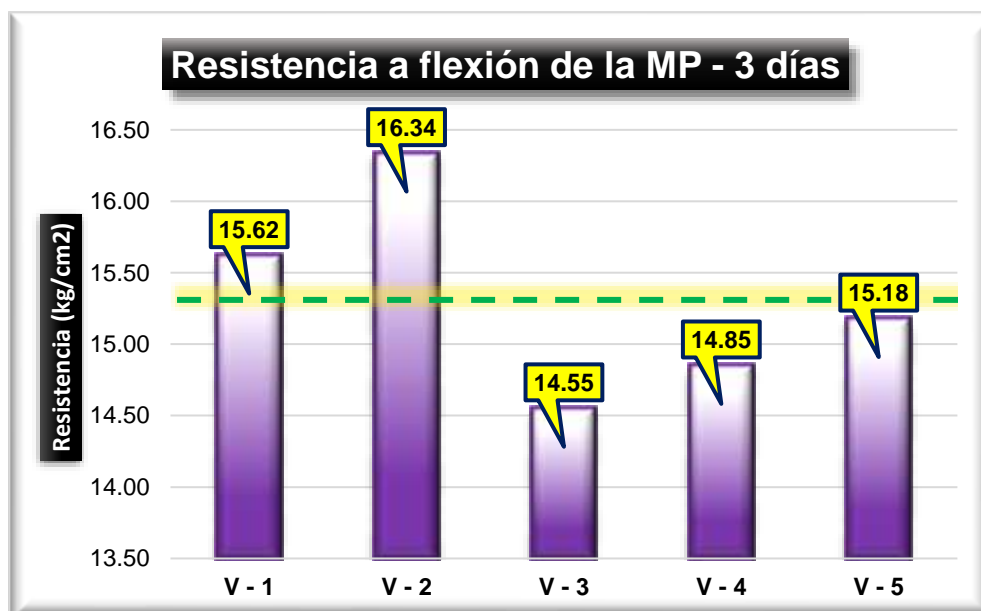
Resistencia a la flexión del CP

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	1051.02	15.623	15.31 kg/cm <sup>2</sup>	3
V - 2	1102.75	16.337		3
V - 3	982.16	14.551		3
V - 4	1002.47	14.851		3
V - 5	1024.60	15.179		3

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 3 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

Figura 29

Resistencia a la flexión del CP



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 3 días de curado, con una media de 15.31 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados permiten analizar el rendimiento mecánico del material.

### 2. Resistencia a la flexión de la muestra patrón a 7 Días

**Tabla 34**

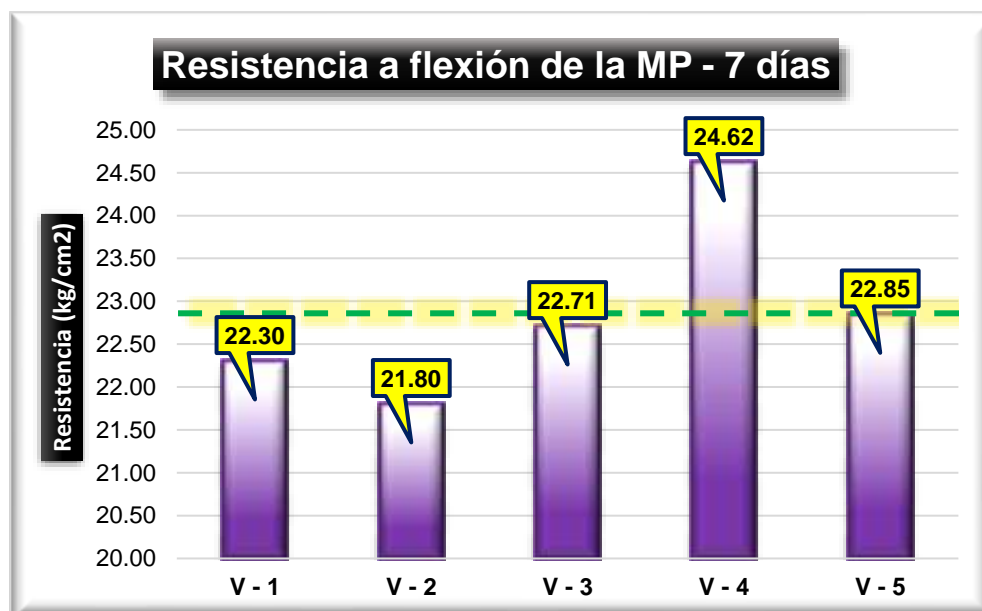
*Resistencia a la flexión del CP*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	1500.45	22.303	22.86 kg/cm <sup>2</sup>	7
V - 2	1471.64	21.802		7
V - 3	1533.02	22.711		7
V - 4	1662.14	24.624		7
V - 5	1542.15	22.847		7

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 7 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

**Figura 30**

*Resistencia a la flexión del CP*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 7 días de curado, con una media de 22.86 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados permiten analizar el rendimiento mecánico del material.

### 3. Resistencia a la flexión de la muestra patrón a 14 Días

**Tabla 35**

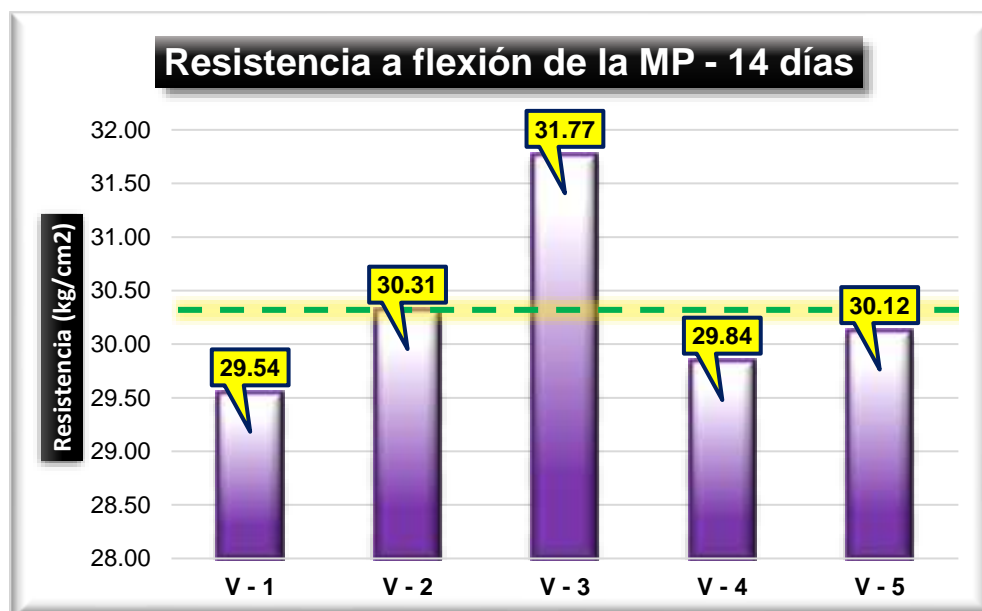
*Resistencia a la flexión del CP*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	1987.35	29.541	30.32 kg/cm <sup>2</sup>	14
V - 2	2046.13	30.313		14
V - 3	2144.27	31.767		14
V - 4	2014.01	29.837		14
V - 5	2033.26	30.122		14

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 14 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

**Figura 31**

*Resistencia a la flexión del CP*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 14 días de curado, con una media de 30.32 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados permiten analizar el rendimiento mecánico del material.

#### 4. Resistencia a la flexión de la muestra patrón a 28 Días

Tabla 36

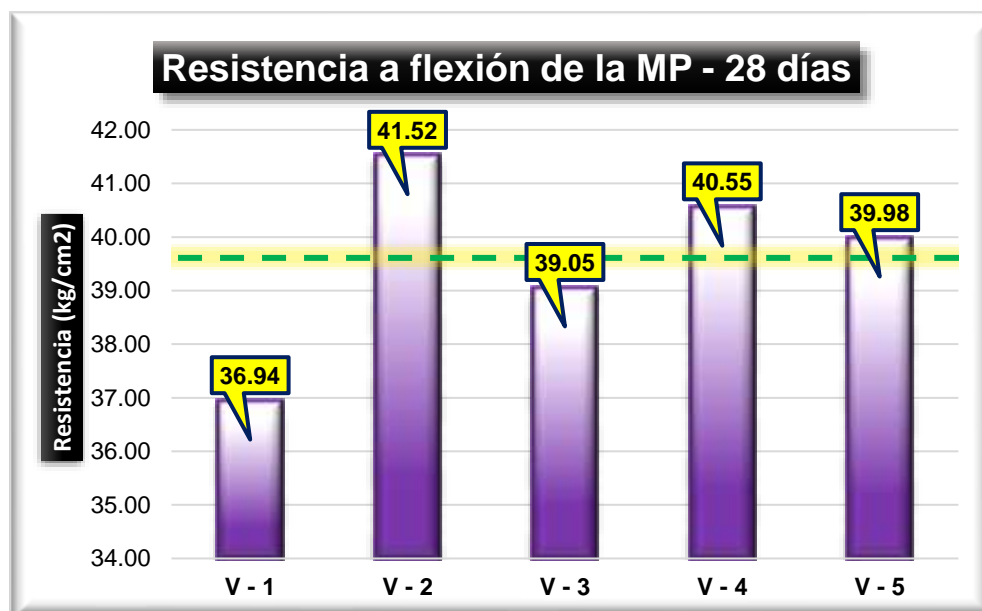
*Resistencia a la flexión del CP*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	2484.89	36.936	39.61 kg/cm <sup>2</sup>	28
V - 2	2802.34	41.516		
V - 3	2635.81	39.049		
V - 4	2737.37	40.554		
V - 5	2698.56	39.979		

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 28 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

Figura 32

*Resistencia a la flexión del CP*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 28 días de curado, con una media de 39.61 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados permiten analizar el rendimiento mecánico del material.

### 5. Resistencia a la flexión de CP + 1.4% AF a 3 Días

**Tabla 37**

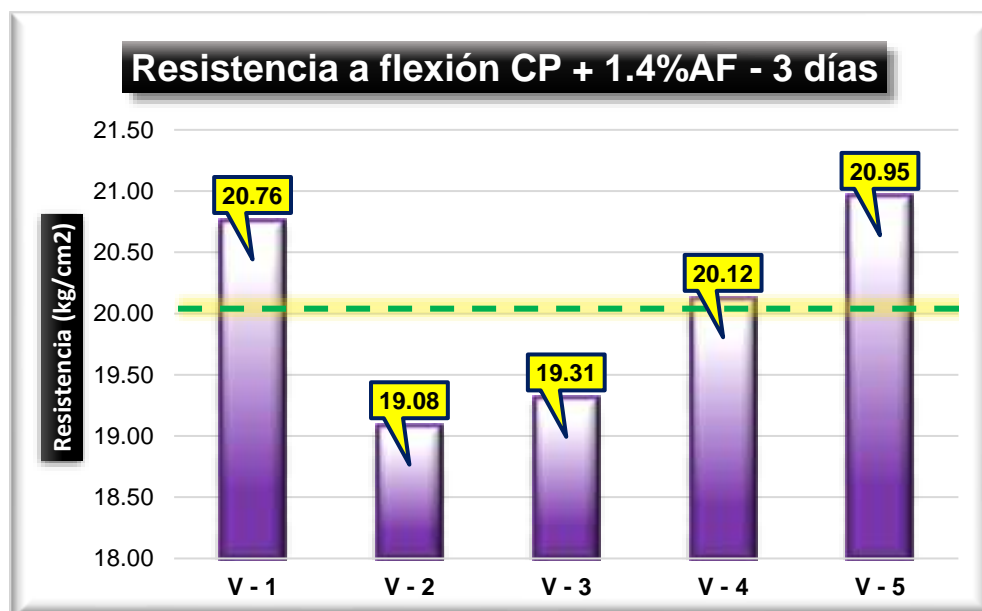
*Resistencia a la flexión del CP*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	1396.34	20.756	20.04 kg/cm <sup>2</sup>	3
V - 2	1287.91	19.080		3
V - 3	1303.25	19.307		3
V - 4	1358.12	20.120		3
V - 5	1414.33	20.953		3

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 3 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

**Figura 33**

*Variación de la resistencia del CP*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 3 días de curado, con una media de 20.04 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 1.4%AF. Estos valores analizan el rendimiento mecánico del material.

### 6. Resistencia a la flexión de CP + 1.4% AF a 7 Días

**Tabla 38**

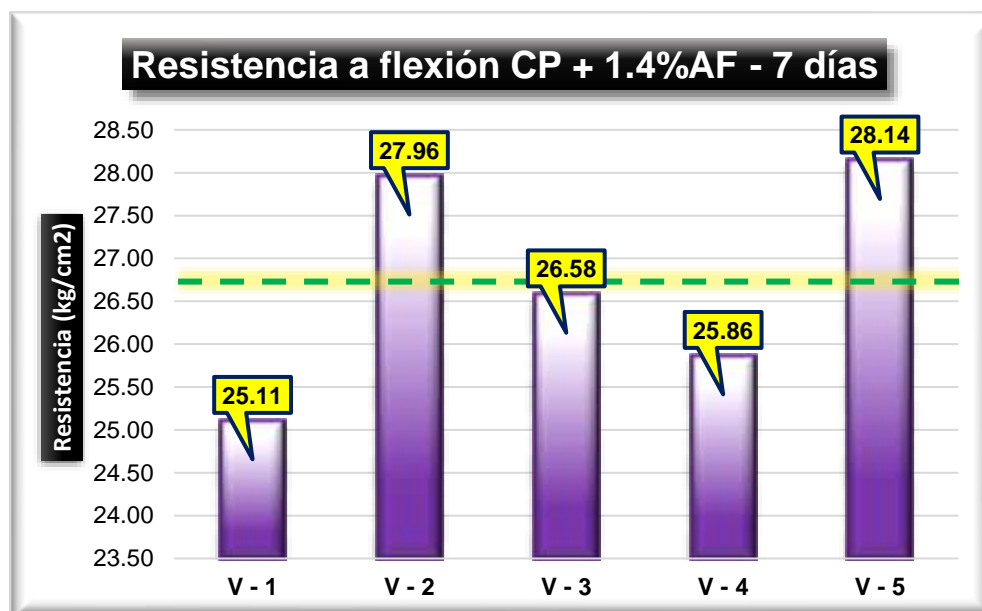
*Resistencia a la flexión del CP + 1.4%*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	1688.95	25.105	26.73 kg/cm <sup>2</sup>	7
V - 2	1887.32	27.960		
V - 3	1794.21	26.581		
V - 4	1745.77	25.863		
V - 5	1899.57	28.142		

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 7 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

**Figura 34**

*Resistencia a la flexión del CP + 1.4% AF*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 7 días de curado, con una media de 26.73 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 1.4%AF. Estos valores analizan el rendimiento mecánico del material.

### 7. Resistencia a la flexión de CP + 1.4% AF a 14 Días

**Tabla 39**

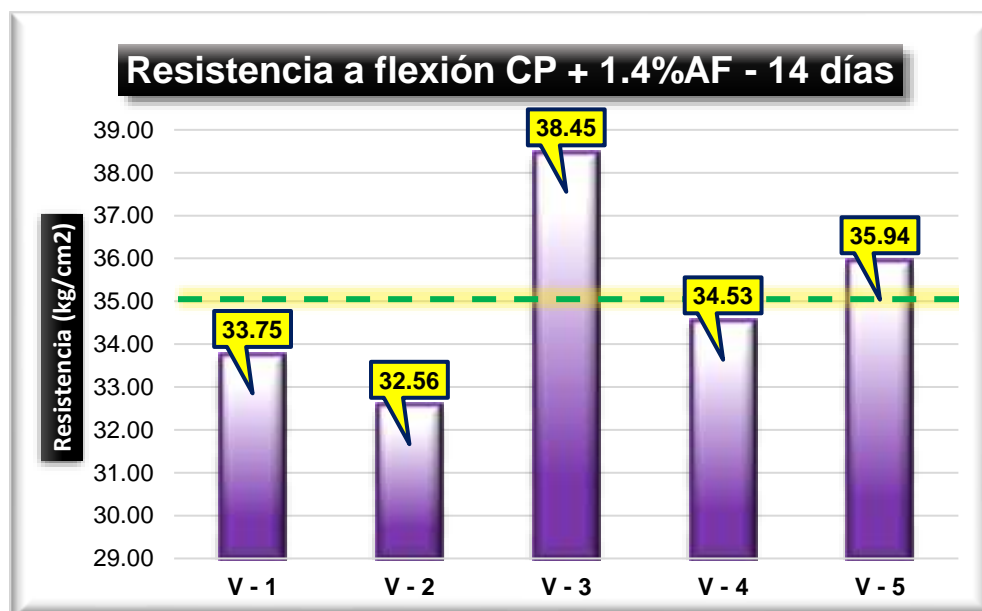
*Resistencia a la flexión del CP + 1.4% AF*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	2270.45	33.749	35.05 kg/cm <sup>2</sup>	14
V - 2	2198.01	32.563		
V - 3	2595.48	38.452		
V - 4	2331.00	34.533		
V - 5	2425.64	35.935		

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 14 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

**Figura 35**

*Resistencia a la flexión del CP + 1.4% AF*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 14 días de curado, con una media de 35.05 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 1.4%AF. Estos valores analizan el rendimiento mecánico del material.

### 8. Resistencia a la flexión de CP + 1.4% AF a 28 Días

**Tabla 40**

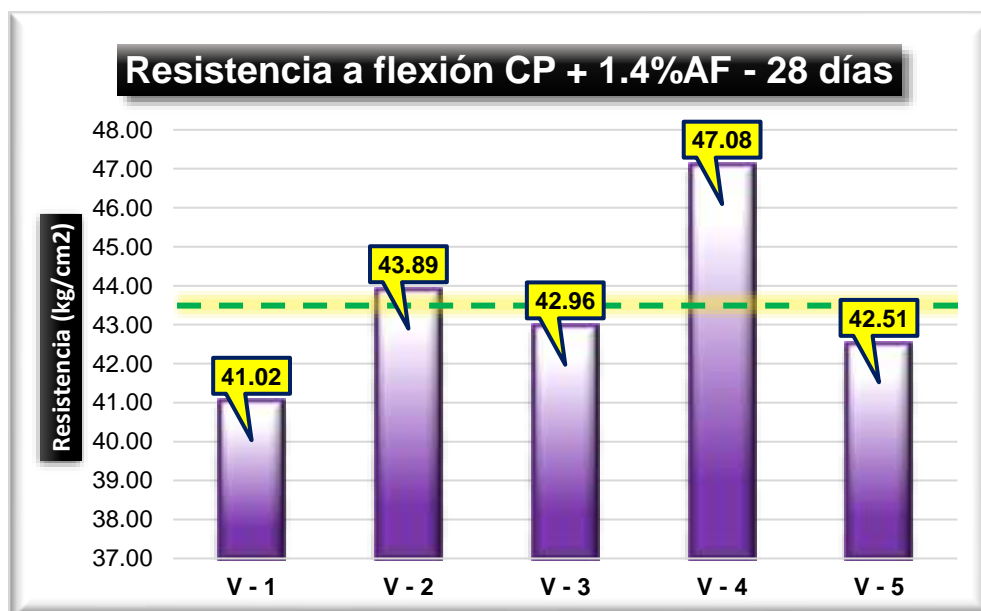
*Resistencia a la flexión del CP + 1.4% AF*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	2759.74	41.022	43.49 kg/cm <sup>2</sup>	28
V - 2	2962.23	43.885		28
V - 3	2899.62	42.957		28
V - 4	3178.02	47.082		28
V - 5	2869.31	42.508		28

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 28 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

**Figura 36**

*Resistencia a la flexión del CP + 1.4% AF*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 28 días de curado, con una media de 43.49 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 1.4%AF. Estos valores analizan el rendimiento mecánico del material.

## 9. Resistencia a la flexión de CP + 2.8% AF a 3 Días

Tabla 41

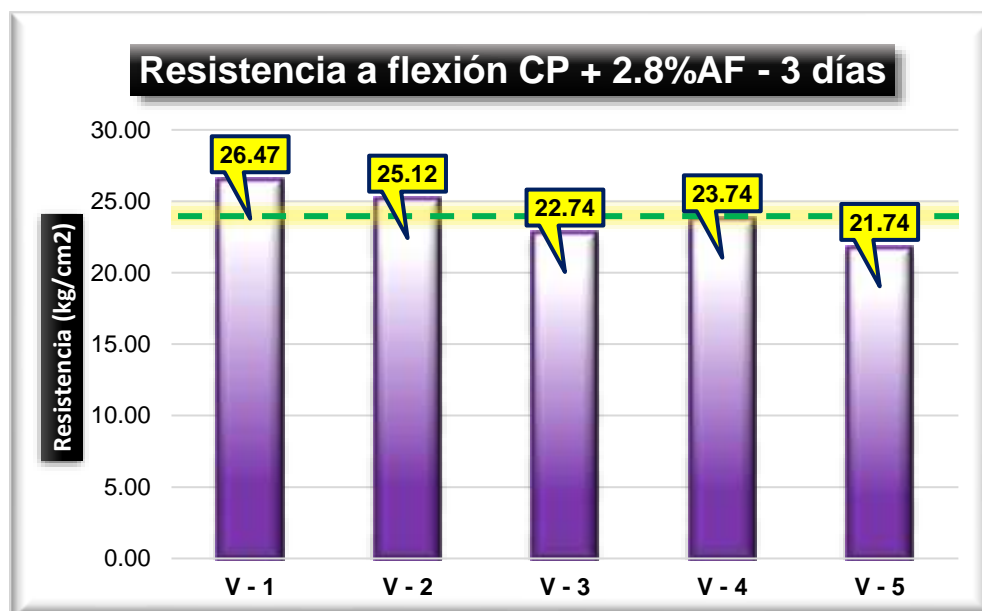
*Resistencia a la flexión de CP + 2.8% AF*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	1781.07	26.474	23.96 kg/cm <sup>2</sup>	3
V - 2	1695.35	25.116		3
V - 3	1535.14	22.743		3
V - 4	1602.52	23.741		3
V - 5	1467.33	21.738		3

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 3 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

Figura 37

*Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 3 días de curado, con una media de 23.96 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 2.8%AF. Estos valores analizan el rendimiento mecánico del material.

## 10. Resistencia a la flexión de CP + 2.8% AF a 7 Días

Tabla 42

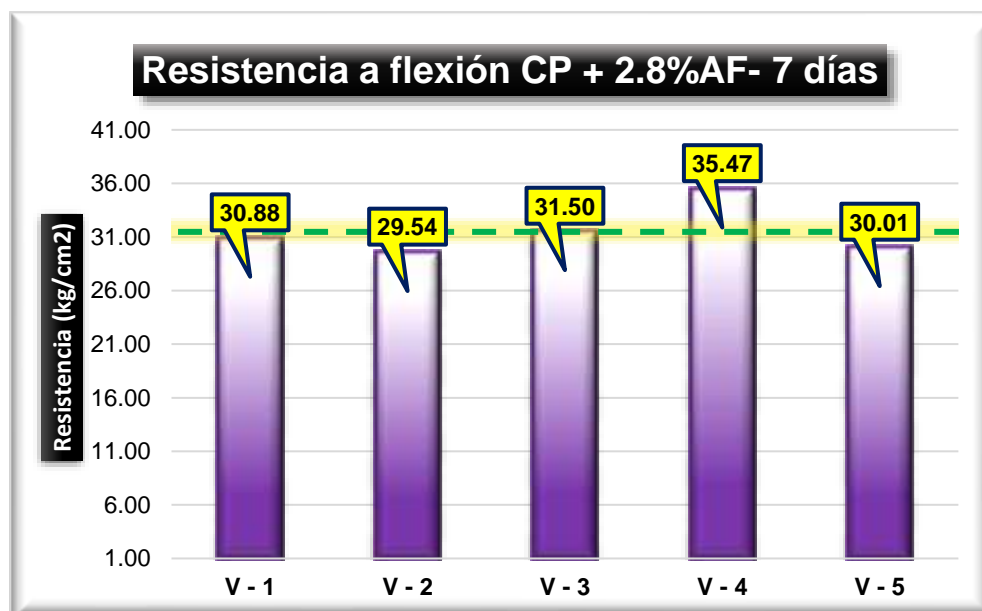
*Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	2077.35	30.878	31.48 kg/cm <sup>2</sup>	7
V - 2	1994.18	29.543		
V - 3	2125.92	31.495		
V - 4	2394.08	35.468		
V - 5	2025.31	30.005		

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 7 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

Figura 38

*Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 7 días de curado, con una media de 31.48 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 2.8%AF. Estos valores analizan el rendimiento mecánico del material.

### 11. Resistencia a la flexión de CP + 2.8% AF a 14 Días

**Tabla 43**

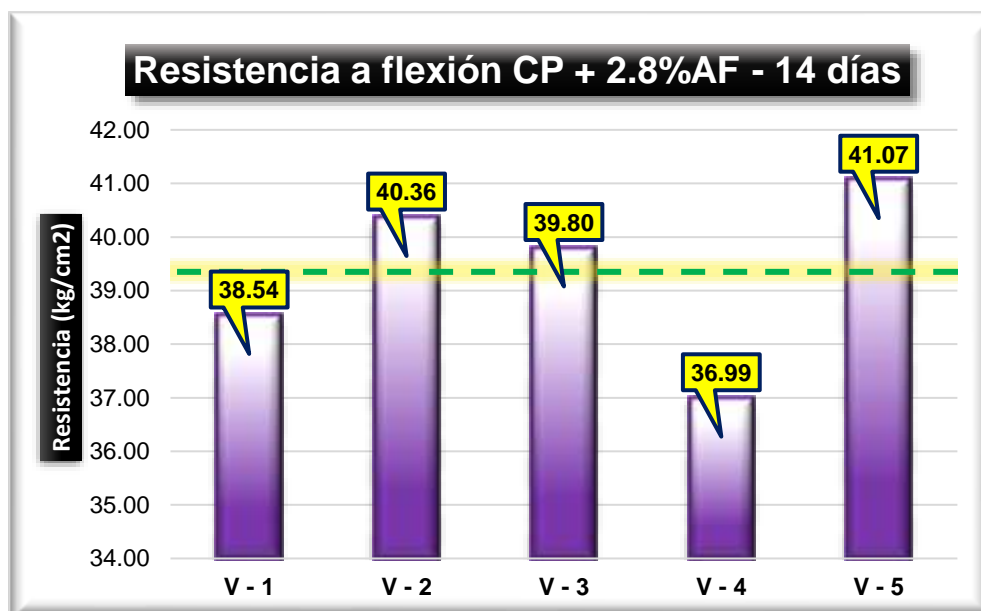
*Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	2592.45	38.535	39.35 kg/cm <sup>2</sup>	14
V - 2	2724.51	40.363		
V - 3	2686.14	39.795		
V - 4	2496.86	36.991		
V - 5	2772.23	41.070		

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 14 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

**Figura 39**

*Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 14 días de curado, con una media de 39.35 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 2.8%AF. Estos valores analizan el rendimiento mecánico del material.

### 12. Resistencia a la flexión de CP + 2.8% AF a 28 Días

**Tabla 44**

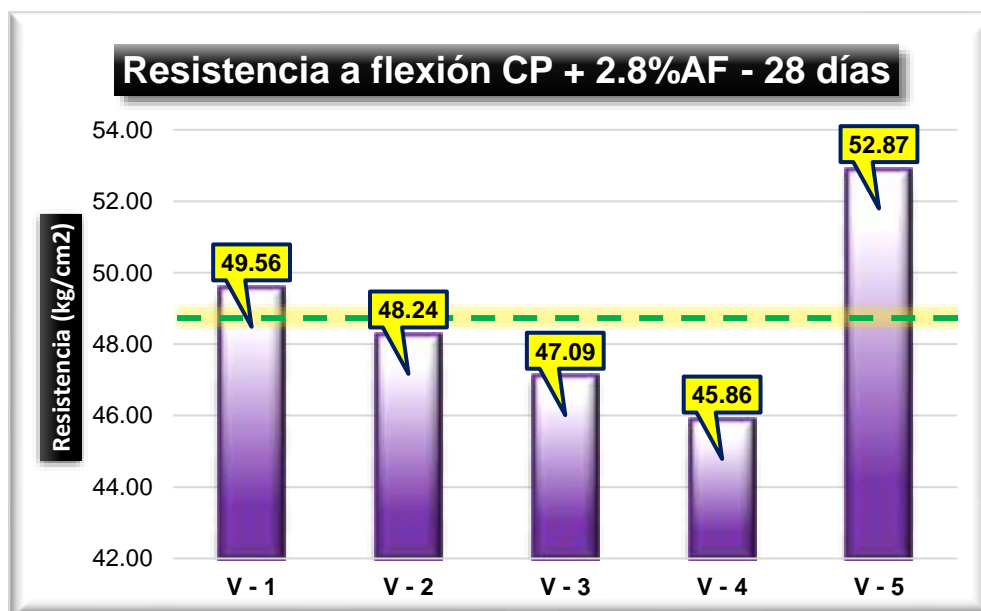
*Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	3334.29	49.562	48.73 kg/cm <sup>2</sup>	28
V - 2	3256.44	48.244		28
V - 3	3178.53	47.089		28
V - 4	3095.67	45.862		28
V - 5	3568.92	52.873		28

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 28 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

**Figura 40**

*Resistencia a la flexión del CP + 2.8% AF*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 28 días de curado, con una media de 48.73 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 2.8%AF. Estos valores analizan el rendimiento mecánico del material.

### 13. Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF a 3 Días

Tabla 45

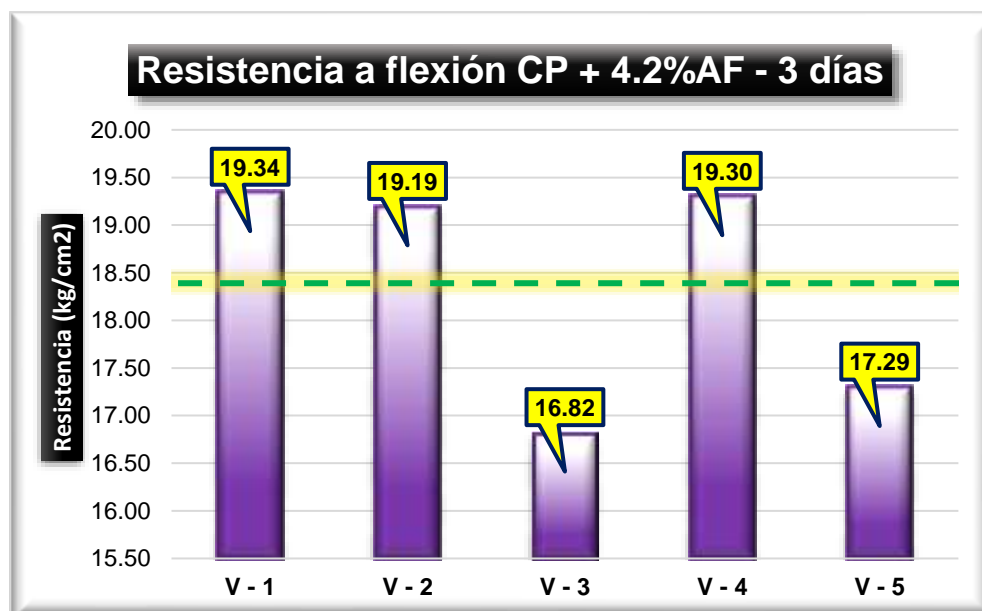
*Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	1301.09	19.340	18.39 kg/cm <sup>2</sup>	3
V - 2	1295.36	19.191		
V - 3	1135.11	16.816		
V - 4	1302.55	19.297		
V - 5	1167.34	17.294		

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 3 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

Figura 41

*Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 3 días de curado, con una media de 18.39 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 4.2%AF. Estos valores analizan el rendimiento mecánico del material.

### 14. Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF a 7 Días

**Tabla 46**

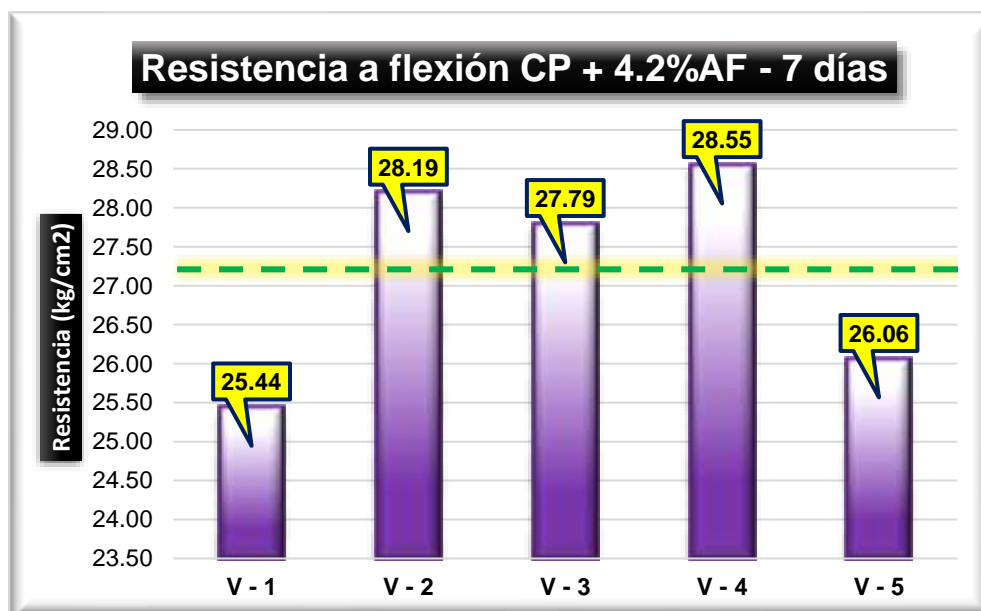
*Resistencia a la flexión del CP + 4.2% AF*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	1711.37	25.438	27.21 kg/cm <sup>2</sup>	7
V - 2	1903.11	28.194		7
V - 3	1875.95	27.792		7
V - 4	1926.96	28.548		7
V - 5	1759.02	26.060		7

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 7 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

**Figura 42**

*Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 7 días de curado, con una media de 27.21 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 4.2%AF. Estos valores analizan el rendimiento mecánico del material.

### 15. Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF a 14 Días

**Tabla 47**

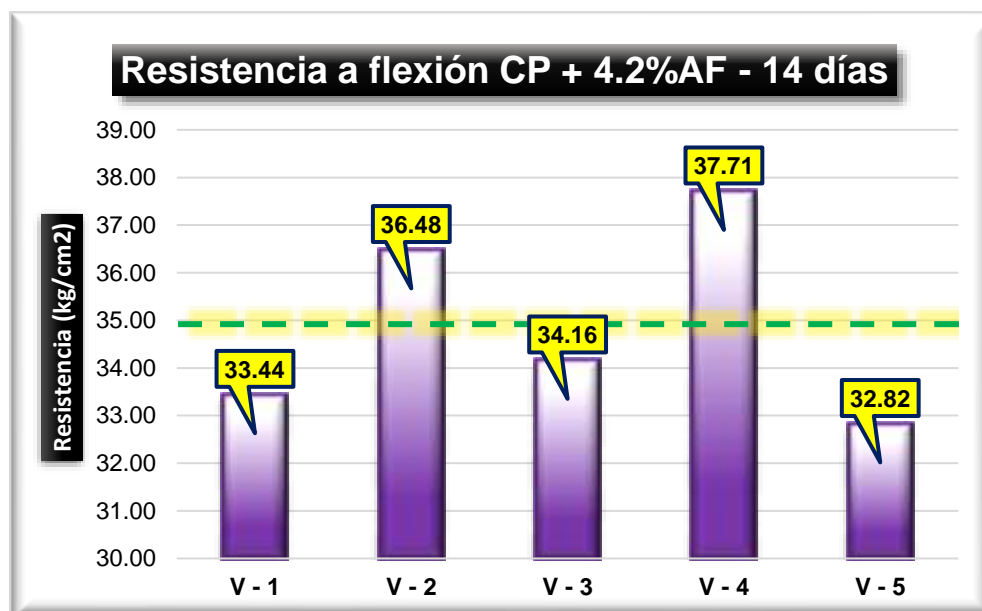
*Resistencia a la flexión del CP + 4.2% AF*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	2249.44	33.436	34.92 kg/cm <sup>2</sup>	14
V - 2	2462.23	36.477		14
V - 3	2305.69	34.158		14
V - 4	2545.20	37.707		14
V - 5	2215.61	32.824		14

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 14 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

**Figura 43**

*Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 14 días de curado, con una media de 34.92 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 4.2%AF. Estos valores analizan el rendimiento mecánico del material.

### 16. Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF a 28 Días

**Tabla 48**

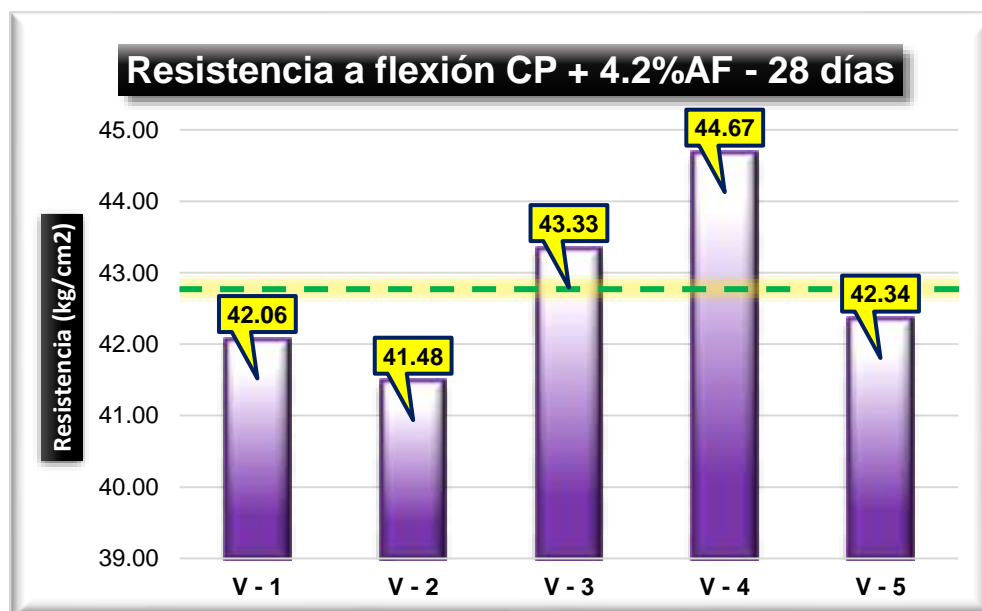
*Resistencia a la flexión del CP + 4.2% AF*

Muestra	Lectura del dial (Kg)	Resistencia a flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia a flexión	Edad Días
V - 1	2829.45	42.058	42.77 kg/cm <sup>2</sup>	28
V - 2	2799.54	41.475		
V - 3	2924.86	43.331		
V - 4	3015.00	44.667		
V - 5	2858.23	42.344		

La tabla detalla los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas por las muestras de concreto luego de un periodo de curado de 28 días. Estos valores permiten evaluar el desempeño mecánico inicial del material y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión bajo las condiciones específicas del ensayo.

**Figura 44**

*Resistencia a la flexión de CP + 4.2% AF*



El gráfico muestra los valores de resistencia a la flexión obtenidos luego de 28 días de curado, con una media de 42.77 kg/cm<sup>2</sup> para una adición de 4.2%AF. Estos valores analizan el rendimiento mecánico del material.

### 4.1.3.1. Comparativo de las resistencias a flexión del concreto en edades de 3, 7, 14 y 28 días de fraguado.

**Tabla 49**

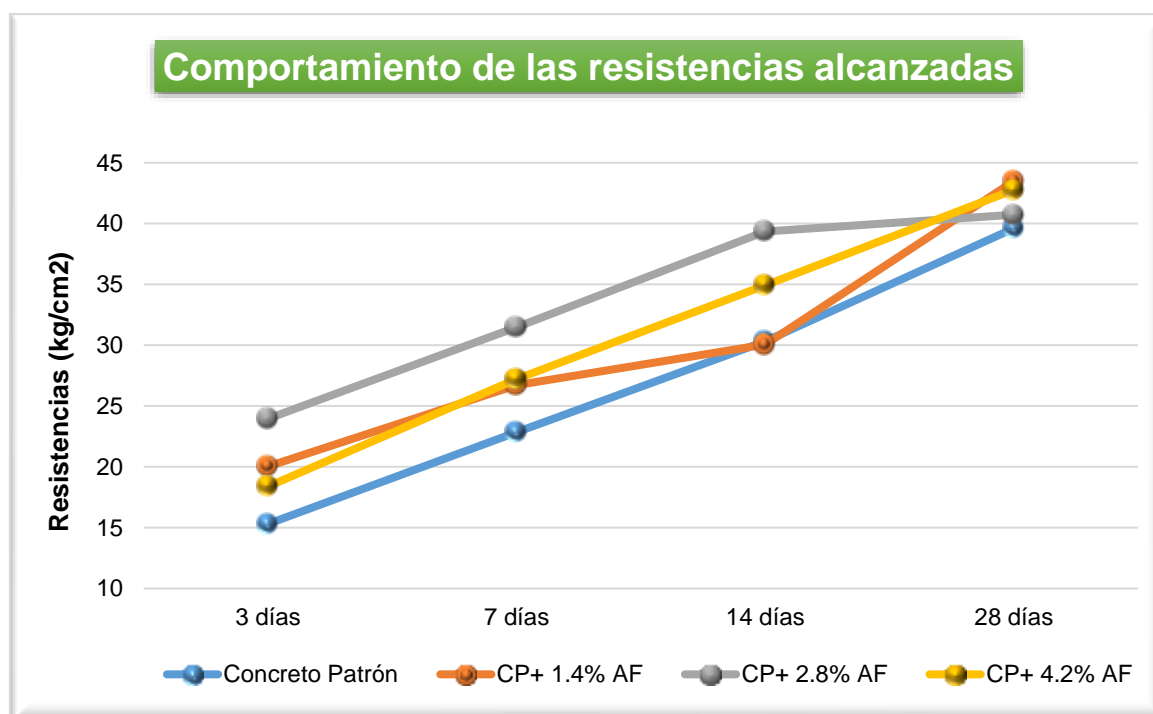
*Comparativo de las resistencias alcanzadas.*

Descripción	3 días	7 días	14 días	28 días
Concreto Patrón	15.31	22.86	30.32	39.61
CP+ 1.4% AF	20.04	26.73	30.05	43.49
CP+ 2.8% AF	23.96	31.48	39.35	40.73
CP+ 4.2% AF	18.39	27.21	34.92	42.77

La tabla presenta un análisis comparativo de las resistencias a flexión alcanzadas tras 3, 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados obtenidos reflejan un incremento progresivo en la resistencia a medida que avanza el tiempo de curado, demostrando un comportamiento positivo del material en términos de su capacidad para soportar esfuerzos de flexión.

**Figura 45**

*Comparativo de las resistencias alcanzadas.*



La figura muestra el comportamiento del concreto hidráulico, sobre la resistencia a la flexión, donde se empleó aditivo acelerante de fragua (SikaCem), demostrando que el comportamiento es bueno con dicho aditivo, concluyendo que con aditivo Sikacem a mayor proporción de empleo tiende a disminuir su resistencia a flexión, mientras que en menores cantidades de Sikacem tienden a mejorar la resistencia a flexión.

#### 4.2. Discusión de resultados

El análisis de los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión del concreto permitió identificar un incremento progresivo a medida que avanzan los días de fraguado, destacando así la eficacia del uso de aditivos acelerantes. En este contexto, el concreto tratado con aditivo acelerante de fraguado (SikaCem), presentó un desempeño significativamente superior en comparación con las muestras que no contenían aditivos. Específicamente, a los 28 días de fraguado, la resistencia de la muestra patrón alcanzó los 218.75 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, al incorporar un 1.4% del aditivo, se logró un aumento hasta los 225.37 kg/cm<sup>2</sup>. Este efecto se intensificó con mayores dosis, logrando una resistencia de 234.29 kg/cm<sup>2</sup> al utilizar un 2.8% del aditivo y alcanzando un valor de 229.19 kg/cm<sup>2</sup> con una dosis del 4.2%. Estos resultados respaldan la influencia positiva de los aditivos en las propiedades mecánicas del concreto y son consistentes con los hallazgos reportados previamente por (Arenas, 2022).

Según el estudio de (Arenas, 2022), la adición de aditivos mostró un impacto significativo en la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días, logrando incrementos del 176.44 kg/cm<sup>2</sup>, 218.41 kg/cm<sup>2</sup> y 229.52 kg/cm<sup>2</sup> en comparación con una muestra patrón. Estos resultados se obtuvieron utilizando las dosis máximas recomendadas por cada tipo de aditivo, lo que demuestra la eficacia de estas sustancias en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto. Por otro lado, otro análisis que empleó el producto SikaCem evidenció mejoras más moderadas, alcanzando aumentos del 16.85% y 13.92% respecto a la muestra estándar, utilizando una proporción



del 4.2% del peso total del cemento. Estas discrepancias en los niveles de mejora podrían explicarse por las diferencias en las cantidades aplicadas y los protocolos experimentales empleados, los cuales variaron en función de las recomendaciones específicas proporcionadas por los fabricantes.

En relación con los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la flexión, se observa un incremento gradual conforme avanzan los días de fraguado, evidenciando el efecto positivo de los aditivos acelerantes de fraguado, como SikaCem, en las propiedades mecánicas del concreto. A los 28 días de fraguado, la muestra patrón alcanzó una resistencia de 39.61 kg/cm<sup>2</sup>. Al incorporar un 1.4% del aditivo acelerante, la resistencia incrementó hasta los 43.49 kg/cm<sup>2</sup>. Con una dosificación del 2.8%, la resistencia llegó a 40.73 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con un 4.2% alcanzó 42.77 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados reflejan que la resistencia a la flexión del concreto mejora progresivamente con la adición de aditivos, aunque también se puede observar que el efecto del incremento varía dependiendo de la proporción utilizada.

Según el estudio desarrollado por Vértiz (2021) en su tesis, el uso del aditivo Chema 3 en proporciones del 1%, 2%, 3%, 4% y 5% respecto al peso del cemento permitió alcanzar incrementos en la resistencia a la flexión a los 28 días de fraguado. Los valores obtenidos mostraron mejoras del 112.34%, 115.53%, 119.61%, 126.11% y 127.03% en comparación con la muestra patrón. De manera similar, en el presente estudio, se registraron incrementos en la resistencia a la flexión a los 28 días con resultados de 43.49%, 43.73% y 42.77%, lo que sugiere que las diferencias observadas podrían atribuirse al contenido de humedad presente en los agregados empleados durante la elaboración del concreto. Esto destaca la relevancia de controlar la hidratación del concreto, ya que un nivel óptimo permite alcanzar mayores resistencias en plazos más cortos. Cabe señalar que estos resultados presentan similitudes con los reportados en la investigación de Vértiz, dado que tanto las proporciones utilizadas como los comportamientos observados guardan una estrecha relación.



## CONCLUSIONES

**Primera**, las proporciones para un diseño de mezcla de un concreto hidráulico con adición de acelerante de fragua en diferentes dosificaciones, se concluye que para un CP es 1;0.55;2.58;2.02 lt/bls con 2.0% de contenido de aire, para el concreto hidráulico con acelerante de fragua se adiciona 5.09 kg, 10.18 kg. y 15.27 kg. para adiciones de 1.4%, 2.8% y 4.2% respectivamente.

**Segunda**, la influencia de la incorporación del aditivo acelerante de fragua (SikaCem) en la resistencia durante su consolidación a los 28 días, concluye que para un CP a los 28 días presenta una resistencia de 218.75 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con la adición de acelerante de fragua (SikaCem) se obtienen resistencias de 225.37 kg/cm<sup>2</sup>, 234.29 kg/cm<sup>2</sup> y 229.19 kg/cm<sup>2</sup> logrado con la incorporación de 1.4%, 2.8% y 4.2% de acelerante de fragua. Demostrando que con la adición en menores cantidades el concreto tiende a subir su resistencia, muestras que en mayores cantidades desciende la resistencia del concreto hidráulico.

**Tercera**, el efecto de la aplicación del aditivo acelerante de fragua (SikaCem) en la resistencia a la flexión durante su consolidación a los 28 días, concluye que para un concreto patrón hidráulico a los 28 días presenta una resistencia a flexión de 39.61 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con la adición de acelerante de fragua (SikaCem) se obtienen resistencias de 43.49 kg/cm<sup>2</sup>, 40.73 kg/cm<sup>2</sup> y 42.77 kg/cm<sup>2</sup> logrado con la incorporación de 1.4%, 2.8% y 4.2% de acelerante de fragua. Demostrando que con la adición de acelerante de fragua la resistencia a flexión tiende a subir su esfuerzo de rotura.



## RECOMENDACIONES

**Primera,** se concluye que los futuros estudios sobre diseño de mezclas de concreto hidráulico consideren la variación de propiedades de los agregados y la interacción con diferentes tipos y dosificaciones de aditivos, como acelerantes de fraguado.

**Segunda,** se recomienda que investigaciones futuras sobre el uso de acelerantes de fraguado, como SikaCem, se realicen en menores proporciones para llegar a una resistencia óptima, ya que en proporciones mayores afectan a las resistencias del concreto hidráulico.

**Tercera,** se recomienda a futuros investigadores evaluar si estas proporciones son óptimas para aplicaciones específicas, considerando no solo el incremento en la resistencia a la flexión, sino también factores como el costo, el tiempo de fraguado y la durabilidad a largo plazo.



## REFERENCIAS

- Abanto, F. (2000). *Tecnología del concreto*. San Marcos. Obtenido de [https://www.academia.edu/4700777/Tecnologia\\_del\\_Concreto\\_Flavio\\_Abanto](https://www.academia.edu/4700777/Tecnologia_del_Concreto_Flavio_Abanto)
- Afolayan, O. (2017). *Evaluation of the Effect of Lime and Cement on the Engineering Properties of Selected Soil in a University in Southwestern Nigeria*. Universidad de Ibadan, Ibadan, Nigeria. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/144875445.pdf>
- Babbie. (2016). *Fundamentos de la investigación social*. Mexico: Internacional Thomson Editores. Obtenido de <https://tecnicasmasseroni.files.wordpress.com/2012/02/babbie-fundamentos-de-la-investigacion-social.pdf>
- Calloapaza, A. (2021). *Estudio comparativo del esfuerzo a compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con aditivos Chema 3 y Sikacem acelerante PE, Juliaca - 2021*. Juliaca: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/88109/Calloapaza\\_PA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/88109/Calloapaza_PA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Carvajal, M. C., & Cortés, G. (2019). *Evaluación del uso de aditivos sobre la mezcla convencional de concreto en morteros de cemento Art para el aumento de sus resistencia*. Bogota - Colombia: Fundación Universidad América. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7707/1/6142413-2019-2-IQ.pdf>
- Ceballos, O. (2012). *Segregación del concreto*. Universidad Privada del Norte. Obtenido de [file:///C:/Users/INTEL/Downloads/toaz.info-segregacion-del-concreto-pr\\_36a31ab326d154d639fc2d743b4a1b54.pdf](file:///C:/Users/INTEL/Downloads/toaz.info-segregacion-del-concreto-pr_36a31ab326d154d639fc2d743b4a1b54.pdf)
- Cortez, J. R. (2016). *Efecto de los aditivos acelerantes en la elaboración de hormigones*. Bolivia: Universidad Juan Misael Saracho. Obtenido de



[https://biblioteca.uajms.edu.bo/biblioteca/opac\\_css/index.php?lvl=more\\_results&mode=keyword&user\\_query=HORMIGON%2CCEMENTOS%2CADITIVOS%2CSIA%2CMODO#](https://biblioteca.uajms.edu.bo/biblioteca/opac_css/index.php?lvl=more_results&mode=keyword&user_query=HORMIGON%2CCEMENTOS%2CADITIVOS%2CSIA%2CMODO#)

Das. (2015). *Fundamentos de la ingeniería geotécnica*. Obtenido de [https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos\\_de\\_Ingenieria\\_Geotecnica\\_B\\_raja\\_M\\_Das](https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_B_raja_M_Das)

Hernandez & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

López, L. Y. (2020). *Efecto de la incorporación de aditivos acelerantes de fragua, sobre la resistencia a la compresión del concreto, aplicables a obras hidráulicas para las altitudes 2600 a 3500 M.S.N.M, Áncash*. Huaraz - Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Obtenido de [https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4450/T033\\_47130310\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4450/T033_47130310_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Martínez, H. (2016). *Metodología de la investigación*. Editorial Universitaria Ramón Areces. Obtenido de <file:///C:/Users/INTEL/Downloads/LIBROOO%20investigacion%20cientifica.pdf>

Mehta, K., & Monteiro, P. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials, 4th Edition*. McGraw Hill Professional. Obtenido de <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071797870>

Mindess, M. A. (2014). *Agregados en el concreto*. Prentice Hall. Obtenido de <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781482264647/aggregates-concrete-mark-alexander-sidney-mindess>

Mora, J., Zamora, Á. A., & Ruiz, W. E. (2023). *Evaluación de las propiedades mecánicas de hormigones de  $f'c=21\text{MPa}$ , aplicando aditivos retardantes y acelerantes*.



Ecuador: Ciencias Técnicas Aplicadas Ecuador.

doi:file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Dialnet-

EvaluacionDeLasPropiedadesMecanicasDeHormigonesDeF-9254981.pdf

Neville, & Brooks. (2010). *Concrete Technology*. Pearson. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36900631/\\_A.M\\_Neville\\_\\_J\\_J\\_Brooks\\_Concrete\\_Technology\\_2nd\\_ed\\_Engineersdaily.com\\_-libre.pdf?1425837521=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3Dcivil\\_engineering\\_materials.pdf&Expires=1712157369&Signature=bkb](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36900631/_A.M_Neville__J_J_Brooks_Concrete_Technology_2nd_ed_Engineersdaily.com_-libre.pdf?1425837521=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3Dcivil_engineering_materials.pdf&Expires=1712157369&Signature=bkb)

Sika. (14 de Agosto de 2019). *Siki Perú*. Obtenido de SikaCem® Acelerante PE.

Villar, D. X. (2021). *Evaluación de la resistencia a la comprensión del concreto con aditivo Sikacem acelerante PE utilizando Cementos WP - Wang Peng y patrón, Cajamarca*. Cajamarca - Perú: Universidad Continental. Obtenido de [file:///C:/Users/INTEL/Downloads/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Villar\\_Saldana\\_2021.pdf](file:///C:/Users/INTEL/Downloads/IV_FIN_105_TE_Villar_Saldana_2021.pdf)



## ANEXOS



### Anexo A. Matriz de Consistencia

TÍTULO DE LA TESIS: INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿De qué manera incide el aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en el comportamiento mecánico del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Evaluar la incidencia del aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en el comportamiento mecánico del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>La incidencia del aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones mejorará el comportamiento mecánico del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA</p> <p><b>Indicadores:</b>  <i>Proporciones de:</i>            1.4% de AF            2.8% de AF            4.2% de AF</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO</p> <p><b>Indicadores:</b>  <i>Asentamiento</i>  <i>Resistencia a la compresión</i>  <i>Resistencia a la flexión</i></p>	<p>Fichas técnicas y ficha de toma de datos</p> <p>Equipos y herramientas de laboratorio.</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuáles son las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto hidráulico con adición de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la provincia de San Román?</p> <p>¿De qué manera influye la incorporación de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román?</p> <p>¿Cuál es el efecto de la aplicación de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Establecer las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto hidráulico con adición de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la provincia de San Román.</p> <p>Determinar la influencia de la incorporación de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román.</p> <p>Determinar el efecto de la aplicación de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román.</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>Las proporciones de los elementos para un diseño de mezcla de un concreto hidráulico con adición de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones en la provincia de San Román, estarán de acuerdo a los lineamientos del ACI 211.1.</p> <p>La influencia de la incorporación de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones mejorará la resistencia a la compresión del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román.</p> <p>El efecto de la aplicación de aditivo acelerante de fragua en diferentes dosificaciones incrementará la resistencia a la flexión del concreto hidráulico durante su consolidación hasta los 28 días en la provincia de San Román.</p>		



## Anexo B. Certificados de Control de Calidad de Laboratorio



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



**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
 ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 16 DE SETIEMBRE 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 = 483.00
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00
N° 8	125.51	25.10	25.10	74.90	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1310.52
N° 16	70.78	14.16	39.26	60.74	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1618.64
N° 30	79.69	15.94	55.20	44.80	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	160.35	32.07	87.27	12.73	Wc+B =	1811      Wc+B-W = 192
N° 100	60.00	12.00	99.27	0.73	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500}{1811-192} = 2.61 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	2.34	0.47	99.73	0.27	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	1.33	0.27	100.00	0.00	B =	500.00      B-A = 17.00
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{17 \times 100}{483} = 3.52 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MÓDULO DE FINEZA			3.06			

### 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 = 783.14
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00
1"	63	1.80	1.80	98.20	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1310.52
3/4"	458	13.09	14.89	85.11	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1787.63
1/2"	1123	32.09	46.97	53.03	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	574	16.40	63.37	36.63	Wc+B =	2111      Wc+B-W = 323
N° 4	0	0.00	63.37	36.63	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800}{2111-323} = 2.48 \text{ gr/cm}^3$
N° 8	1264	36.11	99.49	0.51	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	18.00	0.51	100.00	0.00	B =	800.00      B-A = 16.86
SUMA	3500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{16.86 \times 100}{783.14} = 2.15 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 E.I.C.P. - I.C.A.P. INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A.  
 JEFE DEL LABORATORIO  
 Mtro. Arnoldo Yana Torres



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



**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
 : ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 16 DE SETIEMBRE DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	306.58
P.T.M. SECA	292.99
P.TARRO	51.18
P. AGUA	13.59
P.S.SECO	241.81
% HUMEDAD	5.62

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	442.41
P.T.M. SECA	428.25
P.TARRO	59.84
P. AGUA	14.16
P.S.SECO	368.41
% HUMEDAD	3.84

### PESOS UNITARIOS

#### AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9287	5920	2128	1582
9303	5920	2128	1590
9288	5920	2128	1583
			1585

#### AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
11815	7105	3241	1453
11835	7105	3241	1459
11845	7105	3241	1463
			1458

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9484	5920	2128	1675
9497	5920	2128	1681
9481	5920	2128	1673
			1676

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12231	7105	3241	1582
12174	7105	3241	1564
12223	7105	3241	1579
			1575

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
 M.S.C.A. JEFATURA  
 Mgr. Arnaldo Yano Torres



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** : INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

**UBICACIÓN** : ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 16 DE SETIEMBRE 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:  $\phi \text{ } 3/4" \text{ (19.05mm)}$

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	2.48	2.61
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1575	1676
P.U. Suelto	1458	1585
% de Absorción	2.15	3.52
% de Humedad Natural	3.84	5.62
Modulo de Fineza	-	3.06

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  $3/4" \text{ (19.05mm)}$
- 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:  $200 \text{ L/m}^3$
- 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:  $0.55$
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:  
 $( 200 \text{ L/m}^3 ) / ( 0.55 ) = 363 \text{ Kg/m}^3$

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 M.S.C.A.  
 Edson Jhon Apaza Huaman  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.06 el peso específico unitario del agregado

grueso varillado-compactado de 1575 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.596 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto.

Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.596) \cdot (1575) = 939 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= \left( \frac{200}{1000} \right) = 0.200 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= \left( \frac{364}{2.85 \cdot 1000} \right) = 0.128 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= \left( \frac{939}{2.53 \cdot 1000} \right) = 0.371 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= \left( \frac{2.0}{100} \right) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.719 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.719) = 0.281 \text{ m}^3$$

$$(0.281) \cdot (2.61) \cdot 1000 = 733 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (939) \cdot (1.038435) = 975 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (733) \cdot (1.0562) = 774 \text{ Kg.}$$

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:

$$200 - 939 \cdot \left( \frac{3.84 - 2.15}{100} \right) - 774 \cdot \left( \frac{5.62 - 3.52}{100} \right) = 169$$

### 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 HÚMEDO
Cemento	363.64	1.00	363.64	1.00
Agua	200.00	0.55	168.73	0.46
Agreg. Grueso	938.66	2.58	974.73	2.68
Agreg. Fino	733.27	2.02	774.48	2.13
Aire	2.0 %		2.0 %	

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

#### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	90.52 Kg.
Agregado grueso húmedo	113.92 Kg.
Agua efectiva	19.72 Kg.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FICP - CARRERA INGENIERÍA CIVIL

*Mgr. Arnaldo Yana Torres*

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
M.S.C.A. INVESTIGADORA



### DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

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

- |   |  |
|---|--|
| <b>1.0</b> Bolsa de Cemento:                  | <b>Redondeo</b>                              |
| <b>2.02</b> p <sup>3</sup> de Arena           | <b>2.0</b> p <sup>3</sup> de Arena           |
| <b>2.76</b> p <sup>3</sup> de Piedra Chancada | <b>2.8</b> p <sup>3</sup> de Piedra Chancada |
| <b>20</b> Lt de Agua                          | <b>20</b> 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 DOSIFICACION POR TANDAS.

\* Se debera 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 DE CAJAMARCA  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 142257



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

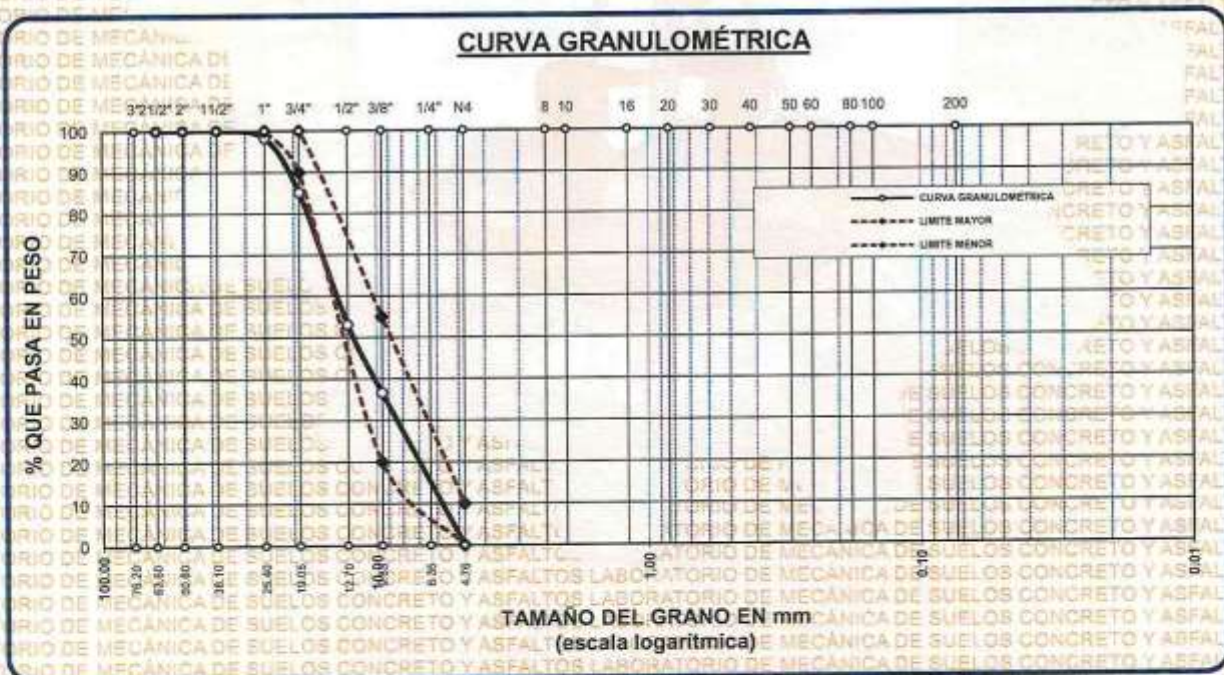


### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN  
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 16 DE SETIEMBRE 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. Tamaño max. nominal = 3/4" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	63.00	1.80	1.80	98.20		
3/4"	19.050	458.00	13.09	14.89	85.11		
1/2"	12.700	1123.00	32.09	46.97	53.03		
3/8"	9.525	574.00	16.40	63.37	36.63	20 - 55 %	
1/4"	6.350						
No4	4.760	1264.00	36.11	99.49	0.51	0 - 10 %	
BASE		18.00	0.51	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.51					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
M.Sc. Ing. Yanis Torres  
1911257



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** : INCIDENCIA DEL ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

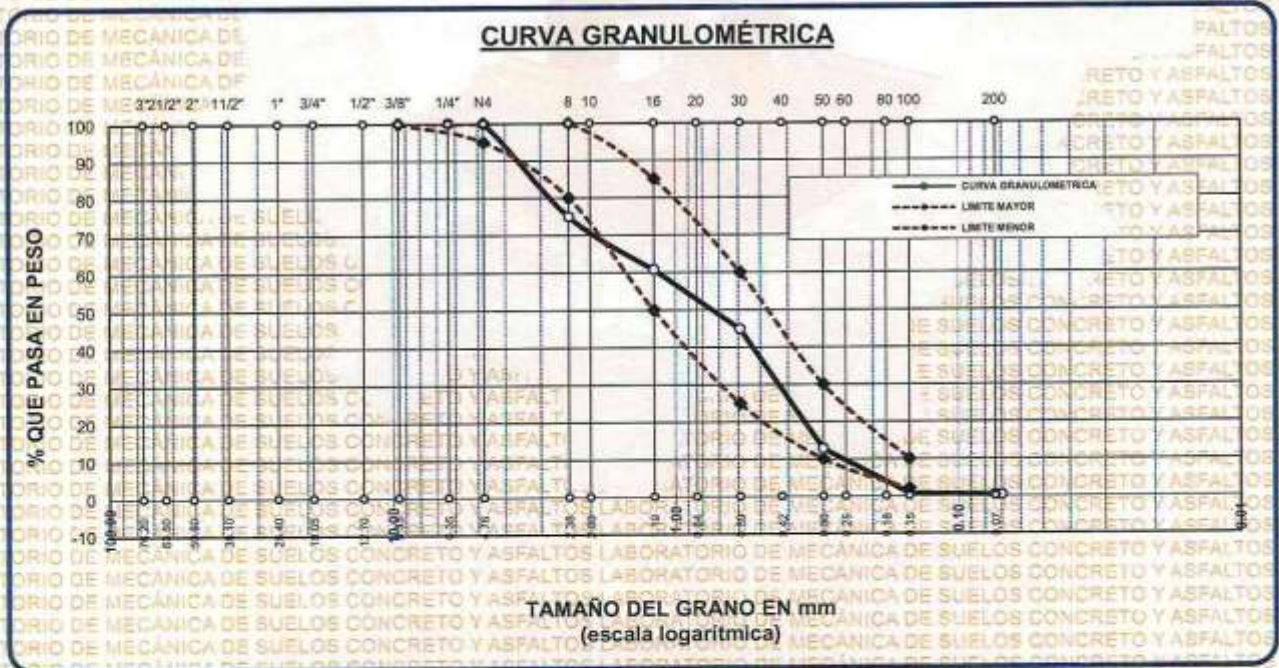
**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 16 DE SETIEMBRE DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 3.06  OBSERVACIONES:
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	125.51	25.10	25.10	74.90		
No10	2.000						
No16	1.190	70.78	14.16	39.26	60.74	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	79.69	15.94	55.20	44.80	25 - 60 %	
No40	0.420						
No50	0.300	160.35	32.07	87.27	12.73	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	60.00	12.00	99.27	0.73	2-10%	
No200	0.074	2.34	0.47	99.73	0.27		
BASE		1.33	0.27	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PÉRDIDA		0.27					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

*Mg. Arvaldo Lara Torres*  
091 403267



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** : INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN  
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
: ISLA - AGREGADO FINO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 16 DE SETIEMBRE DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	5920 gr	5920 gr	5920 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2128 cm <sup>3</sup>	2128 cm <sup>3</sup>	2128 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9287.00 gr	9303.00 gr	9288.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3367.00 gr	3383.00 gr	3368.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.582 gr/cm <sup>3</sup>	1.590 gr/cm <sup>3</sup>	1.583 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.585 gr/cm <sup>3</sup>		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	5920 gr	5920 gr	5920 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2128 cm <sup>3</sup>	2128 cm <sup>3</sup>	2128 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9484.00 gr	9497.00 gr	9481.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3564.00 gr	3577.00 gr	3561.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.675 gr/cm <sup>3</sup>	1.681 gr/cm <sup>3</sup>	1.673 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.676 gr/cm <sup>3</sup>		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

*Mely Arnelo Yana Torres*  
C.P. 193257



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** : INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON JHON-APAZA HUAMAN

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

                  : ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 16 DE SETIEMBRE DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	7105 gr	7105 gr	7105 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3241 cm3	3241 cm3	3241 cm3
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	11815.00 gr	11835.00 gr	11845.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4710.00 gr	4730.00 gr	4740.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.453 gr/cm3	1.459 gr/cm3	1.463 gr/cm3
PROMEDIO	1.458 gr/cm3		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	7105 gr	7105 gr	7105 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3241 cm3	3241 cm3	3241 cm3
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12231.00 gr	12174.00 gr	12223.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5126.00 gr	5069.00 gr	5118.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.582 gr/cm3	1.564 gr/cm3	1.579 gr/cm3
PROMEDIO	1.575 gr/cm3		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
M.S.C. JEPATUISA  
Mg. Arnoldo 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



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO  
: ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 16 DE SETIEMBRE DEL 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	306.58
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	292.99
PESO DEL TARRO (gr.)	51.18
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	255.40
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	241.81
PESO DEL AGUA (gr.)	13.59
% HUMEDAD	5.62

MUESTRA : AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	442.41
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	428.25
PESO DEL TARRO (gr.)	59.84
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	382.57
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	368.41
PESO DEL AGUA (gr.)	14.16
% HUMEDAD	3.84

**OBSERVACIONES:**

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



### DOSIFICACIÓN EN PESO HUMEDO

Cemento	345 kg/m <sup>3</sup>
Agua	171 lt/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	1009 kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino	772 kg/m <sup>3</sup>
Accelerante de fragua	3.45 ml/m <sup>3</sup>

### DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

Cemento	1.00	42.5	42.5
Agua	0.50	42.5	21.25
Agregado grueso	2.93	42.5	124.53
Agregado fino	2.24	42.5	95.20
Accelerante de fragua	-	-	146.63

### DOSIFICACIÓN EN PESO HUMEDO

Cemento	345 kg/m <sup>3</sup>
Agua	171 lt/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	1009 kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino	772 kg/m <sup>3</sup>
Retardante de Fragua	1.72 ml/m <sup>3</sup>

### DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

Cemento	1.00	42.5	42.5
Agua	0.50	42.5	21.25
Agregado grueso	2.93	42.5	124.525
Agregado fino	2.24	42.5	95.20
Retardante de fragua	-	-	292.83

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FICP - CAB INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO IN S.C.A. JEFATURA  
Mgter. Arnulfo Yana Torres  
C.P. 103217





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



## RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASION LOS ANGELES" NORMAS ASTM C 131 AASTHO (DESIGNACION) T-26

PROYECTO

SOLICITANTE

CANTERA

UBICACIÓN

FECHA

TIPO DE AGREGATO:

FINO:

GRUESO:

OTROS:

MUESTRA OBTENIDA POR:

CUARTEO:

DIVISOR DE MUESTRAS:

NUMERO DE REVOLUCIONES

500

1000

CARGA ABRASIVA:

12

ESFERAS

PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:

Wi =

4978.55 gr.

PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12:

Wf =

3865.97 gr.

PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12:

=

1112.58 gr.

PORCENTAJE DE PIEDRA:

De =

$$\frac{W_i - W_f}{W_i} \cdot 100$$

De =

22.35 %

NOTA:

GRADUACION: "A", 3/4" - 1/2" = 2502, 1/2" - 3/8" = 2501

TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE: 77.65 %

Y PERDIDA DE CONCRETO 22.35 %

NORMA AASTHO (DESIGNACION) T - 26, ASTM - C-131

OBSERVACION: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CARRERA INGENIERIA CIVIL

Neir Armaldo Iana Torres  
C.P. 500257



Malla	Peso Retenido	% Retenido	Ret. Acumulado	% Pasa
3/8"	0	0	0	100
N° 4	0	0	0	100
N° 8	117.32	23.46	23.46	76.54
N° 16	110.32	22.06	45.53	54.47
N° 30	125.84	25.17	70.7	29.3
N° 50	80.31	16.06	86.76	13.24
N° 100	43.61	8.72	95.48	4.52
N° 200	10.37	2.07	97.55	2.45
FONDO	12.23	2.45	100	0
SUMA	500	100		
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico				
Mf = MÓDULO DE FINEZA			3.22	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
*Miguel Armando Yana Torres*  
C.I.F. 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 FLEXION

NTP 339.034

**TEMA**

INCIDENCIA DEL ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE**

BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

SEPTIEMBRE - OCTUBRE 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA PATRON

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1051.02	15.623	15.31	3
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1102.75	16.337		3
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	982.16	14.551		3
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1002.47	14.851		3
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1024.60	15.179		3

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1500.45	22.303	22.86	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1471.64	21.802		7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1533.02	22.711		7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1662.14	24.624		7
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1542.15	22.847		7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1987.35	29.541	30.32	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2046.13	30.313		14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2144.27	31.787		14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2014.01	29.837		14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2033.26	30.122		14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2484.89	36.936	39.61	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2802.34	41.516		28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2635.81	39.049		28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2737.37	40.554		28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2698.56	39.979		28

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
Msc. Arnaldo Yana Torres  
DIRECTOR



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 FLEXION

NTP 339.034

**TEMA**

INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE**

BACHILLER EDSON JHÓN APAZA HUAMAN

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

SEPTIEMBRE - OCTUBRE 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION CON ACELERANTE DE FRAGUA 1.4%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1396.34	20.756	20.04	3
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1287.91	19.080		3
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1303.25	19.307		3
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1358.12	20.120		3
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1414.33	20.953		3

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1688.95	25.105	26.73	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1887.32	27.960		7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1794.21	26.581		7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1745.77	25.863		7
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1899.57	28.142		7

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2270.45	33.749	35.05	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2198.01	32.563		14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2595.48	38.452		14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2331.00	34.533		14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2425.64	35.935		14

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2759.74	41.022	43.49	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2962.23	43.885		28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2899.62	42.957		28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3178.02	47.082		28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2869.31	42.508		28

**OBSERVACIONES:**

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A.  
Mg. Arnoldo 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 FLEXION

NTP 339.034

**TEMA**

INCIDENCIA DEL ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE**

BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

SEPTIEMBRE - OCTUBRE 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION CON ACCELERANTE DE FRAGUA 2.8%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1781.07	26.474	23.96	3
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1695.35	25.116		3
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1535.14	22.743		3
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1602.52	23.741		3
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1467.33	21.738		3

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2077.35	30.878	31.48	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1994.18	29.543		7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2125.92	31.495		7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2394.08	35.468		7
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2025.31	30.005		7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2592.45	38.535	39.35	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2724.51	40.363		14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2688.14	39.795		14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2496.86	36.991		14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2772.23	41.070		14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	3334.29	49.562	48.73	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3256.44	48.244		28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3178.53	47.089		28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3095.67	45.862		28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3568.92	52.873		28

**OBSERVACIONES:**

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
*Carla Yanina Torres*  
CUIP: 183257



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 FLEXION

NTP 339.034

**TEMA**

INCIDENCIA DEL ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE**

BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

SEPTIEMBRE - OCTUBRE 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION CON ACCELERANTE DE FRAGUA 4.2%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1301.09	19.340	18.39	3
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1295.36	19.191		3
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1135.11	16.816		3
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1302.55	19.297		3
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1167.34	17.294		3

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1711.37	25.438	27.21	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1903.11	28.194		7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1875.95	27.792		7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1926.96	28.548		7
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1759.02	26.060		7

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2249.44	33.436	34.92	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2462.23	36.477		14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2305.69	34.158		14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2545.20	37.707		14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2215.61	32.824		14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexion (Mr) Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2829.45	42.058	42.77	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2799.54	41.475		28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2924.86	43.331		28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3015.00	44.667		28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2858.23	42.344		28

**OBSERVACIONES:**

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
*Mr. Arnaldo Tana Torres*  
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
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** : INCIDENCIA DEL ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN  
**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** : SETIEMBRE - OCTUBRE 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO HIDRÁULICO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	14357	14.98	176.24	81.46	210	16/09/2024	19/09/2024	3
2	BRIQUETA DE PRUEBA	14802	14.98	176.24	82.85	210	16/09/2024	19/09/2024	3
3	BRIQUETA DE PRUEBA	14872	15.01	176.95	84.05	210	16/09/2024	19/09/2024	3
4	BRIQUETA DE PRUEBA	15446	14.98	176.24	87.64	210	16/09/2024	19/09/2024	3
5	BRIQUETA DE PRUEBA	14982	14.98	176.24	85.01	210	16/09/2024	19/09/2024	3
Promedio De Esf. Rotura					84.20				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	25847	14.98	176.24	146.66	210	16/09/2024	23/09/2024	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA	24215	14.98	176.24	137.40	210	16/09/2024	23/09/2024	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA	23987	15.01	176.95	135.56	210	16/09/2024	23/09/2024	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA	25129	14.98	176.24	142.58	210	16/09/2024	23/09/2024	7
5	BRIQUETA DE PRUEBA	24558	14.98	176.24	139.34	210	16/09/2024	23/09/2024	7
Promedio De Esf. Rotura					140.31				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	35264	14.98	176.24	200.09	210	16/09/2024	30/09/2024	14
2	BRIQUETA DE PRUEBA	34486	14.98	176.24	195.67	210	16/09/2024	30/09/2024	14
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33289	15.01	176.95	188.13	210	16/09/2024	30/09/2024	14
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34005	15.01	176.95	192.17	210	16/09/2024	30/09/2024	14
5	BRIQUETA DE PRUEBA	35648	14.98	176.24	202.27	210	16/09/2024	30/09/2024	14
Promedio De Esf. Rotura					195.66				

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	37215	15.01	176.95	210.31	210	16/09/2024	14/10/2024	28
2	BRIQUETA DE PRUEBA	39310	15.01	176.95	222.15	210	16/09/2024	14/10/2024	28
3	BRIQUETA DE PRUEBA	40165	14.98	176.24	227.89	210	16/09/2024	14/10/2024	28
4	BRIQUETA DE PRUEBA	39118	14.98	176.24	221.95	210	16/09/2024	14/10/2024	28
5	BRIQUETA DE PRUEBA	37416	15.01	176.95	211.45	210	16/09/2024	14/10/2024	28
Promedio De Esf. Rotura					218.75				

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

Mgtr. Armando Yano Torres  
LABORATORIO M.S.C.A.  
JULIACA



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**

INCIDENCIA DEL ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE**

BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

SETIEMBRE - OCTUBRE 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ACCELERANTE DE FRAGUA 1.4%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	16745	15.01	176.95	94.63	210	16/09/2024	19/09/2024	3	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	16361	14.98	176.24	92.83	210	16/09/2024	19/09/2024	3	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	16645	14.98	176.24	94.44	210	16/09/2024	19/09/2024	3	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	15025	14.98	176.24	85.25	210	16/09/2024	19/09/2024	3	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	16134	15.01	176.95	91.18	210	16/09/2024	19/09/2024	3	
Promedio De Esf. Rotura					91.67					

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	25784	15.01	176.95	145.71	210	16/09/2024	23/09/2024	7	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	25471	14.98	176.24	144.52	210	16/09/2024	23/09/2024	7	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	26545	14.98	176.24	150.62	210	16/09/2024	23/09/2024	7	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	25249	14.98	176.24	143.26	210	16/09/2024	23/09/2024	7	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	26265	15.01	176.95	148.43	210	16/09/2024	23/09/2024	7	
Promedio De Esf. Rotura					146.51					

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	36075	15.01	176.95	203.87	210	16/09/2024	30/09/2024	14	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	35651	15.01	176.95	201.47	210	16/09/2024	30/09/2024	14	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	35087	14.98	176.24	199.08	210	16/09/2024	30/09/2024	14	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	36265	14.98	176.24	205.77	210	16/09/2024	30/09/2024	14	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	35514	15.01	176.95	200.70	210	16/09/2024	30/09/2024	14	
Promedio De Esf. Rotura					202.18					

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	38995	15.01	176.95	220.37	210	16/09/2024	14/10/2024	28	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	39786	14.98	176.24	225.74	210	16/09/2024	14/10/2024	28	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	40120	14.98	176.24	227.64	210	16/09/2024	14/10/2024	28	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	39364	14.98	176.24	223.35	210	16/09/2024	14/10/2024	28	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	40653	15.01	176.95	229.74	210	16/09/2024	14/10/2024	28	
Promedio De Esf. Rotura					225.37					

**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  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

*Edson Jhon Apaza Huaman*  
C.I.P. 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:** INCIDENCIA DEL ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE:** BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** SETIEMBRE - OCTUBRE 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ACCELERANTE DE FRAGUA 2.8%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	17487	15.01	176.95	98.82	210	16/09/2024	19/09/2024	3
2	BRIQUETA DE PRUEBA	16994	14.98	176.24	96.42	210	16/09/2024	19/09/2024	3
3	BRIQUETA DE PRUEBA	17234	14.98	176.24	97.79	210	16/09/2024	19/09/2024	3
4	BRIQUETA DE PRUEBA	16642	14.98	176.24	94.43	210	16/09/2024	19/09/2024	3
5	BRIQUETA DE PRUEBA	17725	15.01	176.95	100.17	210	16/09/2024	19/09/2024	3
Promedio De Esf. Rotura					97.53				

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	28113	15.01	176.95	158.88	210	16/09/2024	23/09/2024	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA	26887	14.98	176.24	152.56	210	16/09/2024	23/09/2024	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA	25814	14.98	176.24	146.47	210	16/09/2024	23/09/2024	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA	27103	14.98	176.24	153.78	210	16/09/2024	23/09/2024	7
5	BRIQUETA DE PRUEBA	26652	15.01	176.95	150.62	210	16/09/2024	23/09/2024	7
Promedio De Esf. Rotura					152.46				

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	37724	14.98	176.24	214.04	210	16/09/2024	30/09/2024	14
2	BRIQUETA DE PRUEBA	36625	14.98	176.24	207.81	210	16/09/2024	30/09/2024	14
3	BRIQUETA DE PRUEBA	37847	15.01	176.95	213.89	210	16/09/2024	30/09/2024	14
4	BRIQUETA DE PRUEBA	37142	14.98	176.24	210.74	210	16/09/2024	30/09/2024	14
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36211	14.98	176.24	205.46	210	16/09/2024	30/09/2024	14
Promedio De Esf. Rotura					210.39				

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA	41751	15.01	176.95	235.95	210	16/09/2024	14/10/2024	28
2	BRIQUETA DE PRUEBA	42012	15.01	176.95	237.42	210	16/09/2024	14/10/2024	28
3	BRIQUETA DE PRUEBA	40982	14.98	176.24	232.53	210	16/09/2024	14/10/2024	28
4	BRIQUETA DE PRUEBA	41317	14.98	176.24	234.43	210	16/09/2024	14/10/2024	28
5	BRIQUETA DE PRUEBA	40895	15.01	176.95	231.11	210	16/09/2024	14/10/2024	28
Promedio De Esf. Rotura					234.29				

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



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

Mgr. Arnaldo Yano Torres  
CIP 102295



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:** INCIDENCIA DEL ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE:** BACHILLER EDSON JHON APAZA HUAMAN  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** SETIEMBRE - OCTUBRE 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ACCELERANTE DE FRAGUA 4.2%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	16435	15.01	176.95	92.88	210	16/09/2024	19/09/2024	3	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	16821	14.98	176.24	95.44	210	16/09/2024	19/09/2024	3	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	17212	14.98	176.24	97.66	210	16/09/2024	19/09/2024	3	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	15847	15.01	176.95	89.56	210	16/09/2024	19/09/2024	3	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	16523	14.98	176.24	93.75	210	16/09/2024	19/09/2024	3	
Promedio De Esf. Rotura					93.86					

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	25561	15.01	176.95	144.45	210	16/09/2024	23/09/2024	7	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	26780	14.98	176.24	151.95	210	16/09/2024	23/09/2024	7	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	25798	14.98	176.24	146.38	210	16/09/2024	23/09/2024	7	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	26524	15.01	176.95	149.90	210	16/09/2024	23/09/2024	7	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	26512	14.98	176.24	150.43	210	16/09/2024	23/09/2024	7	
Promedio De Esf. Rotura					148.62					

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	36052	14.98	176.24	204.56	210	16/09/2024	30/09/2024	14	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	36725	14.98	176.24	208.38	210	16/09/2024	30/09/2024	14	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	35238	15.01	176.95	199.14	210	16/09/2024	30/09/2024	14	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	36890	15.01	176.95	208.48	210	16/09/2024	30/09/2024	14	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36185	14.98	176.24	205.31	210	16/09/2024	30/09/2024	14	
Promedio De Esf. Rotura					205.17					

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	40458	14.98	176.24	229.56	210	16/09/2024	14/10/2024	28	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	40915	14.98	176.24	232.15	210	16/09/2024	14/10/2024	28	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	40362	15.02	177.19	227.79	210	16/09/2024	14/10/2024	28	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	39563	14.98	176.24	224.48	210	16/09/2024	14/10/2024	28	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	41047	15.01	176.95	231.97	210	16/09/2024	14/10/2024	28	
Promedio De Esf. Rotura					229.19					

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 JEFATURA  
 Msc. Arnoldo Yano 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: 20-01-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EDSON JHON APAZA HUAMAN

Dirección: COMUNIDAD ACCOPATA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71589371

Teléfono: 929 795 820 email: edsonapaza23@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. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: INCIDENCIA DEL ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA EN DIFERENTES DOSIFICACIONES  
EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO HIDRÁULICO DURANTE  
SU CONSOLIDACIÓN A 28 DÍAS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCRETO CONVENCIONAL, ADITIVO NANOSILICE, ADITIVO MICROSÍLICE,  
ASENTAMIENTO, 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, entré 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

20-01-2025  
Fecha