



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



**INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES  
SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO CONVENCIONAL EN LA  
PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI**

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 EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES  
SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO CONVENCIONAL EN LA  
PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

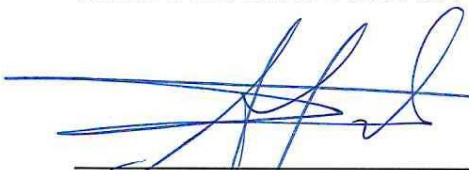
**PRESIDENTE**

:

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

**PRIMER MIEMBRO**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

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

**ASESOR DE TESIS**

:

  
\_\_\_\_\_  
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 889-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 29 de agosto del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 11489 presentado por el (la) Bachiller: **DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI** 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. **DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** 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. ARNALDO YANA TORRES
- \* **2do Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

**ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

**ARTICULO TERCERO . - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Jueves 05 de setiembre del 2024
- \* **HORA** : 8:00 a.m.
- \* **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.



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 Paríto Sosa  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
 Archivo  
 interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 029-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 13 de marzo del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU-1076 presentado por el señor (a) **DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUURI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 082 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 014 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) estudiante: **DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUURI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL 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 **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 014 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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 o (la) Bachiller: **DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUURI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

.....  
**D. MILTHON QUISPE HUANCA**  
DECANO  
CIP. 47790



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

.....  
**Dr. Efraim Payillo Sosa**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 142-2023-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca 29 de diciembre del 2023

**VISTO:** El expediente N° 2023-CU-18283, presentado por el señor (a) **DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 325-2023-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 038 - 2023 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) estudiante: **DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL 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 **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 038-2023 **aprobando** la propuesta de investigación titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL 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 o (la) Bachiller: **DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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 **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2023  
Interesado (a)



## INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

### INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	12%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Mountain Lakes High School Trabajo del estudiante	<1%
6	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%

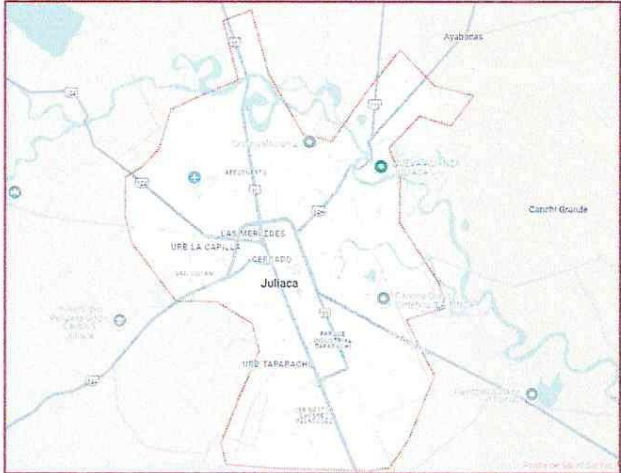


## Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
<b>INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Dublas Ataulluco Checahuiri
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47515268
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0004-6838-2727">https://orcid.org/0009-0004-6838-2727</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Franz Joseph Barahona Perales
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8509-7224">https://orcid.org/0000-0001-8509-7224</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	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Fritz Willy Mamani Apaza
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659



<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - 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/KdbcsqZ8sASNwnr96">https://maps.app.goo.gl/KdbcsqZ8sASNwnr96</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2023 - Agosto 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<p><b>Ingeniería civil</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a></p> <p><b>Ingeniería de la construcción</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p> <p><b>Ingeniería estructural y municipal</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04</a></p>

UNIVERSIDAD VINCENSO CASTELNUOVO  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS FÍSICAS  
 DIRECTOR  
 Dr. Miran Peñillo Sosa  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI, identificado con DNI  
Nro. 47515268, 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 EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE  
LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  
CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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 18 de setiembre del 2024

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)

  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)

  
Huella



## DEDICATORIA

*A mis padres,*

*Por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo,  
dedicación y amor incondicional.*

*Gracias por su constante apoyo, por  
enseñarme el valor del trabajo duro y por creer  
siempre en mí, incluso en los momentos de  
duda.*

*Este logro es tanto mío como suyo, pues sin su  
guía y sacrificios, no habría llegado hasta aquí.*

*Les dedico con todo mi corazón esta tesis, con  
la esperanza de que represente el orgullo que  
siento por ser su hijo.*



## AGRADECIMIENTO

*En primer lugar, agradezco a Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por guiarme en este camino y brindarme la paciencia y el entendimiento necesario para alcanzar este logro. Sin su constante presencia y bendiciones, este trabajo no hubiera sido posible.*

*A mis padres, por su amor incondicional, apoyo y sacrificios a lo largo de mi vida académica. Gracias por enseñarme los valores del esfuerzo y la perseverancia, y por ser mi mayor inspiración.*

*A mis profesores y asesores, que con su experiencia y orientación contribuyeron al desarrollo de esta tesis. Su apoyo y valiosos consejos fueron fundamentales para culminar este proyecto con éxito.*

*A mis amigos y compañeros de estudios, por su compañía, motivación y palabras de aliento en los momentos más difíciles. Cada conversación y apoyo fue crucial para seguir adelante.*

*A todas las personas que, de una u otra forma, colaboraron en este camino, mi más sincero agradecimiento.*



## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>i</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>x</b>

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la situación problemática .....	12
1.2	Planteamiento del problema .....	13
1.2.1	Problema general .....	13
1.2.2	Problemas específicos.....	13
1.3	Objetivos de la investigación .....	14
1.3.1	Objetivo general .....	14
1.3.2	Objetivos específicos.....	14
1.4	Justificación de la investigación .....	14
1.4.1	Justificación técnica.....	14
1.4.2	Justificación económica.....	15
1.4.3	Justificación social.....	15
1.4.4	Justificación ambiental.....	15
1.5	Hipótesis de la investigación.....	16
1.5.1	Hipótesis general.....	16
1.5.2	Hipótesis específicas.....	16
1.6	Variables e indicadores .....	16
1.6.1	Variable independiente .....	16
1.6.2	Variable dependiente.....	16



1.7 Operacionalización de variables ..... 17

**CAPÍTULO II  
MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes de la investigación..... 18  
2.1.1 Antecedentes internacionales ..... 18  
2.1.2 Antecedentes nacionales..... 19  
2.1.3 Antecedentes regionales ..... 21  
2.2 Bases teóricas ..... 22  
2.2.1 Zeolita..... 22  
2.2.2 Concreto..... 26  
2.2.3 Propiedades del concreto ..... 41  
2.2.4 Diseño de mezcla ..... 46  
2.3 Marco conceptual ..... 47

**CAPÍTULO III  
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1 Diseño de la investigación ..... 49  
3.2 Métodos de la investigación..... 50  
3.3 Nivel y tipo de investigación..... 50  
3.3.1 Tipo de la investigación ..... 50  
3.3.2 Nivel de la investigación ..... 51  
3.4 Población y muestra de la investigación ..... 52  
3.4.1 Población..... 52  
3.4.2 Muestra ..... 52  
3.5 Técnicas e instrumentos ..... 54  
3.5.1 Técnicas ..... 54  
3.5.2 Instrumentos..... 54  
3.6 Validación y confiabilidad del instrumento ..... 55  
3.6.1 Validación de los instrumentos ..... 55  
3.6.2 Confiabilidad de instrumentos..... 55  
3.7 Procedimiento de recolección de datos ..... 56



3.7.1	Recolección de información.....	56
3.7.2	Ensayos en laboratorio .....	57
3.8	Procesamiento y análisis de datos.....	69

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Presentación y análisis de resultados.....	70
4.1.1	Proporción adecuada de los componentes del concreto al emplear agregados provenientes de la cantera Unocolla .....	76
4.1.2	Incidencia del empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, en el asentamiento del concreto .....	80
4.1.3	Incidencia del empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, en la capacidad de carga bajo compresión .....	86
4.2	Discusión de resultados.....	109
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>112</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>113</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>114</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>117</b>



### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Operacionalización de variables .....	17
<b>Tabla 2</b>	Recuento de muestras para el estudio del asentamiento.....	53
<b>Tabla 3</b>	Recuento de muestras para el estudio de capacidad de carga bajo compresión .....	53
<b>Tabla 4</b>	Tasa de humedad de los agregados.....	70
<b>Tabla 5</b>	Estadísticas de la densidad y la capacidad de absorción.....	71
<b>Tabla 6</b>	Densidad aparente suelta .....	71
<b>Tabla 7</b>	Densidad aparente compacto .....	72
<b>Tabla 8</b>	Determinación del tamaño de grano del agregado grueso.....	72
<b>Tabla 9</b>	Determinación del tamaño de grano del agregado fino.....	73
<b>Tabla 10</b>	Composición de la mezcla de concreto.....	76
<b>Tabla 11</b>	Dosificación de materiales con el 3% de zeolitas naturales .....	77
<b>Tabla 12</b>	Dosificación de materiales con el 6% de zeolita natural.....	77
<b>Tabla 13</b>	Dosificación de materiales con el 9% de zeolita natural.....	78
<b>Tabla 14</b>	Dosificación de materiales con el 12% de zeolita natural.....	79
<b>Tabla 15</b>	Slump del concreto patrón .....	80
<b>Tabla 16</b>	Slump de la muestra incorporando el 3% de zeolitas naturales .....	81
<b>Tabla 17</b>	Slump de la muestra incorporando el 6% de zeolitas naturales .....	82
<b>Tabla 18</b>	Slump de la muestra incorporando el 9% de zeolitas naturales .....	83
<b>Tabla 19</b>	Slump de la muestra incorporando el 12% de zeolitas naturales .....	84
<b>Tabla 20</b>	Slump promedio de las muestras ensayadas.....	85
<b>Tabla 21</b>	Rendimiento bajo compresión de la muestra estándar-7 .....	86
<b>Tabla 22</b>	Rendimiento bajo compresión de la muestra estándar-14 .....	87
<b>Tabla 23</b>	Rendimiento bajo compresión de la muestra estándar-28 .....	88
<b>Tabla 24</b>	Resistencias obtenidas .....	89
<b>Tabla 25</b>	Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 3% de zeolita natural-7 .....	90
<b>Tabla 26</b>	Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 3% de zeolita natural-14 .....	91
<b>Tabla 27</b>	Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 3% de zeolita natural-28 .....	92
<b>Tabla 28</b>	Resistencias obtenidas incorporando el 3% de zeolitas naturales .....	93
<b>Tabla 29</b>	Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 6% de zeolita natural-7 .....	94



<b>Tabla 30</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 6% de zeolita natural-14 .....	95
<b>Tabla 31</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 6% de zeolita natural-28 .....	96
<b>Tabla 32</b> Resistencias obtenidas incorporando el 6% de zeolitas naturales .....	97
<b>Tabla 33</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 9% de zeolita natural-7 .....	98
<b>Tabla 34</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 9% de zeolita natural-14 .....	99
<b>Tabla 35</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 9% de zeolita natural-28 .....	100
<b>Tabla 36</b> Resistencias obtenidas incorporando el 9% de zeolitas naturales .....	101
<b>Tabla 37</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 12% de zeolita natural-7 .....	102
<b>Tabla 38</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 12% de zeolita natural-14 .....	103
<b>Tabla 39</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 12% de zeolita natural-28 .....	104
<b>Tabla 40</b> Resistencias obtenidas incorporando el 12% de zeolitas naturales .....	105
<b>Tabla 41</b> Consolidación de resistencias de las distintas muestras .....	106
<b>Tabla 42</b> Consolidación de datos de resistencia lograda .....	107
<b>Tabla 43</b> Consolidación de datos de resistencia lograda en porcentajes .....	108



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Zeolita natural .....	25
<b>Figura 2</b> Concreto .....	27
<b>Figura 3</b> Agregados.....	31
<b>Figura 4</b> Concreto .....	43
<b>Figura 5</b> Zeolitas naturales.....	57
<b>Figura 6</b> Contenido de humedad.....	59
<b>Figura 7</b> Tamizado .....	62
<b>Figura 8</b> Rotura a compresión.....	68
<b>Figura 9</b> Granulometría de agregado grueso .....	73
<b>Figura 10</b> Curva granulométrica de la arena .....	74
<b>Figura 11</b> Proporciones del diseño de mezcla.....	76
<b>Figura 12</b> Proporciones del diseño de mezcla con el 3% de zeolitas naturales .....	77
<b>Figura 13</b> Proporciones del diseño de mezcla con el 6% de zeolitas naturales .....	78
<b>Figura 14</b> Proporciones del diseño de mezcla con el 9% de zeolitas naturales .....	78
<b>Figura 15</b> Proporciones del diseño de mezcla con el 12% de zeolitas naturales .....	79
<b>Figura 16</b> Slump de la muestra estándar.....	80
<b>Figura 17</b> Slump de la muestra incorporando el 3% de zeolitas naturales.....	81
<b>Figura 18</b> Slump de la muestra incorporando el 6% de zeolitas naturales.....	82
<b>Figura 19</b> Slump de la muestra incorporando el 9% de zeolitas naturales.....	83
<b>Figura 20</b> Slump de la muestra incorporando el 12% de zeolitas naturales.....	84
<b>Figura 21</b> Slump promedio de las muestras ensayadas .....	85
<b>Figura 22</b> Desempeño a compresión del espécimen estándar-7 .....	86
<b>Figura 23</b> Desempeño a compresión del espécimen estándar-14 .....	87
<b>Figura 24</b> Desempeño a compresión del espécimen estándar-28 .....	88
<b>Figura 25</b> Comparación del comportamiento de la resistencia en diferentes periodos ..	89
<b>Figura 26</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 3% de zeolita natural-7 .....	90
<b>Figura 27</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 3% de zeolita natural-14 .....	91
<b>Figura 28</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 3% de zeolita natural-28 .....	92
<b>Figura 29</b> Comparación del comportamiento de la resistencia en diferentes periodos ..	93
<b>Figura 30</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 6% de zeolita natural-7 .....	94



<b>Figura 31</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 6% de zeolita natural-14 .....	95
<b>Figura 32</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 6% de zeolita natural-28 .....	96
<b>Figura 33</b> Comparación del comportamiento de la resistencia en diferentes periodos ..	97
<b>Figura 34</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 9% de zeolita natural-7 .....	98
<b>Figura 35</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 9% de zeolita natural-14 .....	99
<b>Figura 36</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 9% de zeolita natural-28 .....	100
<b>Figura 37</b> Comparación del comportamiento de la resistencia en diferentes periodos	101
<b>Figura 38</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 12% de zeolita natural-7 .....	102
<b>Figura 39</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 12% de zeolita natural-14 .....	103
<b>Figura 40</b> Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 12% de zeolita natural-28 .....	104
<b>Figura 41</b> Comparación del comportamiento de la resistencia en diferentes periodos	105
<b>Figura 42</b> Contraste de la capacidad de carga bajo compresión en distintos intervalos de tiempo.....	106
<b>Figura 43</b> Comparativa en porcentaje de los niveles de resistencia alcanzados .....	107
<b>Figura 44</b> Análisis de las variaciones porcentuales en los niveles de resistencia alcanzados .....	108



## RESUMEN

En el presente estudio titulado "Incidencia del empleo de zeolitas naturales sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional en la provincia de San Román", el objetivo principal es evaluar cómo las zeolitas naturales impactan la capacidad de carga bajo compresión del concreto, empleando agregados provenientes de la cantera Unocolla. Se inspeccionaron diversas proporciones de zeolitas naturales (3%, 6%, 9% y 12%), realizando un total de 15 muestras para el ensayo de asentamiento (3 por cada diseño) y 75 testigos para el ensayo de capacidad de carga bajo compresión. La primera conclusión destaca la idoneidad de la proporción de componentes del concreto, con una mezcla equilibrada de 1:0.56:3.09:1.39 para cemento, agua, grueso y fino, respectivamente, provenientes de la cantera Unocolla. Estos resultados cumplen con los estándares normativos actuales, asegurando la calidad de la mezcla. En cuanto al asentamiento del concreto, se observa que el empleo de zeolitas naturales en diferentes proporciones afecta positivamente esta propiedad. la muestra estándar exhibió un asentamiento de 3.77 pulgadas, la inclusión del 3% de zeolitas naturales resultó en un ligero descenso a 3.73 pulgadas, seguido por una disminución progresiva con el 6% (3.63 pulgadas), el 9% (3.5 pulgadas), y finalmente, el 12% (3.47 pulgadas). A medida que se incrementa la cantidad de zeolitas naturales, se registra un descenso en el asentamiento, indicando una disminución en la trabajabilidad. Sin embargo, los valores se mantienen dentro del rango aceptable de 3 a 4 pulgadas. En términos de capacidad de carga bajo compresión, se destaca un incremento significativo con la adición de zeolitas naturales. Las proporciones del 3% y 6% muestran mejoras considerables, alcanzando resistencias de 229.96 kg/cm<sup>2</sup> y 237.73 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Aunque se observa una ligera disminución con el 9% y 12%, los resultados respaldan la contribución positiva de las zeolitas en la mejora de la capacidad de carga bajo compresión del concreto.

**Palabras Clave:** Zeolita natural, concreto, capacidad de carga bajo compresión.



## ABSTRACT

In the present study entitled "Incidence of the use of natural zeolites on the compressive strength of conventional concrete in the province of San Roman", the main objective is to evaluate how natural zeolites impact the compressive strength of conventional concrete, using aggregates from the Unocolla quarry. Various proportions of natural zeolites (3%, 6%, 9% and 12%) were tested, performing a total of 15 samples for the slump test (3 for each design) and 75 cores for the compressive strength test. The first conclusion highlights the suitability of the proportion of concrete components, with a balanced mix of 1:0.56:3.09:1.39 for cement, water, coarse and fine aggregate, respectively, from the Unocolla quarry. These results comply with current regulatory standards, ensuring the quality of the mix. The standard sample exhibited a slump of 3.77 inches, the inclusion of 3% of natural zeolites resulted in a slight decrease to 3.73 inches, followed by a progressive decrease with 6% (3.63 inches), 9% (3.5 inches), and finally, 12% (3.47 inches). As the amount of natural zeolites increases, a decrease in slump is recorded, indicating a decrease in workability. However, the values remain within the acceptable range of 3 to 4 inches. In terms of compressive strength, there is a significant increase with the addition of natural zeolites. The proportions of 3% and 6% show considerable improvements, reaching strengths of 229.96 kg/cm<sup>2</sup> and 237.73 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. Although a slight decrease is observed at 9% and 12%, the results support the positive contribution of zeolites in improving the compressive strength of concrete.

**Keywords:** Natural zeolite, concrete, compressive strength.



## INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción ha experimentado un crecimiento constante y una creciente necesidad de soluciones sostenibles que cumplan las normas de resistencia y durabilidad al tiempo que minimicen el efecto medioambiental. La provincia de San Román, reconocida por su tradición constructora y urbanística, debe explorar técnicas para mejorar las cualidades del concreto convencional sin comprometer la integridad estructural. Las zeolitas naturales han demostrado ser un medio eficaz para mejorar la capacidad de carga bajo compresión al tiempo que facilitan el uso eficiente de los recursos naturales locales.

El enfoque de esta investigación va más allá del simple fortalecimiento de la capacidad de carga bajo compresión del concreto. También busca entender cómo el uso de zeolitas podría aportar beneficios significativos en términos de sostenibilidad ambiental. Dado que la producción de concreto es un proceso intensivo en emisiones de dióxido de carbono, el empleo de zeolitas podría contribuir a una reducción de la huella de carbono, haciendo que el material sea más ecológico. Esto se debe a la posibilidad de disminuir la cantidad de cemento necesario en las mezclas de concreto, ya que las zeolitas pueden actuar como aditivos que mejoran las propiedades del concreto, reduciendo así la dependencia del cemento, cuyo proceso de fabricación es una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero.

A través de un análisis detallado de las propiedades de capacidad de carga bajo compresión, esta investigación pretende proporcionar una comprensión profunda de cómo las zeolitas naturales pueden influir en las propiedades mecánicas del concreto convencional. Los resultados de este estudio no solo contribuirán al conocimiento académico en el campo de la construcción, sino que también ofrecerán perspectivas valiosas para los profesionales, las autoridades locales y los comprometidos de tomas de decisiones que buscan soluciones sostenibles y eficientes en la construcción.



En el Capítulo I de esta investigación, se establecen de manera clara las variables fundamentales que serán utilizadas para el análisis a lo largo del estudio. En esta sección, se topa el tema principal, definiendo de manera precisa su alcance y enfoque. También se detallan los objetivos específicos y generales que se persiguen con este trabajo, explicando la relevancia de la investigación en el contexto actual y los motivos que la hacen pertinente.

El Capítulo II está dedicado a la construcción del marco teórico que sustenta la investigación. Aquí, se recopilan y analizan los estudios previos más relevantes y las teorías fundamentales que han sido propuestas por expertos y académicos en el área de estudio. Esta sección ofrece una síntesis detallada de las principales ideas, conceptos, y modelos teóricos desarrollados en investigaciones anteriores.

En el Capítulo III, se presentan los métodos, técnicas y ordenamientos que se utilizarán para llevar a cabo la investigación. Esta sección describe con detalle el enfoque metodológico adoptado, ya sea cualitativo, cuantitativo o mixto, y los instrumentos específicos que serán empleados para la recolección de datos. Además, se identifican y describen las características de la población y muestra en la que se centrará el estudio, incluyendo los criterios de selección y las estrategias de muestreo utilizadas.

El Capítulo IV se centra en la presentación y análisis de los resultados obtenidos. Los datos recopilados a través de los métodos mencionados se organizan de manera sistemática y se presentan utilizando herramientas visuales como tablas, gráficos y figuras, facilitando así la comprensión de los hallazgos por parte del lector. A continuación, se realiza un análisis comparativo de estos resultados con los de investigaciones anteriores, lo que permite interpretar los hallazgos en un contexto más amplio.

Finalmente, en la Conclusión, se ofrece un resumen de las conclusiones más relevantes derivadas del estudio, destacando las implicaciones prácticas y teóricas de los hallazgos.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática

La industria de la construcción, en constante evolución, busca alternativas sostenibles y mejoras en el rendimiento de los materiales utilizados. En este contexto, la Provincia de San Román se destaca como una región donde la ingeniería civil desempeña un papel crucial en el desarrollo de infraestructuras. Uno de los desafíos actuales que enfrenta esta región es la búsqueda de métodos para mejorar las cualidades del concreto convencional, tanto en términos de rendimiento estructural como de sostenibilidad medioambiental.

En este contexto, la incorporación de zeolitas naturales como adición al concreto convencional se presenta como una posible solución. Las zeolitas son minerales microporosos con propiedades químicas únicas, que incluyen su capacidad para intercambiar cationes, absorber agua y mejorar la durabilidad de los materiales de construcción. A pesar de estas propiedades prometedoras, la incidencia específica del empleo de zeolitas naturales sobre la capacidad de carga bajo compresión del concreto en la Provincia de San Román no ha sido exhaustivamente investigada.

Por lo tanto, la necesidad de una investigación detallada se hace evidente. La falta de estudios específicos en esta área impide aprovechar completamente el potencial de las zeolitas naturales en la mejora de las propiedades del concreto en el contexto local. Abordar esta brecha de conocimiento es esencial para proporcionar a los ingenieros civiles y a la industria de la construcción en San Román datos fundamentados y directrices que permitan una implementación efectiva de las zeolitas en proyectos concretos.

La investigación propuesta no solo contribuirá al avance del conocimiento en la ingeniería civil, sino que también podría tener un impacto significativo en la sostenibilidad y eficiencia de las estructuras construidas en la provincia de San Román.

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 *Problema general*

¿De qué manera incide el empleo de zeolitas naturales sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional en la provincia de San Román?

### 1.2.2 *Problemas específicos*

- a. ¿Cuál será la proporción adecuada de los componentes del concreto al emplear agregados provenientes de la cantera Unocolla?
- b. ¿Cómo incide el empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, en el asentamiento del concreto?
- c. ¿Cómo incide el empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, en la resistencia a compresión?



## 1.3 Objetivos de la investigación

### 1.3.1 *Objetivo general*

Determinar cómo incide el empleo de zeolitas naturales sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional en la provincia de San Román.

### 1.3.2 *Objetivos específicos*

- a. Establecer la proporción adecuada de los componentes del concreto al emplear agregados provenientes de la cantera Unocolla.
- b. Evaluar la incidencia del empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, en el asentamiento del concreto.
- c. Evaluar la incidencia del empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, en la resistencia a compresión.

## 1.4 Justificación de la investigación

### 1.4.1 *Justificación técnica*

El uso de zeolitas naturales en la elaboración de concreto convencional ha sido un área de interés creciente en la ingeniería civil. Numerosos estudios indican que la incorporación de zeolitas puede incrementar significativamente las propiedades del concreto. En la Provincia de San Román, donde se encuentran reservas abundantes de zeolitas naturales, existe una oportunidad única para explorar y aprovechar estos recursos locales para mejorar la calidad del concreto que es usado en la construcción. El presente estudio se enfocará en investigar el impacto que tiene la incorporación de zeolitas naturales en la mejora de la capacidad de carga bajo compresión del concreto convencional. Para llevar a cabo esta investigación, se implementarán una serie de ensayos detallados y rigurosos con el fin de examinar las características mecánicas del concreto que ha sido

modificado mediante la adición de zeolitas. Esto proporcionará información valiosa sobre la viabilidad técnica de incorporar zeolitas en la mezcla de concreto en la región.

#### **1.4.2 Justificación económica**

La investigación busca determinar si la implementación de zeolitas en la producción de concreto convencional es económicamente viable a largo plazo. Si se demuestra que la adición de zeolitas mejora la resistencia del concreto y reduce los costos asociados con los materiales convencionales, podría generar ahorros significativos en proyectos de construcción a nivel local.

#### **1.4.3 Justificación social**

Cuando se optimizan las propiedades del concreto, se incrementa su capacidad para resistir diversas condiciones de estrés, tales como cargas pesadas, fluctuaciones de temperatura, exposición a agentes químicos, y otros factores ambientales adversos. En la Provincia de San Román, donde la infraestructura es crucial para el desarrollo local, el uso de concreto mejorado puede contribuir a la construcción de edificaciones más seguras y sostenibles. Además, el proyecto busca involucrar a la comunidad local en la investigación, fomentando la participación y generando conciencia sobre la importancia de utilizar recursos para el desarrollo sostenible.

#### **1.4.4 Justificación ambiental**

La utilización de zeolitas naturales como parte del concreto convencional puede tener beneficios ambientales significativos. En comparación con los métodos tradicionales de producción de concreto, la inclusión de zeolitas puede comprimir la demanda de recursos no renovables y así poder disminuir las emisiones de carbono asociadas con la producción de cemento. Este proyecto contribuirá a la comprensión de cómo la ingeniería civil puede abordar desafíos técnicos, económicos, sociales y ambientales,



específicamente en la Provincia de San Román, ofreciendo una perspectiva integral sobre el impacto del empleo de zeolitas naturales en el concreto convencional.

## 1.5 Hipótesis de la investigación

### 1.5.1 *Hipótesis general*

El empleo de zeolitas naturales tendrá un efecto favorable sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional en la provincia de San Román.

### 1.5.2 *Hipótesis específicas*

- a. La proporción adecuada de los componentes del concreto al emplear agregados provenientes de la cantera Unocolla cumplirán con la normativa vigente.
- b. El empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, tendrá un efecto favorable en el asentamiento del concreto.
- c. El empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, tendrá un efecto favorable en la resistencia a compresión compresión.

## 1.6 Variables

### 1.6.1 *Variable independiente*

Zeolitas naturales

### 1.6.2 *Variable dependiente*

Capacidad de carga bajo compresión



## 1.7 Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
<b>VI: ZEOLITAS NATURALES</b>	Las zeolitas naturales son un grupo de aluminosilicatos cristalinos e hidratados de aluminio, con cationes alcalinos y alcalino-térreos.	Proporción de zeolitas naturales	Proporción de zeolitas naturales en porcentajes de 3.0%, 6.0%, 9.0% y 12.0%	Báscula Electrónica, Plantilla de toma de datos
<b>VD: RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>	Se trata de una propiedad mecánica esencial en el ámbito de la construcción, que juega un papel determinante en la evaluación de la estabilidad, seguridad y longevidad de diversas estructuras.	Capacidad de carga bajo compresión	Asentamiento con la incorporación de zeolitas naturales  Capacidad de carga bajo compresión con la incorporación de zeolitas naturales	Laboratorio



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 *Antecedentes internacionales*

La investigación de (Panimbosa, 2022), titulada "Efectos de la zeolita como material suplementario del cemento portland en la resistencia a tracción indirecta del concreto estructural", el objetivo principal del estudio era evaluar la resistencia a la tracción indirecta de hormigones que tenían una capacidad de carga bajo compresión deseada de 24MPa. Además, el estudio pretendía evaluar la permeabilidad del concreto investigando la infiltración de agua a presión, que es un factor crítico para evaluar la longevidad del concreto. El estudio examinó los efectos de la sustitución de distintas proporciones de cemento por zeolita en pastas y hormigones. Los niveles de sustitución probados variaron del 0% al 20%, con incrementos del 10% y el 15%. La zeolita posee una densidad de 2,41 g/cm<sup>3</sup>, una superficie específica de 563 m<sup>2</sup>/kg y un tamaño medio de partícula de 5 micrómetros. Se observó una mayor demanda de agua en las pastas de cemento-zeolita para alcanzar una consistencia normal, lo que se tradujo en un mayor tiempo de fraguado. Para mantener la funcionalidad del concreto de zeolita, se utilizó un ingrediente plastificante. Los especímenes de concreto de zeolita presentaron una resistencia a la tracción indirecta casi comparable o ligeramente inferior a los 28 días en comparación con



el concreto de control. Los niveles de infiltración de agua mostraron un aumento consistente en todos los niveles de sustitución. El concreto demostró propiedades mejoradas tanto en estado fresco como endurecido cuando se aplicó un sustituto del 20%. La propuesta sugiere que la sustitución del 20% del cemento por zeolita es la mejor opción en cuanto a las cualidades del concreto fresco y curado.

(Chipantiza & Figueroa, 2021) en su estudio titulado "Diseño de concreto con agregado zeolita del río Ayampe", se aborda el análisis del desempeño resultante de la incorporación de zeolita en el concreto, específicamente en el cemento GU tipo 1 y cemento HE, con una dosificación equivalente de 240 kg/m<sup>2</sup>. Se inicia el estudio revisando los fundamentos esenciales acerca de la zeolita como material, detallando sus propiedades y características fundamentales. Posteriormente, se presentan los aspectos clave de los materiales empleados en las pruebas experimentales llevadas a cabo en este trabajo de investigación. Con el objetivo de determinar el comportamiento mecánico del concreto enriquecido con zeolita, se procedió a evaluar diversas propiedades, tales como densidad, rendimiento y entre otros. Los resultados obtenidos revelaron variaciones significativas en comparación con el concreto estándar. En particular, la capacidad de carga bajo compresión simple, medida en kg/cm<sup>2</sup>, evidenció una disminución apreciable al emplear zeolita. Mientras que el concreto sin aditivos alcanzó una resistencia de 254.00 kg/cm<sup>2</sup>, la introducción de zeolita resultó en una resistencia de 241.00 kg/cm<sup>2</sup>. Esta disminución en la resistencia subraya claramente el impacto de la zeolita en las propiedades mecánicas del concreto.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

(Izquierdo, 2020) en su tesis titulada "Comportamiento mecánico del concreto de mediana resistencia con la adición de zeolitas naturales más cal hidratada – Lima, 2020" el objetivo primordial es identificar las diversificaciones en el comportamiento del concreto



al incorporar zeolita y cal, específicamente en términos de capacidad de carga bajo compresión, tracción diametral y flexión. Esta investigación sigue un diseño metodológico experimental, propio de la ingeniería, con un enfoque aplicativo y cuantitativo para analizar los resultados numéricos de las pruebas de laboratorio. Los ensayos de laboratorio incluyeron pruebas de capacidad de carga bajo compresión, utilizando probetas con tres diferentes relaciones agua/cemento (0.60, 0.65 y 0.70). Se añadió zeolita y cal en proporciones del 5%, 10% y 15%, obteniendo mejoras en la capacidad de carga bajo compresión del 5% y 10%, mientras que el 15% resultó deficiente en la prueba de compresión. Las pruebas se realizaron con curados normales de 7, 14 y 28 días. La prueba de tracción diametral se llevó a cabo con el mismo diseño de mezcla y adición de zeolita y cal en las mismas proporciones. Los resultados mostraron mejoras significativas en la resistencia a la tracción diametral con el 5% y 10%, pero una respuesta negativa al 15%. Para la resistencia a la flexión, se emplearon vigas con diferentes relaciones agua/cemento (0.60, 0.65 y 0.75). Se adicionó zeolita y cal al 5%, 10% y 15%, con curados de 7, 14 y 28 días. Los resultados indicaron mejoras considerables en la resistencia a la flexión con el 5% y 10%, pero una respuesta negativa al 15%. En general, se observó que, a menor porcentaje de zeolita, se mejoró el comportamiento mecánico del concreto.

(Bravo & Chura, 2018) en su tesis titulada "Determinación de la evolución de la capacidad de carga bajo compresión de un concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo zeolita natural al 10% y 20% respecto al peso del cemento y la magnitud del módulo de elasticidad según las Normas ASTM C-39 y C-469", se investigaron dos formulaciones distintas de concreto. La primera formulación contenía un 10% de zeolita natural en peso de cemento, mientras que la segunda formulación contenía un 20% de zeolita natural en peso de cemento. Las evaluaciones se llevaron a cabo en los días 7, 14, 21 y 28 del período de observación. Tras la producción de los especímenes cilíndricos, también denominados briquetas, se les aplicó el proceso de curado descrito anteriormente. En comparación con

el concreto normal, la incorporación de zeolita natural en los especímenes dio lugar a una mejora de las características mecánicas, lo que indicaba un comportamiento mecánico superior. Esto fue verificado por los hallazgos. Basándose en los resultados de la investigación, se descubrió que el concreto que contenía un 10% de zeolita natural demostró una mejora del 9,34% en la capacidad de carga bajo compresión, mientras que el concreto que contenía un 20% de zeolita natural demostró una mejora del 6,25%. Además, la adición de un 10% de zeolita natural produjo un aumento del 6,73% en el módulo de elasticidad del concreto, mientras que la adición de un 20% de zeolita natural produjo un aumento del 4,71% durante el mismo período de tiempo. Estos aumentos se observaron en comparación con el peso del cemento incluido en la dosificación habitual del concreto estándar. El concreto que se ha mezclado con zeolita natural ha demostrado ser un material práctico, sobre todo cuando se trata de la planificación y construcción de columnas, como demuestran los resultados favorables.

### 2.1.3 *Antecedentes regionales*

(Callohuanca, 2023) en su tesis "Optimización de las propiedades del concreto usando zeolitas naturales en pavimentos rígidos, Jr. Asillo, Ayaviri, Puno, 2023", el propósito de este estudio es determinar cómo la adición de zeolitas naturales puede mejorar las cualidades del concreto que se utiliza en obras de pavimentación. Los objetivos del estudio fueron mejorar el asentamiento del concreto, garantizar la capacidad de carga bajo compresión y simultáneamente acrecentar el contenido de aire y el tiempo de fraguado. La metodología elegida está basada en un enfoque cuantitativo y se utilizó un diseño experimental de investigación aplicada. Durante el transcurso del experimento, los resultados obtenidos demostraron que el asentamiento en el diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> estaba sujeto a cambios. Como resultado de estas diferencias, el asentamiento se redujo en 2,4 pulgadas, 1 pulgada y 0,5 pulgadas para concentraciones de zeolitas naturales del 3.0%, 6.0% y 10.0%, respectivamente. En cuanto a la resistencia a la presión simple, se observó que las concentraciones de zeolitas naturales de 3%, 6% y 10%, respectivamente,



resultaron en un aumento de 322,77 kg/cm<sup>2</sup>, 345,07 kg/cm<sup>2</sup> y 350,63 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. En cuanto a la cantidad de aire presente, se produjo un aumento del 1,6%, 2,1%, 2,4% y 2,9% para concentraciones de zeolitas naturales del 3%, 6%, 10% y 15%, respectivamente. En el diseño con un peso de 175 kg/cm<sup>2</sup>, se observó que el asentamiento disminuyó en 2.8 pulgadas, 1.8 pulgadas y 1.4 pulgadas para concentraciones de zeolitas naturales de 3%, 6% y 10%, respectivamente. Además, hubo aumentos en la capacidad de carga bajo compresión simple, que se midió en 188.53 kg/cm<sup>2</sup>, 194.17 kg/cm<sup>2</sup>, y 200.67 kg/cm<sup>2</sup>. También se observaron aumentos de 1,5%, 2%, 2,3% y 2,7% en el contenido de aire cuando las zeolitas naturales estaban presentes en concentraciones de 3%, 6%, 10% y 15%, respectivamente. Puede concluirse que la incorporación de zeolitas naturales en las dosis examinadas parece haber dado lugar a una mejora en las pruebas realizadas.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Zeolita

Una zeolita es un tipo de sustancia cristalina que se distingue por su estructura, formada por tetraedros conectados entre sí. Cada uno de estos tetraedros está formado por cuatro átomos de oxígeno dispuestos en círculo alrededor de un catión. En comparación con los feldespatos, que son silicatos que tienen una estructura en capas y un tinte pálido, la zeolita tiene una estructura menos densa. El aluminio y un metal alcalino o un metal alcalino-ferroso son los dos componentes que pueden encontrarse en los feldespatos. "Agua zeolítica" es el término utilizado para describir el fenómeno en el que las moléculas de agua se quedan pegadas en los espacios vacíos de la estructura sin contribuir a la cohesión de la red. Cuando las zeolitas se calientan, esto da lugar a la creación de espuma y otros sólidos (Jimenez, 2011).

Las zeolitas exhiben una notable resistencia a los sulfuros y encuentran aplicaciones variadas, como catalizadores, desecantes y filtros moleculares. Su inclusión

en diversos ámbitos se debe a su propiedad de "hidratación reversible", que les permite adsorber moléculas de agua del entorno y liberarlas al aumentar la temperatura circundante. Esto confiere a las zeolitas habilidades significativas en términos de aislamiento térmico (Flores et al., 2020).

La zeolita es un mineral microporoso perteneciente a un grupo de minerales denominados aluminosilicatos. Está compuesta principalmente por aluminio, silicio y oxígeno, y a menudo contiene otros elementos como sodio, calcio, potasio y magnesio. Lo que hace que la zeolita sea única es su estructura cristalina porosa, que forma una especie de "jaula" con canales y cavidades.

La zeolita tiene la capacidad de intercambiar iones, lo que significa que puede capturar y liberar ciertos iones según las condiciones del entorno. Esto la hace útil en diversas aplicaciones, como en la industria, la agricultura y el tratamiento de aguas. Algunos de los usos comunes de la zeolita incluyen:

- Adsorción de metales pesados: La zeolita puede adsorber metales pesados, contribuyendo así a la purificación del agua y del suelo.
- Mejora del suelo: Se utiliza en la agricultura para mejorar la retención de agua y nutrientes en el suelo, promoviendo un mejor crecimiento de las plantas.
- Desodorización: La zeolita es conocida por su capacidad para absorber olores y sustancias químicas no deseadas, por lo que se utiliza en productos desodorantes y filtros de aire.
- Catálisis: En algunos procesos químicos, la zeolita se utiliza como catalizador debido a su estructura porosa que facilita reacciones químicas específicas.
- Detergentes: Algunas zeolitas se utilizan en detergentes para ablandar el agua, lo que mejora la eficacia del detergente.
- Tratamiento de aguas residuales: La zeolita puede utilizarse en el tratamiento de aguas residuales para eliminar contaminantes (Hernández et al., 2021).

La zeolita es un mineral aluminosilicato microporoso que tiene la capacidad de hidratarse y deshidratarse de forma reversible. En el concreto, la zeolita puede ser utilizada



para mejorar la calidad del concreto y reducir la contaminación causada por los metales pesados y otras sustancias nocivas (Laurino & Palmieri, 2015).

El comportamiento de la zeolita en el concreto se basa en su capacidad para:

- Absorber metales pesados y sustancias nocivas: La zeolita puede capturar y retener metales pesados y otras sustancias dañinas, como cadmio, mercurio, níquel y arsénico, y liberar calcio, magnesio o fosfatos benéficos para la salud del concreto.
- Desintoxicación: La zeolita ayuda a desintoxicar el concreto al eliminar sustancias nocivas y contaminantes.
- Mejora de las propiedades del concreto: La utilización de zeolita en el concreto puede mejorar su resistencia, durabilidad y resistencia al agua, lo que resulta en una estructura más sólida y resistente.
- Reducción de la contaminación: La zeolita puede ser utilizada en la industria de la construcción para reducir la contaminación causada por los metales pesados y otras sustancias nocivas.

### **Zeolita en el concreto**

La zeolita en el concreto es un aditivo mineral que se utiliza para mejorar las propiedades del material de construcción. Se trata de un aluminosilicato microporoso con una estructura cristalina única que le confiere propiedades beneficiosas al concreto. Al incorporar zeolita en la mezcla de concreto, se logran mejoras en la resistencia, durabilidad y sostenibilidad del material.

### **Resistencia Mejorada:**

La zeolita actúa como un agente de refuerzo en el concreto, fortaleciendo la matriz y mejorando su capacidad de carga bajo compresión y flexión. Esto resulta en estructuras más sólidas y duraderas, lo que es esencial para la construcción de edificaciones resistentes a cargas y condiciones ambientales adversas.

### Control de la Retracción:

La zeolita ayuda a mitigar la retracción del concreto durante el proceso de fraguado y curado. Esto es crucial para prevenir la formación de grietas, que podrían comprometer la integridad estructural. Con la zeolita, se logra un control más efectivo de la retracción, mejorando la durabilidad a largo plazo.

### Sostenibilidad Ambiental:

La zeolita es un material natural y abundante, lo que contribuye a la sostenibilidad ambiental del concreto. Al incorporar zeolita en la mezcla, se reduce la dependencia de otros recursos más intensivos en energía, como algunos agregados convencionales. Además, la zeolita tiene propiedades químicas que pueden contribuir a la captura de carbono, haciendo que el concreto sea más respetuoso con el medio ambiente.

### Figura 1

*Zeolita natural*



Fuente: Tomada de Google

Según (Izquierdo, 2020), es posible sustituir hasta el cuarenta por ciento de la cantidad total de cemento Portland en la producción de materiales de construcción como el concreto mediante la inclusión de zeolita en el proceso de fabricación. El resultado de esta sustitución es la producción de concreto ligero que contiene una variedad de propiedades distintivas. Se ha demostrado que la incorporación de rocas de zeolita a las

mezclas, como morteros y hormigones, reduce la permeabilidad de las estructuras e impide que los sulfatos penetren a través de la superficie, según investigaciones realizadas en el sector de la construcción. Además, las pruebas han revelado que las zeolitas en probetas de mortero tienen la capacidad de almacenar y liberar líquido fluido, manteniendo así un nivel de humedad constante durante todo el proceso de reacción. Es práctica común utilizar zeolitas en hormigones y morteros para mitigar o prevenir problemas en las construcciones de concreto, como el agrietamiento y la expansión. Esto se debe a que las zeolitas intervienen en las reacciones álcali-sílice y álcali-carbonato.

Según (Ventura, 2019) las zeolitas son minerales cristalinos altamente cristalinos que consisten en aluminosilicatos hidratados. Al deshidratarse, estas estructuras muestran una disposición porosa con diámetros de poro que varían de 3 a 10 angstroms en el cristal ideal. La composición química de las zeolitas incluye aluminio, silicio, hidrógeno, oxígeno y una variable cantidad de moléculas de agua. Estos minerales se encuentran principalmente en estratos volcánicos diversos. Las condiciones geológicas propicias para la formación de zeolitas incluyen sedimentos de fondo oceánico, áreas donde el agua percola en sistemas hidrológicos abiertos, zonas de alteración hidrotermal y durante la diagénesis de sedimentos.

### 2.2.2 **Concreto**

En la construcción de grandes proyectos de infraestructuras, como presas, puentes, carreteras, plantas de tratamiento de aguas y pozos petrolíferos, el concreto es el material que se utiliza con más frecuencia. Además, es un componente clave en el campo de la ingeniería civil y es un componente fundamental en la construcción de edificios, concretamente con acero.

El concreto, también conocido como concreto, es un material compuesto por una mezcla de cemento, grava, arena, aditivos y agua. En su forma líquida es maleable, y en

su estado sólido posee una gran capacidad de carga bajo compresión. Se utiliza ampliamente en la construcción para edificar y crear superficies fuertes como pisos y paredes. Existen diferentes tipos de concreto, cada uno con propiedades específicas para distintas aplicaciones, como el concreto armado, el concreto pretensado, el concreto de altas resistencias, entre otros. El concreto se diferencia del cemento, que es uno de sus componentes, y del concreto armado, que es concreto reforzado con barras de acero.

El concreto se define como una roca artificial compuesta por pasta, agregados y, opcionalmente, aditivos. Su capacidad para adquirir una resistencia notable a la compresión y otras características mecánicas relevantes se logra mediante la adecuada selección y proporción de estas materias primas. Después de pasar por el estado fresco y experimentar un eventual fraguado, el concreto se convierte en un conglomerado versátil con una amplia gama de aplicaciones en la ingeniería, incluyendo obras hidráulicas, estructurales, viales y sanitarias. Es considerado el material más utilizado y fundamental en el campo de la ingeniería debido a su versatilidad y propiedades mecánicas (Bermudez & Cadena, 2015).

## Figura 2

*Concreto*



Nota: Tomada de (Rodríguez, 2021)



Como llega a la obra en estado fresco, el concreto ofrece la flexibilidad de ser moldeado de diversas maneras. Su amplia variedad de aplicaciones en ingeniería permite la creación de diferentes tipos de construcciones. Es esencial tener en cuenta que el concreto no es homogéneo; la diversidad de características de sus elementos contribuye a esta particularidad. Esta diversidad posibilita la obtención de altas resistencias a esfuerzos de compresión. Sin embargo, su resistencia a la tracción puede ser baja en comparación, por lo que es crucial reforzarlo con acero (Álvarez & Pinto, 2017).

## **Componentes del concreto**

### **a) Cemento**

El cemento se clasifica como aglutinante hidráulico, lo que significa que es una sustancia inorgánica finamente pulverizada que, al mezclarse con agua, da lugar a la formación de una pasta que, como resultado de reacciones químicas y procesos de hidratación, se endurece y adquiere firmeza. Es posible que el cemento mantenga su resistencia y estabilidad mucho tiempo después de haberse curado por completo, incluso cuando está sumergido en agua (Jácome, 2015).

El cemento es un material fundamental en la construcción que se utiliza como aglomerante para unir otros materiales. Su principal función es la de proporcionar cohesión a los componentes de una mezcla, como arena, grava y agua, formando así una masa sólida y resistente.

El cemento Portland, el tipo de cemento predominante, se fabrica mezclando piedra caliza y arcilla en proporciones precisas, sometiendo la mezcla a un calor intenso y, posteriormente, pulverizando el clinker resultante hasta convertirlo en un polvo fino. Con esta técnica se obtiene una sustancia en polvo que, combinada con agua, forma una mezcla espesa que se solidifica gradualmente, adquiriendo cualidades de resistencia y durabilidad.



El cemento se utiliza en la producción de concreto y mortero, que son dos de las sustancias más empleadas en el campo de la construcción. El concreto es un material de construcción flexible compuesto por cemento, arena, grava y agua. Se utiliza habitualmente en la construcción de edificios, puentes, carreteras y presas. El mortero, un compuesto de cemento, arena y agua, se emplea para adherir ladrillos, bloques y piedras en la fabricación de muros.

Además de su uso en la construcción, el cemento también desempeña un papel importante en otras aplicaciones, como la estabilización de suelos, la fabricación de productos prefabricados, la reparación y el mantenimiento de estructuras, y en diversas obras civiles.

El cemento Portland, un componente crucial del concreto, puede definirse como un aglutinante hidráulico obtenido mediante la molienda de una mezcla de piedra caliza y arcilla, seguida de un proceso de cocción a alta temperatura. Este material, denominado "Portland" en referencia a su semejanza con las piedras de la isla inglesa de Portland, es esencial para conferir cohesión y resistencia a la mezcla de concreto.

El cemento Portland actúa como un agente aglutinante en la construcción debido a su capacidad de llevar a cabo un proceso químico conocido como hidratación. Al combinarse con agua, el cemento Portland inicia una serie de reacciones químicas en las que los componentes presentes en su mezcla, como los silicatos y aluminatos de calcio, interactúan con el agua para formar nuevos compuestos cristalinos. Este proceso da lugar a una matriz sólida y resistente, que es la base del concreto endurecido. A medida que esta reacción química continúa a lo largo del tiempo, la estructura del concreto se vuelve progresivamente más fuerte, lo que mejora su capacidad de soportar cargas y resistir tensiones.



La calidad y las características específicas del cemento Portland, como su resistencia tanto inicial como final, la rapidez con la que se lleva a cabo el fraguado, y su capacidad de durabilidad en condiciones adversas, son factores cruciales que determinan las propiedades finales del concreto producido. Un cemento con una alta resistencia inicial puede ser ideal para aplicaciones donde se requiere una rápida ganancia de fuerza, mientras que un cemento con un tiempo de fraguado controlado es importante para garantizar un manejo adecuado durante la mezcla y colocación. Además, la durabilidad del cemento Portland, especialmente en términos de resistencia a la exposición química y a las condiciones climáticas, es fundamental para asegurar que el concreto tenga una vida útil prolongada y confiable.

Un aspecto esencial del cemento Portland es su capacidad para adherirse eficazmente a los agregados, como arena, grava o piedra triturada, formando una mezcla homogénea que es fundamental para la integridad estructural del concreto. Esta cohesión asegura que el material resultante no solo tenga una alta capacidad de carga bajo compresión, sino también la capacidad de resistir otros tipos de esfuerzos, como la tracción y la flexión, que son comunes en diversas aplicaciones de construcción. Por lo tanto, el desempeño del cemento Portland como aglutinante es un factor determinante en la creación de estructuras sólidas, seguras y duraderas, adecuadas para una amplia gama de proyectos de ingeniería civil y edificación (Rodríguez, 2021).

## **b) Agregados**

El término "agregado" se utiliza en el campo de la ingeniería civil para referirse a una mezcla de piedra triturada, grava, arena y otros materiales que está formada en gran parte por partículas discretas. Existe la posibilidad de que también contenga arcillas y sedimentos en casos poco frecuentes. Los agregados finos pueden tener un diámetro tan pequeño como 5-10 micras, mientras que los gruesos pueden tener un diámetro máximo de 150 milímetros. El tamaño de los agregados puede variar entre grueso y fino. La función

principal de los agregados es actuar como material de cimentación para la construcción de pavimentos y cimientos de edificios. Además, son un componente esencial en la formulación del concreto de cemento Portland, así como del concreto asfáltico para la construcción.

### Figura 3

*Agregados*



Notas: Tomada de (Rodriguez, 2021)

Los agregados, ya sean naturales o artificiales, son componentes que, combinados con cemento y agua, crean la sustancia conocida como concreto. Se considera que estos ingredientes no influyen negativamente en las cualidades y características de las mezclas. Una unión óptima con la pasta de cemento tras el endurecimiento requiere una distribución precisa de los tamaños de los agregados. En ciertas situaciones, los agregados utilizados en la mezcla de concreto pueden contener partículas de menor tamaño que poseen propiedades hidráulicas, las cuales tienen la capacidad de contribuir positivamente al desarrollo de la resistencia mecánica del concreto. Estas partículas finas pueden reaccionar favorablemente con los componentes del cemento y el agua, fortaleciendo la matriz del concreto y mejorando su capacidad para soportar cargas y tensiones. Este fenómeno puede resultar en un aumento significativo en la durabilidad y solidez del concreto, especialmente en aplicaciones que requieren alta resistencia (Álvarez & Pinto, 2017).



Los agregados son materiales inertes de naturaleza granular, como arena o piedra natural triturada. Cuando se mezclan con un medio cementante, forman una masa compacta o piedra artificial conocida como concreto. Las propiedades de los agregados ejercen una influencia significativa en las propiedades del concreto, especialmente en la consistencia del concreto fresco y en sus características mecánicas cuando ha endurecido. Al seleccionar agregados para concreto de alta resistencia, es crucial considerar factores como una elevada resistencia, un buen coeficiente de forma y una granulometría adecuada.

Estas síntesis inertes, derivadas de la molienda de rocas, son incorporadas por la pasta de cemento para formar una estructura resistente y robusta. Estos componentes pueden representar aproximadamente el 75% del volumen total, siendo crucial para garantizar la calidad del concreto.

Los agregados son esenciales para proporcionar resistencia mecánica, estabilidad dimensional y durabilidad a estas mezclas. Hay dos tipos principales de agregados: gruesos y finos.

### **Agregados Gruesos:**

- Definición y composición de los agregados gruesos: Los agregados gruesos están compuestos por fragmentos sólidos de materiales como rocas, grava o piedra que han sido trituradas. Estos fragmentos tienen tamaños que pueden variar considerablemente, desde varios milímetros hasta varias pulgadas, dependiendo de los requerimientos específicos de la mezcla de concreto. Los agregados gruesos son un componente fundamental en la elaboración del concreto, ya que forman la base sobre la cual se construye la mezcla, proporcionando cuerpo y volumen.
- Función y propósito en la mezcla de concreto: La principal función de los agregados gruesos en el concreto es aportar resistencia estructural al material final. Al integrarse

con el cemento y los agregados finos, los agregados gruesos mejoran significativamente la capacidad de carga bajo compresión del concreto, lo que se traduce en una mayor capacidad para soportar cargas pesadas sin deformarse o romperse. Esto es especialmente importante en la construcción de elementos estructurales como columnas, vigas, losas y pavimentos, donde la capacidad de carga es una consideración crítica. Además, al contribuir a la estabilidad de la mezcla, estos agregados también ayudan a reducir el riesgo de agrietamiento, mejorando la durabilidad general del concreto.

- Rango típico de tamaños de partículas: Los agregados gruesos utilizados en la preparación de concreto suelen tener tamaños de partículas que oscilan entre 9.5 mm (equivalente a 3/8 de pulgada) y 37.5 mm (equivalente a 1.5 pulgadas). Esta variación en los tamaños permite una distribución granulométrica óptima dentro de la mezcla, lo que es crucial para asegurar que el concreto tenga una densidad uniforme y una resistencia mecánica adecuada. La selección del tamaño de los agregados gruesos dependerá de la aplicación específica del concreto, ya que diferentes proyectos de construcción pueden requerir diferentes propiedades físicas para satisfacer los requisitos de diseño estructural.

### **Agregados Finos:**

- Composición y naturaleza de los agregados finos: Los agregados finos están constituidos por partículas de menor tamaño, las cuales pueden ser de origen natural, como la arena obtenida de ríos o playas, o pueden ser producto de procesos de trituración, como la arena generada a partir de la molienda de piedras y rocas. Estas partículas más pequeñas desempeñan un papel vital en la mezcla de concreto al complementar la presencia de los agregados gruesos.
- Función principal en la mezcla de concreto: Una de las funciones esenciales de los agregados finos es ocupar los espacios vacíos que quedan entre las partículas más grandes de los agregados gruesos. Al hacerlo, los agregados finos contribuyen a crear



una mezcla más densa y homogénea, lo que resulta en un concreto más compacto y resistente. Además, la incorporación de agregados finos mejora la trabajabilidad del concreto, facilitando su manejo, colocación, y acabado durante el proceso de construcción. Este aspecto es crucial, ya que un concreto con buena trabajabilidad permite un vertido y compactación más eficientes, reduciendo el riesgo de segregación y mejorando la calidad general del producto final.

- Rango típico de tamaños de partículas: Los agregados finos utilizados en la producción de concreto generalmente presentan tamaños de partículas que son menores a 4.75 mm. Esta granulometría permite que los agregados finos actúen como un material de relleno efectivo entre los agregados gruesos, garantizando que la mezcla de concreto alcance la cohesión y consistencia necesarias. La selección adecuada del tamaño y tipo de agregados finos, ya sea arena natural o triturada, dependerá de los requisitos determinados del proyecto y de las propiedades mecánicas y de acabado que se deseen en el concreto.

Los agregados que se usan en la producción de concreto son seleccionados con sumo cuidado, atendiendo a sus propiedades tanto físicas como químicas, con el fin de asegurar que el concreto resultante cumpla con los estándares de calidad requeridos. Entre las características más importantes que se evalúan durante este proceso de selección se encuentran la forma de las partículas, que puede influir en la densidad y compactación de la mezcla; la textura superficial de los agregados, que afecta la adhesión del cemento y, por tanto, la cohesión interna del concreto; la resistencia al desgaste, que es crucial para la durabilidad y longevidad de las estructuras; y la capacidad de absorción de agua, que puede influir tanto en la trabajabilidad del concreto fresco como en la resistencia y durabilidad del concreto una vez endurecido.

Estas propiedades no solo determinan la factibilidad con la que se logra trabajar con el concreto fresco durante su colocación y compactación, sino que también tienen una



marca directa en la resistencia final del concreto una vez que ha fraguado y endurecido. Además, influyen en su cabida para resistir los efectos del tiempo y las condiciones ambientales, asegurando así su durabilidad a largo plazo.

El proceso de fabricación del concreto típicamente involucra la combinación de varios componentes clave en proporciones cuidadosamente definidas: cemento, agua, agregados gruesos (como grava o piedra triturada) y agregados finos (como arena). Esta mezcla se realiza de manera que todos los materiales se distribuyan uniformemente y se obtenga una consistencia homogénea. Luego, la mezcla de concreto se vierte en moldes de formas específicas según las necesidades del proyecto y se deja en reposo para que fragüe y se endurezca, convirtiéndose en una estructura sólida, resistente y capaz de soportar cargas.

En la ingeniería y la construcción, los agregados son elementos fundamentales, ya que aportan elocuentemente a las propiedades del concreto y del mortero. Estos materiales no solo proporcionan volumen y resistencia a la mezcla, sino que también influyen en la estabilidad, durabilidad y capacidad de carga de las estructuras construidas con ellos. Así, los agregados son esenciales en una amplia gama de proyectos de construcción, desde pequeñas edificaciones hasta grandes infraestructuras, debido a su impacto en la calidad y desempeño de los materiales utilizados.

### **c) Agua**

El agua que se utiliza en la elaboración de mezclas de concreto y morteros debe cumplir con criterios estrictos de calidad, siendo esencialmente agua potable que esté libre de cualquier contaminante o sustancia que pueda afectar negativamente el proceso de hidratación del cemento. El proceso de hidratación es fundamental para que el cemento desarrolle sus propiedades aglutinantes y alcance la resistencia necesaria; por lo tanto, la



calidad del agua utilizada es un factor crítico que influye en el desempeño del concreto resultante (Jácome, 2015).

El agua utilizada en la mezcla debe carecer de cuantías descomunales de aceites, ácidos, materia orgánica o cualquier otro componente que pueda dañar el concreto o el acero de refuerzo. Es aconsejable utilizar agua potable, que se refiere a cualquier agua natural que es segura para el consumo humano y no tiene un sabor u olor fuerte, en la producción de concreto. El agua utilizada debe cumplir las disposiciones establecidas por la normativa pertinente en cuanto a su calidad.

No es aconsejable utilizar aguas residuales, aguas residuales industriales, agua blanda, agua de deshielo de montaña o agua con altos niveles de sólidos disueltos o en suspensión en el proceso de fabricación del concreto.

El agua es un componente fundamental en el proceso de elaboración del concreto, ya que desempeña un rol indispensable tanto durante la mezcla como en las etapas posteriores de endurecimiento y curado del material. En la fabricación del concreto, el agua tiene múltiples funciones clave que son esenciales para lograr las propiedades mecánicas y de durabilidad deseadas. A continuación, se presenta una visión más amplia sobre la importancia y el papel del agua en la producción y comportamiento del concreto:

En primer lugar, el agua es responsable de iniciar la reacción de hidratación del cemento, que es el proceso químico mediante el cual los compuestos del cemento reaccionan con el agua para formar productos de hidratación, como los silicatos de calcio hidratados, que proporcionan la resistencia y la cohesión al concreto. Esta reacción es esencial para que el cemento actúe como aglutinante, uniendo los agregados y formando una masa sólida y resistente.



Además, el agua es necesaria para otorgar la trabajabilidad adecuada a la mezcla de concreto. La cantidad y calidad del agua determinan la fluidez de la mezcla, lo que afecta directamente su facilidad de manejo, colocación, y compactación durante las etapas de construcción. Un equilibrio adecuado en el contenido de agua es crucial para evitar problemas como la segregación de los agregados o la pérdida de cohesión, que pueden comprometer la calidad final del concreto.

El agua también juega un papel vital en el curado del concreto después de que se ha vertido y moldeado. Durante el curado, es necesario mantener la humedad adecuada en la superficie del concreto para evitar que el agua necesaria para la hidratación se evapore prematuramente. Este proceso ayuda a evitar la formación de grietas superficiales y asegura que el concreto alcance su resistencia máxima y otras propiedades de rendimiento previstas.

- Relación agua-cemento (A/C): La proporción entre la cantidad de agua y la cantidad de cemento utilizada en una mezcla de concreto es un factor fundamental conocido como la relación agua-cemento (A/C). Esta relación es crítica porque influye directamente en varias propiedades esenciales del concreto, tales como su capacidad de carga bajo compresión, durabilidad y facilidad de manejo durante la colocación. Una proporción óptima de agua y cemento permite obtener una mezcla que sea lo suficientemente fluida para facilitar el vertido y la compactación, sin comprometer las propiedades mecánicas finales. Si esta relación se maneja correctamente, se logra un equilibrio que maximiza tanto la trabajabilidad del concreto fresco como la resistencia y la durabilidad del concreto endurecido.
- Trabajabilidad del concreto: El agua juega un papel determinante en la trabajabilidad de la mezcla de concreto, que se refiere a la factibilidad con la que esta puede ser colocada, manipulada y compactada en los moldes o en el sitio de construcción. Una cantidad adecuada de agua en la mezcla asegura que el concreto sea lo suficientemente



manejable y maleable para su colocación y compactación, permitiendo un acabado uniforme. Sin embargo, es crucial evitar que la mezcla sea demasiado líquida, ya que un exceso de agua puede reducir la cohesión y la resistencia del concreto una vez que ha fraguado, afectando negativamente su integridad estructural y longevidad.

- **Reacción química de hidratación:** El endurecimiento y la ganancia de resistencia del concreto son el resultado de la reacción química conocida como hidratación del cemento Portland. Esta reacción se produce cuando el cemento se combina con el agua, generando productos como gel de silicato de calcio y aluminato de calcio. Estos compuestos se desarrollan y solidifican con el tiempo, creando una matriz robusta y resistente que proporciona al concreto su capacidad para soportar cargas y tensiones. La hidratación es un proceso continuo, por lo que el control del contenido de agua es esencial para asegurar que se logre una resistencia adecuada en todas las etapas del desarrollo del concreto.
- **Proceso de curado del concreto:** Una vez que el concreto ha sido vertido y moldeado en su forma final, es crucial someterlo a un proceso adecuado de curado. El curado implica conservar la zona del concreto húmeda durante un período de tiempo establecido para asegurar que la hidratación del cemento continúe de manera óptima. Este proceso es vital para el desarrollo completo de las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto. El curado correcto ayuda a prevenir la formación de grietas y la disminución de la resistencia debido a la deshidratación prematura de la mezcla.
- **Influencia en la porosidad:** La cuantía de agua usada en la mezcla de concreto también afecta significativamente la porosidad del material final. Si se emplea demasiada agua en la mezcla, puede resultar en una mayor porosidad, creando vacíos dentro de la matriz del concreto. Esta porosidad elevada puede complicar la durabilidad del concreto, ya que facilita la penetración de agentes agresivos, como el agua, productos químicos, y otros contaminantes, que pueden acelerar el proceso de deterioro y afectar la integridad estructural del concreto a largo plazo. Por lo tanto, es esencial controlar el contenido de

agua para obtener un concreto que no solo sea resistente sino también duradero frente a condiciones ambientales adversas.

#### **d) Aditivos**

Los aditivos del concreto son agentes químicos especializados o combinaciones de productos químicos que se incluyen en las mezclas de concreto durante la fase de preparación. Su principal objetivo es potenciar determinadas propiedades del concreto o mejorar varios aspectos de su manipulación, instalación, curado y rendimiento general. Mediante el uso de estos aditivos, los constructores e ingenieros pueden lograr resultados inalcanzables con el concreto tradicional por sí solo.

Estos aditivos desempeñan muchas funciones, dependiendo de su composición química y uso previsto. Pueden alterar significativamente las características del concreto tanto en su estado flexible como rígido, convirtiéndolos en herramientas esenciales en la construcción moderna. Los aditivos se clasifican con frecuencia en función de sus efectos y características específicas para facilitar la comprensión de sus diversas funciones. A continuación, se describen las principales categorías de aditivos del concreto:

#### **Tipos de aditivos:**

- Aditivos aceleradores de fraguado: Aceleran el proceso de fraguado y endurecimiento del concreto, siendo útiles en climas fríos o cuando se requiere una rápida puesta en servicio de la estructura.
- Aditivos retardadores de fraguado: Retrasan la velocidad de fraguado, permitiendo un tiempo de mezcla y colocación extendido, lo cual es beneficioso en climas cálidos o para grandes proyectos donde se necesita más tiempo para colocar el concreto.
- Aditivos plastificantes o reductores de agua: Incrementa la trabajabilidad del concreto al disminuir la cuantía de agua necesaria para lograr una mezcla manejable, manteniendo al mismo tiempo sus propiedades.



- **Aditivos aireantes:** Introducen pequeñas burbujas de aire en el concreto, mejorando la resistencia al hielo y al deshielo y la resistencia a los ciclos de congelación y descongelación.
- **Aditivos impermeabilizantes:** Reducen la permeabilidad del concreto, mejorando su resistencia a la penetración de agua y químicos agresivos.
- **Aditivos pigmentarios:** Añaden color al concreto, permitiendo una variedad estética en proyectos arquitectónicos.
- **Aditivos expansivos o contracción compensada:** Controlan las contracciones o expansiones térmicas del concreto, minimizando la posibilidad de fisuras.

### **Funciones y beneficios:**

- **Mejora de propiedades mecánicas:** Algunos aditivos pueden mejorar la resistencia y durabilidad del concreto.
- **Optimización de la trabajabilidad:** Facilitan la colocación y manipulación del concreto durante la construcción.
- **Control de la retracción:** Reducen la retracción plástica y térmica, minimizando la formación de fisuras.
- **Adaptación a condiciones climáticas:** Permiten la adaptación del concreto a diferentes condiciones ambientales, como temperaturas extremas.
- **Mejora de la durabilidad:** Algunos aditivos contribuyen a la resistencia a la corrosión, abrasión y ataques químicos.

Los diversos ingredientes se mezclan a fondo en proporciones adecuadas para crear una sustancia cohesiva y maleable. Esta masa puede moldearse según las necesidades y, en esta fase, el material resultante, denominado concreto u "concreto", puede transportarse y colocarse cómodamente en la obra deseada. Con el tiempo, el cemento y el agua de la mezcla reaccionan químicamente mediante un proceso

fisicoquímico conocido como hidratación del cemento. Este proceso conduce a la primera solidificación del concreto, a la que sigue un fortalecimiento gradual. En condiciones óptimas de temperatura y duración, este proceso persiste continuamente, lo que da lugar a un aumento continuo de la capacidad de resistencia del concreto (Rodríguez, 2021).

### **2.2.3 Propiedades del concreto**

La comprensión y el análisis minucioso de las cualidades del cemento proporcionan información crucial sobre las características que presenta este material. Estas características pueden experimentar modificaciones según el estado en el que se encuentre el componente cementante. A continuación, se detallan estas cualidades:

#### **Trabajabilidad**

La trabajabilidad se refiere a la capacidad inherente y necesaria del concreto para ser manejado con facilidad, asegurando así su colocación y compactación efectivas. La adecuada trabajabilidad del concreto es fundamental para cumplir con los requisitos necesarios para su colocación, garantizando, a su vez, una buena durabilidad y resistencia. Esta propiedad está condicionada por factores como la fricción interna entre las partículas de agregados incorporados y la fricción externa generada por el concreto y la superficie del encofrado.

La trabajabilidad del concreto se refiere con la factibilidad con la que el concreto fresco puede ser mezclado, transportado y colocado sin derrochar sus propiedades específicas. Es una propiedad fundamental que influye en la manejabilidad y la facilidad de manipulación del concreto durante todas las etapas de su producción y colocación. La trabajabilidad es crucial para lograr una buena compactación y obtener una estructura final duradera y resistente.

Algunos factores clave que afectan la trabajabilidad del concreto son:



- Relación agua-cemento (a/c): La cantidad de agua en la mezcla de concreto en comparación con la cantidad de cemento es un factor crítico. Demasiada agua puede hacer que el concreto sea más fácil de trabajar, pero también puede reducir su resistencia y durabilidad.
- Proporción de agregados: La cantidad y el tamaño de los agregados (grava, arena) también afectan la trabajabilidad. Una adecuada distribución de tamaños de agregados puede mejorar la cohesión y la trabajabilidad del concreto.
- Aditivos y adiciones: El uso de aditivos, como superplastificantes o retardadores, puede modificar las propiedades del concreto fresco para mejorar la trabajabilidad. Las añadiduras como ceniza volante podrían afectar la consistencia y otras características del concreto.
- Temperatura ambiente y del concreto: Las condiciones ambientales, como la temperatura, pueden influir en la velocidad de fraguado del concreto y, por lo tanto, en su trabajabilidad. En climas cálidos, el concreto puede fraguar más rápido, mientras que en climas fríos, puede ser necesario tomar medidas para mantener una temperatura adecuada.
- Tiempo de mezclado y transporte: El tiempo que el concreto fresco pasa en la mezcladora y durante el transporte también afecta su trabajabilidad. Demasiado tiempo de mezclado o transporte puede llevar a la pérdida de propiedades.
- Consistencia y fluidez: La consistencia y fluidez del concreto fresco son indicadores directos de su trabajabilidad. Un concreto más fluido generalmente es más fácil de colocar y compactar.

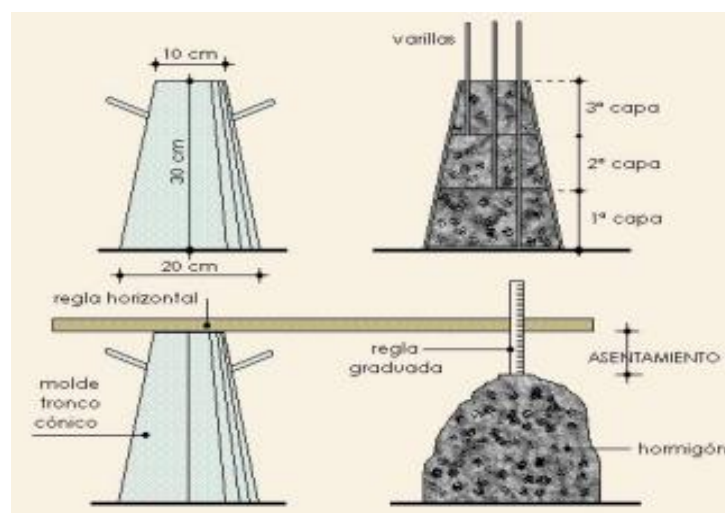
## Consistencia

La consistencia está estrechamente vinculada a la maleabilidad o trabajabilidad de la mezcla de hormigón. Evalúa la viabilidad de mezclar, transportar, instalar y terminar el

hormigón sin segregación ni esfuerzos indebidos. Una mezcla de hormigón con una consistencia elevada es más fluida y manejable, lo que la hace apropiada para aplicaciones que requieren una superficie lisa y uniforme. Por el contrario, una mezcla con consistencia inadecuada tiene mayor densidad y menor fluidez, lo que puede ser útil para construir edificios con mayor capacidad de carga o para aplicaciones verticales en las que se desee una menor fluidez (Jácome, 2015).

## Figura 4

### Concreto



Nota: Tomada de (Jácome, 2015)

## Capacidad de carga bajo compresión

La resistencia de los morteros es una característica crucial que define su idoneidad como material de construcción (Díaz & Zaragoza, 2018).

Según (Jácome, 2015), la principal propiedad mecánica del concreto es la capacidad de soportar una carga, medida normalmente como tensión y expresada habitualmente en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . La capacidad de carga bajo compresión del concreto se considera la característica más importante de este material, ya que es igualmente vital tanto para la resistencia como para la durabilidad del concreto.



La resistencia del concreto es una característica crucial que dicta la capacidad del material para soportar cargas o fuerzas externas sin sufrir fallos o deformaciones inaceptables. La capacidad de carga bajo compresión es un atributo crucial del concreto y se evalúa mediante ensayos que cuantifican su capacidad para soportar fuerzas de compresión.

Aquí hay algunos aspectos clave relacionados con la resistencia del concreto:

- Prueba de capacidad de carga bajo compresión: La prueba de capacidad de carga bajo compresión es el método estándar para tasar la resistencia del concreto. En esta prueba, se moldean cilindros de concreto y se aplican fuerzas de compresión gradualmente hasta que el cilindro se quiebra. La capacidad de carga bajo compresión se expresa en términos de la fuerza máxima que el concreto puede soportar por unidad de área (generalmente en MPa o psi).
- Relación (a/c): La relación agua-cemento es un factor clave que afecta la resistencia del concreto. Una baja relación a/c (menos agua en comparación con el cemento) tiende a aumentar la resistencia, mientras que una relación alta puede reducirla. Sin embargo, una cantidad insuficiente de agua también puede afectar la trabajabilidad y la durabilidad.
- Curado adecuado: La resistencia del concreto está influenciada por el proceso de curado. El concreto debe curarse adecuadamente para permitir que el cemento hidrate completamente, lo que contribuye a la formación de una matriz más fuerte y duradera.
- Calidad de los materiales: La calidad de los materiales manipulados en la mezcla de concreto, incluyendo el cemento, los agregados y los aditivos, afecta claramente la resistencia final del concreto.



- Mezcla adecuada: La proporción y la calidad de los componentes en la mezcla de concreto, así como un mezclado adecuado, son esenciales para lograr una resistencia óptima.
- Edad del concreto: La resistencia del concreto generalmente aumenta con el tiempo a medida que el proceso de hidratación del cemento continúa. El concreto suele alcanzar su resistencia máxima después de semanas o incluso meses.
- La resistencia del concreto es crucial en la construcción de estructuras duraderas y seguras. Dependiendo de los requisitos del proyecto, la resistencia del concreto puede variar, y los ingenieros especificarán la resistencia deseada en los diseños de las estructuras. La clasificación de resistencia del concreto es un parámetro importante para garantizar que la estructura cumpla con los estándares de seguridad y rendimiento establecidos.

## **Durabilidad**

La durabilidad del concreto se refiere a su capacidad para resistir fuerzas físicas y químicas durante su vida útil, salvaguardando al mismo tiempo el refuerzo incrustado y los recursos metálicos. De ahí que sea imperativo tener en cuenta no sólo los impactos provocados por cargas y presiones, sino también las condiciones físicas específicas a las que estará sometido. Se lleva a cabo una evaluación del entorno circundante donde se ubicará la estructura, con especial atención a los posibles impactos nocivos, como la corrosión del refuerzo en condiciones químicas hostiles. Para garantizar la resistencia duradera del concreto y proporcionar una defensa eficaz contra la corrosión del refuerzo, es fundamental diseñar concreto con permeabilidad restringida. Esto se logra creando una mezcla con una baja proporción agua/cemento, una compactación adecuada, una proporción adecuada de peso de cemento y una hidratación óptima (Jácome, 2015).



La durabilidad del concreto se refiere a su capacidad para resistir el deterioro a lo largo del tiempo y mantener sus propiedades físicas y mecánicas en condiciones ambientales y de servicio específicas. Un concreto duradero debería poder resistir agresiones externas como la exposición a condiciones climáticas adversas, ataques químicos, cargas repetidas y otros factores que podrían afectar su integridad a lo largo de su vida útil. La durabilidad es un aspecto crucial en la construcción de infraestructuras y edificaciones, ya que afecta directamente la vida útil y el beneficio de las estructuras de concreto.

#### **2.2.4 *Diseño de mezcla***

El diseño de mezcla de concreto es un procedimiento fundamental en el ámbito de la construcción que se centra en la selección meticulosa y la proporción adecuada de los diversos materiales que componen el concreto. Este proceso es esencial para garantizar que el concreto resultante posea las propiedades específicas que se requieren para cumplir con los estándares de calidad y las demandas de un proyecto constructivo particular. Durante este proceso de diseño, se busca formular una mezcla que no solo optimice la capacidad de carga bajo compresión del concreto, sino que también garantice su durabilidad, trabajabilidad, y otras propiedades cruciales que influirán en el desempeño del material en su aplicación final.

El objetivo principal del diseño de mezcla de concreto es crear una combinación equilibrada de materiales como el cemento, los agregados gruesos y finos, el agua y, en algunos casos, aditivos químicos que interactúen de manera efectiva para proporcionar una mezcla homogénea que satisfaga tanto los requisitos de resistencia mecánica como los de comportamiento a lo largo del tiempo. Por ejemplo, la proporción de cemento y agua debe ser cuidadosamente calculada para alcanzar la relación agua-cemento adecuada,



que es un factor clave en el desarrollo de la resistencia del concreto y su capacidad para resistir condiciones ambientales adversas.

Además, el diseño debe considerar la trabajabilidad de la mezcla, que es la facilidad con la que el concreto puede ser manipulado, colocado y compactado en los moldes o en el sitio de construcción. Una mezcla que sea demasiado seca puede resultar difícil de manejar y colocar, mientras que una mezcla demasiado fluida podría comprometer la resistencia final del concreto y su estabilidad estructural. Por ello, lograr el equilibrio perfecto entre estos factores es un aspecto crítico del diseño de mezcla.

Asimismo, el diseño de la mezcla también debe atender la durabilidad del concreto, asegurando que el material sea capaz de soportar las condiciones de exposición a las que estará sometido a lo largo de su vida útil. Esto incluye resistencia a la abrasión, a los ciclos de congelación y deshielo, a los ataques químicos y a la penetración de agua, que pueden afectar la integridad del concreto.

## 2.3 Marco conceptual

- a. Agregados: Los agregados son elementos granulares que se combinan con cemento y agua para crear concreto. Estos materiales juegan un papel esencial en determinar las propiedades y características finales del concreto. Los agregados, que incluyen tanto arena como grava o piedra triturada, actúan como relleno en la mezcla, proporcionando estructura y estabilidad al concreto una vez que se ha endurecido.
- b. Concreto: El material en cuestión se compone esencialmente de tres elementos fundamentales: cemento, agua y agregados, que comúnmente incluyen arena, grava o piedra triturada. Al combinar estos componentes en proporciones



cuidadosamente determinadas, se genera una mezcla uniforme que, tras someterse a un proceso de fraguado y endurecimiento, desarrolla propiedades de solidez y perdurabilidad. Este proceso permite que el material alcance una estructura resistente y de larga duración, ideal para diversas aplicaciones en la construcción.

- c. **Capacidad de carga bajo compresión:** La capacidad de carga bajo compresión es una de las características más esenciales del concreto y se relaciona con la habilidad de este material para soportar fuerzas que intentan reducir su volumen mediante la aplicación de cargas compresivas. Esta propiedad es especialmente significativa en contextos estructurales donde el concreto está expuesto a presiones que lo comprimen, lo que asegura su estabilidad y desempeño a largo plazo en dichas condiciones.
  
- d. **Zeolita natural:** Es un mineral microporoso que se forma a través de procesos geológicos a lo largo del tiempo. Está compuesta principalmente por aluminosilicatos y tiene una estructura cristalina tridimensional única. La zeolita se caracteriza por su capacidad para intercambiar iones y moléculas de agua reversiblemente.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Son técnicas, estrategias y procedimientos utilizados para llevar a cabo un estudio o una investigación. Incluye la recopilación de datos, el análisis, la interpretación y la presentación de los resultados. La elección de la metodología adecuada es crucial para garantizar la fiabilidad y la validez de los resultados de la investigación. Los factores a considerar al elegir una metodología de investigación incluyen el área de estudio, los objetivos de la investigación, el tipo de investigación a realizar y los recursos disponibles (Alfonso et al., 2020).

#### 3.1 Diseño de la investigación

El diseño de investigación experimental se presenta como una metodología clave en el campo de la investigación científica, empleada principalmente para identificar y analizar relaciones de causa y efecto entre diferentes factores. Esta estrategia se basa en la manipulación deliberada de una variable independiente con el propósito de examinar cómo su alteración influye en otra variable, conocida como variable dependiente. En este contexto, el investigador modifica de manera controlada la variable independiente para observar los cambios que se producen en la variable dependiente, lo cual permite establecer conexiones directas entre ambos elementos. Esta metodología es esencial para

comprender la dinámica de interacción entre variables, facilitando la generación de conclusiones más precisas sobre cómo una variable puede afectar a otra (Alfonso et al., 2020).

En este estudio será experimental debido a que a la variable se le adicionará zeolitas para después realizar los ensayos en laboratorio.

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

La investigación cuantitativa se caracteriza por ser un enfoque metódico y estructurado que se centra en la recolección y análisis de datos en forma numérica, utilizando diversas herramientas de análisis estadístico y matemático. Este enfoque tiene como finalidad ofrecer una descripción exhaustiva, así como una explicación detallada y una predicción precisa de fenómenos o eventos específicos. Se basa en un enfoque deductivo, que se fundamenta en la comprobación de teorías derivadas de corrientes filosóficas como el empirismo y el positivismo. En términos metodológicos, la investigación cuantitativa emplea un conjunto de procedimientos científicos rigurosos que incluyen, entre otros, el desarrollo y construcción de modelos teóricos, la formulación de hipótesis, el diseño de instrumentos precisos de medición, la manipulación controlada de variables, la implementación de controles experimentales para minimizar sesgos, la evaluación rigurosa de los resultados obtenidos y la recopilación sistemática de datos empíricos (Pereyra, 2020).

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

#### **3.3.1 Tipo de la investigación**

La investigación aplicada busca producir información práctica que pueda usarse directamente para abordar desafíos sociales o industriales. Se basa en los descubrimientos tecnológicos realizados en la investigación fundamental y se centra en el proceso de conectar conceptos teóricos con productos o soluciones tangibles. La investigación

aplicada se caracteriza por el uso de múltiples estrategias para la recolección de información, entre las que se destacan los cuestionarios, las entrevistas y las técnicas de observación. Estos métodos de recolección de datos se pueden implementar en una amplia gama de contextos y situaciones, ajustándose a los objetivos específicos que se plantean en cada estudio. Este tipo de investigación se fundamenta en la aplicación de elementos tomados de teorías previamente establecidas, combinándolos con conocimientos prácticos, métodos sistemáticos y técnicas especializadas para abordar y resolver problemas concretos y reales (Pereyra, 2020).

Esta investigación es de tipo aplicada, con el objetivo de ofrecer soluciones inmediatas para optimizar las propiedades de las composiciones de concreto.

### **3.3.2 Nivel de la investigación**

El nivel de investigación explicativo se destaca como uno de los enfoques más profundos en la metodología investigativa, orientado a desentrañar las relaciones de causa y efecto que existen entre diferentes variables. A diferencia de los niveles que se limitan a describir fenómenos o reconocer patrones recurrentes, la investigación explicativa se concentra en dilucidar el porqué y el cómo de la ocurrencia de ciertos eventos o situaciones. El objetivo primordial en este tipo de estudios es descubrir y comprender las causas que dan origen a un fenómeno específico y los efectos que este puede producir. Para lograrlo, los investigadores examinan con detalle las interacciones entre las variables involucradas, buscando clarificar las razones subyacentes de los comportamientos observados y los resultados que se manifiestan. (Reyes, 2022).

Para esta investigación, el nivel es de tipo explicativo, enfocándose en comprender cómo se comportan las variables y cómo afectan a otras, con el propósito de profundizar en el análisis del impacto de las adiciones utilizadas en la fabricación del concreto.



### 3.4 Población y muestra de la investigación

#### 3.4.1 Población

Hace referencia al conjunto total de elementos, individuos o unidades que poseen una característica común y que son de interés para una investigación particular. La población constituye el grupo completo sobre el cual se desea obtener conocimiento, describir sus atributos o a partir del cual se pretende generalizar los hallazgos obtenidos. Este concepto es crucial en el proceso de diseño y desarrollo de investigaciones, dado que la validez, relevancia y aplicabilidad de los resultados dependen en gran medida de cómo se defina y seleccione la población de estudio. La identificación de la población adecuada es un paso fundamental, ya que determina la precisión con la que se pueden extrapolar los resultados de la muestra al grupo más amplio. Además, es esencial que la población seleccionada sea pertinente en relación con los objetivos de la investigación y que los métodos de muestreo implementados sean los más adecuados para asegurar que la muestra sea verdaderamente representativa de la población objetivo (Iglesias, 2021).

La población de este estudio está compuestas por concretos convencionales en la provincia de San Roman.

#### 3.4.2 Muestra

Una muestra se define como un subconjunto específico, cuidadosamente seleccionado, de una población más grande, y se utiliza con el fin de llevar a cabo observaciones y análisis detallados. En el ámbito de la investigación, estudiar la totalidad de una población puede resultar impráctico debido a su gran tamaño o dificultades de acceso; por ello, se recurre al uso de una muestra. Esta selección permite a los investigadores obtener información valiosa y formular conclusiones que pueden generalizarse al conjunto total de la población. Para que los resultados de un estudio sean válidos y fiables, es crucial que la muestra sea representativa de la población en lo que respecta a las características clave que se están investigando. Esto significa que la muestra debe reflejar de manera proporcional las diversas características demográficas,

geográficas u otras variables pertinentes de la población en su conjunto (Castillo et al., 2014).

Las muestras de este proyecto consisten en testigos mejorado con zeolitas naturales para examinar el impacto de estas adiciones en las propiedades del material.

**Tabla 2***Recuento de muestras para el estudio del asentamiento*

ASENTAMIENTO	
Descripción	Cantidad
Muestra Patrón	3
MP+3%ZN	3
MP+6%ZN	3
MP+9%ZN	3
MP+12%ZN	3
Total	15

**Tabla 3***Recuento de muestras para el estudio de capacidad de carga bajo compresión*

DIAS	MUESTRAS					total
	Muestra Patrón	MP+3%ZN	MP+6%ZN	MP+9%ZN	MP+12%ZN	
7 días	5	5	5	5	5	25
14 días	5	5	5	5	5	25
28 días	5	5	5	5	5	25
	15	15	15	15	15	75

Donde:

CP = Concreto patrón

ZN = Zeolita natural



## 3.5 Técnicas e instrumentos

### 3.5.1 Técnicas

Las técnicas de investigación comprenden una variedad de métodos y estrategias que el investigador utiliza para reunir información pertinente sobre el fenómeno en estudio. Estas técnicas están conformadas por un conjunto estructurado de normas, pautas y procedimientos que apoyan la consecución de los objetivos investigativos y aportan soluciones efectivas al problema que se ha formulado. Las técnicas de recolección de datos, en particular, se refieren a los distintos métodos empleados para obtener información relevante y son seleccionadas en función de las características específicas del estudio y de los propósitos que guían la investigación. Cada técnica posee atributos únicos que la hacen más adecuada para ciertos tipos de investigaciones.

- Observación
- Experimentación en laboratorio
- Análisis

### 3.5.2 Instrumentos

Un instrumento de medición es una herramienta o dispositivo creado para la recopilación sistemática de datos en el ámbito de la investigación. Estos instrumentos están diseñados específicamente para evaluar determinadas variables con el propósito de obtener información, ya sea cuantitativa o cualitativa, acerca del problema investigativo. Los tipos de instrumentos pueden variar considerablemente en cuanto a su complejidad y ámbito de aplicación; van desde herramientas sencillas como reglas, balanzas y termómetros, hasta dispositivos más sofisticados como osciloscopios o medidores de alta precisión. La selección del instrumento más adecuado depende de múltiples factores, incluyendo la naturaleza de la magnitud a medir, el nivel de precisión necesario y el contexto particular en el cual se va a aplicar. Además, es esencial que estos instrumentos

estén debidamente calibrados y mantenidos para asegurar que las mediciones realizadas sean precisas y confiables (Hadi et al., 2023).

- Pruebas.
- Equipos y herramientas.

### 3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

#### 3.6.1 *Validación de los instrumentos*

La validación de instrumentos es un procedimiento crucial que implica la evaluación rigurosa de la calidad, precisión y fiabilidad de un instrumento de medición, ya sea un cuestionario, encuesta, prueba estandarizada o cualquier otra herramienta diseñada para la recopilación de datos en un estudio de investigación. Este proceso se centra en garantizar que el instrumento empleado realmente mida lo que pretende medir y que los resultados obtenidos sean consistentes y reproducibles en diferentes contextos y momentos. La validación no solo asegura la relevancia y adecuación del contenido del instrumento en relación con los objetivos de la investigación, sino que también verifica su capacidad para ofrecer datos precisos, coherentes y que reflejen fielmente las características del fenómeno investigado.

#### 3.6.2 *Confiabilidad de instrumentos*

La confiabilidad de los instrumentos de medición se refiere a la capacidad de un instrumento para generar resultados consistentes, estables y precisos a lo largo del tiempo y en condiciones similares de aplicación. Este concepto implica que un instrumento confiable es aquel que, al ser utilizado repetidamente en contextos comparables, produce mediciones que son uniformes y reproducibles, reflejando con exactitud el fenómeno o variable que se está evaluando. La confiabilidad es un atributo fundamental en el diseño y selección de instrumentos de investigación, ya que garantiza que los datos obtenidos sean fiables y no estén sujetos a variaciones aleatorias o errores. Esto significa que,



independientemente del momento o de quién utilice el instrumento, los resultados deben ser coherentes si las condiciones del entorno permanecen constantes.

### 3.7 Procedimiento de recolección de datos

La técnica de recolección de datos se define como un enfoque sistemático y cuidadosamente planificado que tiene como propósito identificar, recolectar y registrar información relevante que permita analizar y comprender las tendencias y patrones dentro de un contexto investigativo. Este proceso implica varios componentes esenciales, comenzando con una clara definición y explicación de los objetivos que se persiguen con la recolección de datos, lo cual orienta todo el procedimiento. A continuación, se procede a la selección de los métodos más adecuados para la obtención de datos, que pueden incluir encuestas, entrevistas, observaciones, entre otros, dependiendo de la naturaleza del estudio y de las variables a investigar. El diseño de los instrumentos o herramientas de recolección de datos, que deben ser válidos y fiables, también forma parte integral del proceso. En algunos casos, la aplicación de técnicas estadísticas es necesaria para el tratamiento y análisis de la información recopilada, permitiendo realizar una interpretación precisa de los resultados obtenidos.

#### 3.7.1 *Recolección de información*

La obtención de información para el estudio se realizó a través de un análisis minucioso y detallado de la bibliografía relevante al tema de investigación. Para asegurar que el estudio fuera tanto exhaustivo como preciso, se implementó un proceso riguroso de recopilación que abarcó una amplia variedad de fuentes. Este enfoque incluyó la revisión de artículos académicos, libros, estudios previos, informes técnicos y otros materiales pertinentes, con el objetivo de integrar diversas perspectivas y asegurar una comprensión completa del fenómeno investigado. La elección de estas fuentes se llevó a cabo de manera estratégica para cubrir todos los aspectos relevantes y proporcionar una base sólida sobre la cual se pudiera construir el análisis y las conclusiones del estudio.

### 3.7.2 *Ensayos en laboratorio*

En esta etapa del proceso, se realizaron diversos ensayos y pruebas detalladas sobre los materiales obtenidos de la cantera Unocolla. Cada uno de estos ensayos fue llevado a cabo con un alto nivel de precisión y atención al detalle, adhiriéndose estrictamente a los protocolos y procedimientos establecidos para asegurar que los resultados fueran tanto fiables como de alta calidad.

Inicialmente, se efectuó una selección minuciosa de las muestras que representaban adecuadamente los materiales extraídos de la cantera Unocolla. Estas muestras fueron escogidas con el fin de asegurar que reflejaran de manera precisa las características generales del conjunto de materiales. Posteriormente, dichas muestras fueron sometidas a una serie de pruebas específicas diseñadas para analizar sus propiedades y cualidades esenciales. Estos ensayos incluyeron, entre otros, análisis de composición química, pruebas de resistencia mecánica, así como evaluaciones de otras propiedades críticas que son determinantes para el uso y aplicación final de los materiales en cuestión.

La extracción de las zeolitas naturales se llevó a cabo en el centro poblado de Llungo, ubicado en el distrito de Atuncolla, provincia de Puno, estas zeolitas serán extraídos y será triturados hasta estar convertido en polvo.

#### **Figura 5**

*Zeolitas naturales*



Fuente: Google



**a. Análisis de contenido de humedad:** Este estudio se centra en medir de manera precisa la cantidad de agua presente en los materiales pétreos que se emplean como componentes en la elaboración del concreto. Estos materiales incluyen principalmente arena y grava. La proporción de agua contenida dentro de los agregados es un factor fundamental que influye directamente en la producción de concreto de alta calidad, ya que tiene un impacto significativo en las propiedades físicas y en el rendimiento general del concreto una vez que ha fraguado. El contenido de agua afecta diversos aspectos del concreto terminado, como su resistencia, durabilidad, y trabajabilidad, por lo que es esencial controlar este factor para asegurar que el concreto cumpla con los estándares requeridos para su uso en aplicaciones estructurales y constructivas.

#### **Procedimiento:**

- La preparación de la muestra requiere obtener una porción que sea representativa del agregado a analizar. Es esencial que esta muestra refleje con precisión las características del conjunto de agregados y que sea lo más homogénea posible para asegurar la validez del análisis.
- El procedimiento de extracción y preparación de la muestra implica la eliminación previa de cualquier agua que pueda estar presente en el material antes de su manipulación y análisis detallado.
- Para llevar a cabo este procedimiento, es fundamental utilizar una balanza o báscula con una precisión de al menos el 0.1% del peso de la carga en cualquier punto de su rango y con una graduación mínima de 0.05 kilogramos. Este nivel de precisión es necesario para asegurar mediciones exactas.
- Es necesario contar con un horno que tenga la capacidad de mantener una temperatura constante de 110°C con un margen de variación de  $\pm 5^\circ\text{C}$ . Además, se requiere de un recipiente apropiado en el que se pueda colocar la muestra de manera segura durante todo el proceso de secado en el horno. Este recipiente debe ser

resistente a las altas temperaturas y permitir una distribución uniforme del calor para optimizar el secado del material.

- Durante la etapa de secado, la muestra de material debe ser colocada cuidadosamente dentro del recipiente designado, el cual luego será introducido en el horno. Es fundamental que la muestra permanezca en el horno durante un período de tiempo suficiente para asegurar la eliminación máxima de humedad. La duración del secado puede variar significativamente en función de la cantidad inicial de agua contenida en la muestra, así como del espacio disponible dentro del horno que permita una circulación eficiente del aire caliente. Un secado adecuado garantiza que se alcance el nivel de humedad residual requerido para el análisis posterior.
- En cuanto al cálculo de la pérdida de peso de la muestra, una vez completado el proceso de secado y garantizado que todo el exceso de humedad ha sido eliminado, se procede a pesar la muestra nuevamente. La diferencia de peso entre el estado inicial de la muestra, antes de ser sometida al secado, y su peso final, después de haber sido secada, proporciona una medida directa de la cantidad de agua que ha sido removida durante el procedimiento. Este dato es esencial para evaluar la cantidad de humedad original presente en la muestra y su influencia en el análisis del material.
- Determinación del contenido de humedad: Para calcular el porcentaje de humedad presente en la muestra, se divide la pérdida de peso obtenida por la masa original de la muestra (antes del secado) y se multiplica por 100. Este cálculo proporciona el contenido de humedad de la muestra en términos porcentuales, lo que permite evaluar el nivel de humedad en relación con su masa original.

## Figura 6

*Contenido de humedad*



- b. **Ensayo de análisis granulométrico:** El proceso para determinar la distribución de una muestra de agregado, como la arena o la grava, se conoce como análisis granulométrico de agregados. Este procedimiento es esencial para valuar las propiedades físicas y la eficacia de los materiales que se pretenden utilizar en la producción de concreto o en la elaboración de otros productos de construcción.
- El análisis granulométrico implica una serie de pasos que permiten clasificar las partículas del agregado según su tamaño, proporcionando una curva granulométrica que refleja la distribución de las partículas de diferentes tamaños presentes en la muestra.

**Procedimiento:**

- Es esencial obtener una muestra que sea representativa del material que se va a analizar. No solo debe ser de un tamaño adecuado, sino que también debe reflejar con precisión las características del área o región específica que está siendo objeto de estudio.
- Asegúrese de que la muestra esté completamente limpia antes de proceder con el análisis. Esto incluye la eliminación de cualquier material extraño, como piedras de gran



tamaño, restos orgánicos o cualquier otro tipo de contaminante. Además, la muestra debe estar completamente seca justo antes de comenzar el análisis para garantizar la precisión de los resultados.

- Una vez que la muestra esté lista, se pesa una cantidad específica de la muestra seca. Esta cantidad generalmente está determinada por las normas y estándares que se aplican a la metodología específica del análisis.
- El siguiente paso consiste en separar las partículas de la muestra según su tamaño, utilizando una serie de tamices organizados en una secuencia que va de aberturas más grandes a más pequeñas. Los tamices se colocan en orden descendente, comenzando con el tamiz de mayor apertura y terminando con el de menor tamaño.
- Con el fin de garantizar que las partículas de la muestra se distribuyan de manera homogénea a través de los diferentes tamices, es necesario someter la muestra a un proceso de agitación. Esta agitación puede realizarse de manera manual o mediante el uso de un equipo agitador mecánico, dependiendo de los recursos y herramientas disponibles. Este procedimiento es fundamental ya que permite la clasificación eficaz de las partículas de acuerdo con su tamaño, separándolas en fracciones específicas que serán evaluadas posteriormente.
- Una vez completado el proceso de tamizado, se lleva a cabo la medición del peso del material que ha quedado retenido en cada uno de los tamices utilizados. Esta etapa es esencial, ya que el peso registrado para cada tamiz es el dato primario que se utiliza para determinar el porcentaje de material correspondiente a cada rango de tamaño particular. Este análisis proporciona información crítica sobre la granulometría del material.
- Utilizando los pesos obtenidos de cada tamiz, se procede a calcular tanto la proporción acumulada de material que se ha quedado retenido en cada tamiz como el porcentaje acumulado de material que ha logrado pasar a través de ellos. Este cálculo acumulativo

es fundamental para entender la distribución de tamaños dentro de la muestra, permitiendo así un análisis detallado del perfil granulométrico del material evaluado.

- Finalmente, se construye un gráfico que representa la distribución granulométrica de la muestra analizada, proporcionando una visualización clara de la distribución de tamaños de las partículas y permitiendo así una mejor interpretación de las características del material en cuestión.

## Figura 7

### *Tamizado*



- c. **Pesos unitarios y absorción.** Para asegurar la uniformidad y la calidad del concreto empleado en diferentes proyectos de construcción, es fundamental mantener un control exacto sobre el peso unitario del material utilizado. Uno de los aspectos clave a considerar en este contexto es la capacidad del agregado pétreo para captar y retener agua, una propiedad conocida como absorción. La absorción se expresa como un porcentaje que representa la cantidad de agua que los poros del agregado pueden absorber en relación con su peso seco. Este valor se determina a través de un cálculo matemático que permite evaluar la proporción del agua que puede ser retenida por los



poros de las partículas del agregado. Esta información es esencial, ya que influye directamente en la mezcla y el comportamiento del concreto, afectando su trabajabilidad, resistencia y durabilidad.

### **Procedimiento:**

- Es esencial recolectar una muestra que sea representativa del agregado que se va a analizar. Para garantizar que la muestra sea un reflejo fiel del suministro o fuente del material, debe ser de un tamaño adecuado y lo suficientemente grande para asegurar su representatividad.
- La muestra debe ser secada en un horno a una temperatura constante hasta que alcance un peso estable. Este proceso de secado elimina la humedad contenida en el agregado, permitiendo obtener una medida precisa del peso seco del material.
- Para calcular el peso específico a granel en seco del agregado, se debe pesar la muestra una vez que haya sido secada completamente. Este peso proporcionará una base para los cálculos posteriores.
- La determinación de la gravedad a granel seca del agregado se realiza utilizando las fórmulas adecuadas para el cálculo, lo que permite obtener una medida precisa de la densidad del material en su estado seco.
- A fin de permitir que el agregado absorba humedad, la muestra seca debe ser sumergida en agua durante un período determinado, generalmente veinticuatro horas. Este paso es crucial para evaluar la capacidad del agregado para retener agua.
- Tras el período de hundimiento, la muestra debe ser retirada del agua y secada superficialmente con una toalla para eliminar el exceso de humedad en la superficie. Luego, debe ser secada en el horno a una temperatura constante hasta alcanzar un peso que se mantenga constante durante todo el proceso.

- Para medir el peso saturado superficial de la muestra, se debe pesar nuevamente después del proceso de inmersión y secado superficial. Este peso permitirá determinar la cantidad de agua absorbida por el agregado.
- La absorción del agregado se calcula usando la fórmula:  $\text{Absorción} = ((\text{Peso saturado superficial} - \text{Peso seco}) / \text{Peso seco}) * 100$ . Esta fórmula proporciona el porcentaje de absorción del agregado, permitiendo evaluar su capacidad para retener humedad en comparación con su peso seco inicial.

**d. Diseño de mezclas.** Es un proceso fundamental que tiene como objetivo determinar la proporción óptima de diversos ingredientes o componentes para lograr resultados específicos. Este proceso busca no solo alcanzar objetivos concretos, sino también optimizar las características deseadas del producto final mientras se reducen al mínimo las propiedades indeseables. El diseño de mezclas se aplica en numerosos campos, desde la industria química y farmacéutica hasta la elaboración de materiales con características particulares, como alta resistencia, flexibilidad mejorada o conductividad específica.

#### **Procedimiento:**

- Determinar la resistencia promedio del concreto a compresión.
- Definir el tamaño máximo permitido para el agregado utilizado.
- Establecer la cantidad necesaria de aire en la mezcla para asegurar su correcta trabajabilidad y durabilidad.
- Prescribir la cantidad óptima de cemento necesaria para la mezcla, basándose en los requisitos estructurales y funcionales.
- Precisar la cantidad de agua necesaria para alcanzar la consistencia deseada del concreto y asegurar una adecuada hidratación del cemento.



- Seleccionar los volúmenes adecuados de agregados gruesos y finos, considerando su impacto en las propiedades finales del concreto.
  - Realizar cálculos precisos para determinar las proporciones correctas de cada material en la mezcla, para cumplir con las especificaciones de diseño.
  - Establecer los valores de diseño específicos para los componentes del concreto, incluyendo cemento, agua y agregados, para garantizar el desempeño esperado.
  - Aplicar ajustes necesarios en la mezcla debido a la variación en la humedad de los materiales o del ambiente, para mantener la calidad del concreto.
  - Calcular las cadencias de los materiales de diseño en función de su peso, asegurando una mezcla equilibrada y conforme a los requisitos técnicos establecidos.
- e. **Asentamiento.** La evaluación de las propiedades del concreto en su estado fresco se lleva a cabo mediante el ensayo de asentamiento y diversos procedimientos en el laboratorio. Estos análisis tienen como objetivo principal determinar la capacidad del concreto para fluir y su nivel de consistencia. En el sector de la construcción, estos ensayos son fundamentales para asegurar que el concreto cumple con los criterios de calidad establecidos y para anticipar su comportamiento durante el proceso de colocación.

#### **Procedimiento:**

- Asegúrate de disponer de todos los equipos y materiales indispensables para llevar a cabo el ensayo de manera adecuada. Estos incluyen un cono de Abrams para la medición de la consistencia del concreto, una regla precisa para las mediciones necesarias, una base de apoyo que sea completamente nivelada y sin irregularidades, una bandeja que permita contener la mezcla de concreto sin derrames, una paleta que facilite la compactación del material durante el proceso, y un recipiente que sirva para

la limpieza y secado de los equipos una vez finalizado el ensayo, garantizando así que todos los elementos queden listos para futuros usos.

- Prepara la mezcla de concreto siguiendo rigurosamente las proporciones establecidas en el diseño de mezcla o en las especificaciones detalladas del proyecto. Es vital que esta preparación se realice con precisión para cumplir con los estándares requeridos, lo que asegura que la mezcla obtenida se alinee con las propiedades y características esperadas según los criterios del proyecto.
- Es fundamental asegurarse de que la muestra de concreto a ser utilizada sea homogénea y representativa del lote general, evitando que contenga grumos, segregación u otras irregularidades que puedan influir negativamente en los resultados del ensayo, comprometiendo la confiabilidad y precisión de los datos obtenidos.
- Coloca cuidadosamente el cono de Abrams sobre una superficie que sea completamente plana y lisa, lo cual es esencial para obtener mediciones precisas del asentamiento del concreto. La uniformidad de la superficie de apoyo es clave para asegurar la exactitud del procedimiento.
- Procede a llenar el cono de Abrams con la mezcla de concreto en tres capas sucesivas y uniformes. Cada capa debe ser compactada meticulosamente utilizando una paleta, asegurando que la compactación sea la adecuada y que cada capa se integre correctamente, lo cual es fundamental para evitar la presencia de vacíos o espacios no compactados en la muestra.
- Tras añadir cada una de las capas de la mezcla, es necesario nivelar la superficie del concreto utilizando la paleta y dar golpes suaves a los lados del cono. Este paso es crucial para eliminar cualquier burbuja de aire atrapada en la mezcla, lo cual podría afectar los resultados del ensayo si no se realiza de manera adecuada.
- Eliminar el exceso de concreto que sobresalga del borde del cono para garantizar una medición precisa.



- Retirar el cono con un movimiento vertical y rápido, permitiendo que el concreto se asiente y fluya libremente.
  - Una vez que se haya levantado el cono, medir la discrepancia entre la elevación inicial del concreto dentro del cono y la altura del concreto después del asentamiento.
  - Usar una regla para medir desde el borde superior del cono hasta el borde superior del concreto asentado para obtener una lectura precisa del asentamiento.
  - Registrar todos los detalles relevantes del ensayo, incluyendo la fecha, hora, especificaciones de la mezcla de concreto, y el valor obtenido del asentamiento.
  - Proceder a limpiar todo el equipo y los materiales, asegurándose de que estén completamente limpios y listos para el próximo ensayo.
- f. **Ensayo de capacidad de carga bajo compresión del concreto.** El objetivo principal de este ensayo es evaluar la capacidad de un material para resistir las fuerzas de compresión, que son aquellas que actúan para reducir el volumen. Este tipo de prueba resulta fundamental para determinar la calidad y la resistencia de diversos materiales de construcción, tales como el concreto entre otros. Mediante este análisis, se puede medir la habilidad del material para soportar cargas que intentan aplastarlo o reducir su tamaño, proporcionando información esencial sobre su desempeño en aplicaciones estructurales y su adecuación para diferentes usos en la construcción.

#### **Procedimiento:**

- Extrae cilindros de concreto tanto de la estructura existente como de la mezcla recién aplicada, asegurando que las muestras sean representativas del concreto en condiciones de uso.
- Verifica que los cilindros extraídos cumplan con las dimensiones y la forma establecidas por las normativas pertinentes para garantizar la uniformidad en las pruebas.

- Coloca los cilindros en un entorno de curado adecuado, que generalmente consiste en agua saturada o en un ambiente controlado con niveles de humedad específicos, durante un período de curado estándar que típicamente varía entre 7 y 28 días.
- Etiqueta cada cilindro con la información clave, como la fecha en que se realizó el colado, el tipo específico de mezcla de concreto utilizado, y la ubicación exacta de donde se extrajo la muestra.
- Verifica que la máquina destinada a ensayos de compresión esté correctamente calibrada y completamente preparada antes de llevar a cabo cualquier prueba. Es fundamental que todas las configuraciones y ajustes necesarios hayan sido revisados para asegurar un funcionamiento óptimo y confiable.
- Posiciona el cilindro de ensayo con precisión en posición vertical en la máquina de compresión. Es esencial garantizar que el cilindro esté perfectamente alineado con el sistema de carga para evitar desviaciones que puedan comprometer la exactitud de los resultados obtenidos.
- Procede a aplicar la carga de manera progresiva y constante sobre el cilindro, manteniendo una velocidad de carga que esté dentro de los parámetros normativos generalmente aceptados, que suelen oscilar entre 20 y 50 psi.
- Según los requerimientos específicos del proyecto en cuestión, es posible que se necesite obtener datos adicionales sobre la resistencia del concreto en distintos momentos del tiempo, como a los 7, 14 o 28 días.

## Figura 8

*Rotura a compresión*



### 3.8 Procesamiento y análisis de datos

Esta etapa está relacionada con el proceso mediante el cual se aplican diversas técnicas y ordenamientos con el objetivo de convertir los datos en investigación significativa y útil. Para realizar el tratamiento de datos, se emplearán métodos como la evaluación de pruebas y el uso de hojas de cálculo. Este enfoque permite procesar, analizar y organizar los datos de manera que se extraigan insights relevantes, facilitando así la interpretación y la toma de decisiones basadas en información precisa y bien estructurada.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Presentación y análisis de resultados

En este capítulo, se lleva a cabo una revisión meticulosa y recopilación exhaustiva de la información obtenida a partir de pruebas de laboratorio detalladas. Se incluyen tablas, gráficos y análisis que ilustran los resultados de los ensayos para ofrecer una visión completa de los datos recolectados. Posteriormente, se realiza una discusión detallada de los resultados, destacando las conexiones y patrones observados, con el fin de proporcionar una interpretación profunda de la información.

##### a. Contenido de humedad

**Tabla 4**

*Tasa de humedad de los agregados*

	<b>Muestra: Agregado</b>	
	<i>Agregado fino</i>	<i>Agregado grueso</i>
MHúmeda+Tara	363.17	577.35
MSeca+Tara	350.72	564.93
Tara	39.24	40.23
Mhúmeda	<b>323.93</b>	<b>537.12</b>
Mseca	<b>311.48</b>	<b>524.70</b>
Agua	<b>12.45</b>	<b>12.42</b>
%Humedad	4.00	<b>2.37</b>

Los resultados de la medida de humedad indicaron que el agregado fino tenía un contenido húmedo del 4.00%, mientras que el agregado grueso mostró un nivel de humedad del



2.37%. Estos valores son esenciales para tener en cuenta al diseñar y dosificar la mezcla de concreto, ya que la cantidad de agua presente en los agregados puede afectar significativamente las propiedades del concreto final.

### b. Peso específico y absorción

**Tabla 5**

*Estadísticas de la densidad y la capacidad de absorción*

Agregado	Pe. específico (gr/cm <sup>3</sup> )	Absorción (%)
Fino	2.86	3.80
Grueso	2.32	2.55

*Nota.* Resultados tomados de laboratorio.

### c. Densidad sueltos y compactado

**Tabla 6**

*Densidad aparente suelta*

	(Suelto)					
		Agregado fino			Agregado grueso	
Molde(Gr)	5944	5944	5944	7970	7970	7970
Volumen Molde(Cm <sup>3</sup> )	2068	2068	2068	3153	3153	3153
Colocación De Muestra A Molde	CAIDA LIBRE					
Molde + Muestra Suelta (Gr)	9354.00	9356.00	9357.00	12877.00	12871.00	12870.00
Muestra Suelta(Gr)	3410.00	3412.00	3413.00	4907.00	4901.00	4900.00
Densidad Mínima De La Muestra Seca(Gr/Cm <sup>3</sup> )	<b>1.649</b>	<b>1.650</b>	<b>1.650</b>	<b>1.556</b>	<b>1.554</b>	<b>1.554</b>
<b>Promedio(gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>1.650</b>			<b>1.555</b>	



**Tabla 7**

*Densidad aparente compacto*

(Varillado)						
	Agregado fino			Agregado grueso		
Molde(Gr)	5944	5944	5944	7970	7970	7970
Volumen Molde(Cm3)	2068	2068	2068	3153	3153	3153
Nº De Capas.				3		
Nº De Golpes Por Capa.				25		
Molde + Muestra Compactada(Gr)	9681.00	9672.00	9689.00	13291.00	13290.00	13292.00
Muestra Compactada(Gr)	3737.00	3728.00	3745.00	5321.00	5320.00	5322.00
Densidad Máxima De La Muestra Seca(Gr/Cm3)	<b>1.807</b>	<b>1.803</b>	<b>1.811</b>	<b>1.688</b>	<b>1.687</b>	<b>1.688</b>
<b>Promedio(gr/cm3)</b>		<b>1.807</b>		<b>1.688</b>		

**d. Análisis granulométrico**

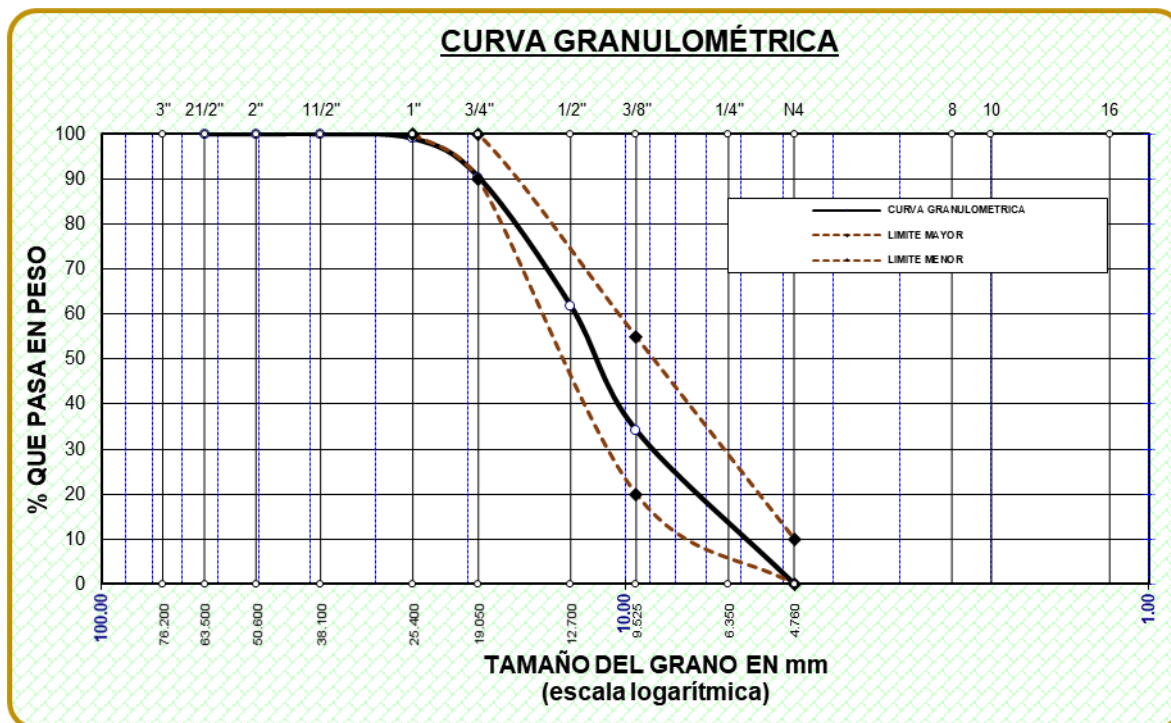
**Tabla 8**

*Determinación del tamaño de grano del agregado grueso*

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1"	25.400	34.40	0.98	0.98	<b>99.02</b>
3/4"	19.050	300.66	8.59	9.57	<b>90.43</b>
1/2"	12.700	1000.39	28.58	38.16	<b>61.84</b>
3/8"	9.525	970.16	27.72	65.87	<b>34.13</b>
1/4"	6.350	424.11	12.12	77.99	<b>22.01</b>
No4	4.760	770.28	22.01	100.00	<b>0.00</b>
<b>BASE</b>		0	0	100	0
<b>TOTAL</b>		3500	100		
<b>% PERDIDA</b>		0.0			

**Figura 9**

*Granulometría de agregado grueso*



**Tabla 9**

*Determinación del tamaño de grano del agregado fino*

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
No8	2.380	12.35	2.47	2.47	<b>97.53</b>
No16	1.190	110.71	22.14	24.61	<b>75.39</b>
No30	0.590	116.23	23.25	47.86	<b>52.14</b>
No 50	0.300	133.81	26.76	74.62	<b>25.38</b>
No100	0.149	111.51	22.30	96.92	<b>3.08</b>
No200	0.074	9.45	1.89	98.81	<b>1.19</b>
<b>BASE</b>		5.94	1.19	100	0.
<b>TOTAL</b>		500	100		
<b>% PERDIDA</b>		1.19			





$$a/c = 0.56$$

$$205/c = 0.56$$

$$c = 366.00 \text{ kg/m}^3$$

c. Cálculo del agregado grueso mediante el módulo de fineza:

$$2.500 \dots \dots 0.640$$

$$2.460 \dots \dots b/bo$$

$$2.400 \dots \dots 0.660$$

$$b/bo = 0.654$$

Luego:

$$P_{AG} = b/bo \times PUC$$

$$P_{AG} = 0.654 \times 1688$$

$$P_{AG} = 1104 \text{ kg/m}^3$$

d. Volúmenes absolutos:

$$\text{V.de agua} = (205.00) / (1000.00) = 0.205$$

$$\text{V.de cemento} = (366.00) / (2.850 \times 1000.00) = 0.128$$

$$\text{V.de agregado grueso} = (1104) / (2.32 \times 1000) = 0.475$$

$$\text{V.de aire incorporado} = (2.00) / (100.00) = 0.020$$

$$\text{V.sub total} = 0.829$$

e. Volumen del agregado fino ( $V_{AF}$ )

$$V_{AF} = 1.00 - 0.829$$

$$V_{AF} = 0.171 \text{ m}^3$$

f. Peso del agregado fino ( $P_{AF}$ )

$$P_{AF} = 0.171 \times \text{peso específico}$$

$$P_{AF} = 0.171 * (2.86 * 1000)$$

$$P_{AF} = 490 \text{ kg/m}^3$$

#### 4.1.1 Proporción adecuada de los componentes del concreto al emplear agregados provenientes de la cantera Unocolla

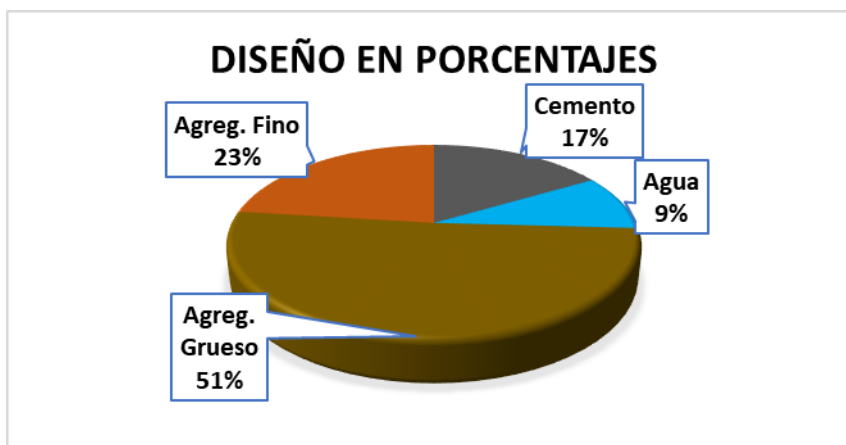
Tabla 10

Composición de la mezcla de concreto

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo	Proporción en Volumen
Cemento	366.0	1.00	366.0	1.00
Agua	205	0.56	206	0.56
Ag. Grueso	1104	3.02	1130	3.09
Ag. Fino	490	1.34	509	1.39

Figura 11

Proporciones del diseño de mezcla



En la ilustración, se pueden observar claramente las proporciones del diseño de mezcla expresadas en porcentajes. Es evidente que el agregado grueso ocupa un mayor porcentaje en comparación con el agregado fino, destacando la distribución relativa de estos componentes en la composición total.

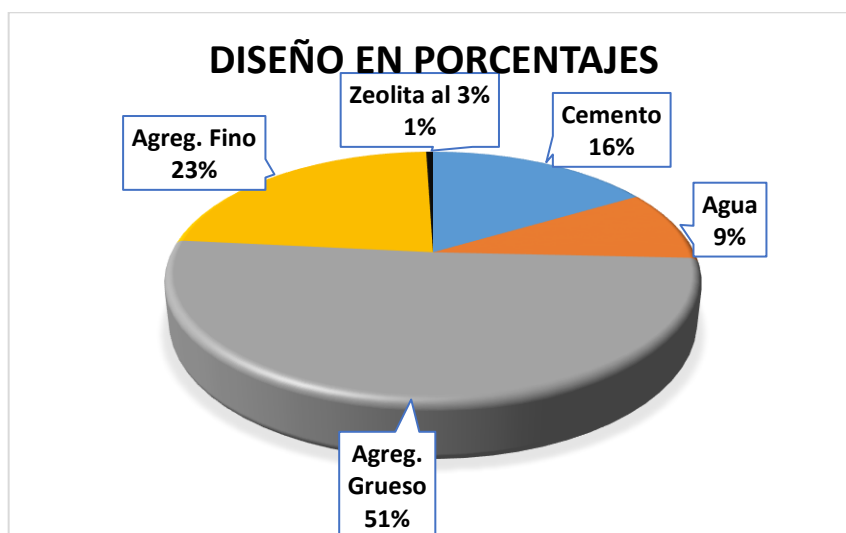
**Tabla 11**

*Dosificación de materiales con el 3% de zeolitas naturales*

Componentes	Dosificación en peso húmedo
Cemento	366
Agua	206
Agreg. Grueso	1130
Agreg. Fino	509
Zeolita 3%	10.98

**Figura 12**

*Proporciones del diseño de mezcla con el 3% de zeolitas naturales*



Se muestra la dosificación con el 3% de zeolitas naturales.

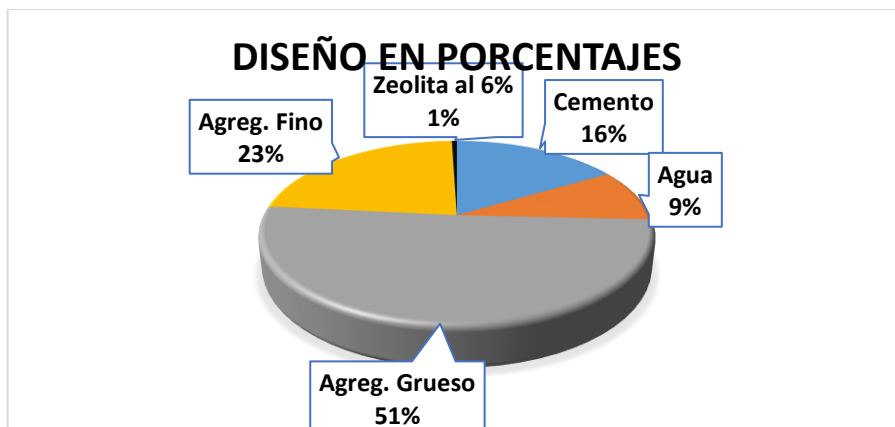
**Tabla 12**

*Dosificación de materiales con el 6% de zeolita natural*

Componentes	Dosificación
Cemento	366
Agua	206
Ag. Grueso	1130
Ag. Fino	509
Zeolita 6%	21.96

**Figura 13**

*Proporciones del diseño de mezcla con el 6% de zeolitas naturales*



Se muestra la dosificación con el 6% de zeolitas naturales.

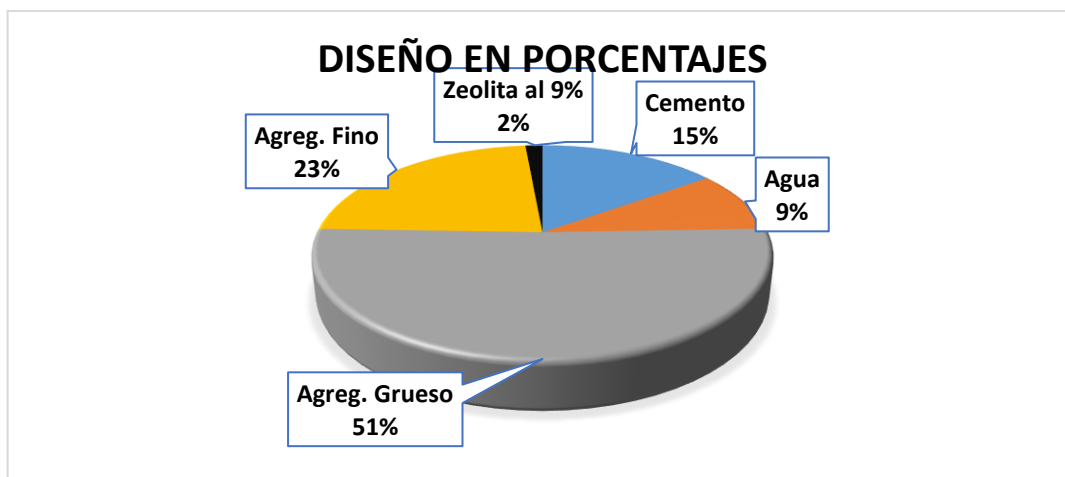
**Tabla 13**

*Dosificación de materiales con el 9% de zeolita natural*

Componentes	Dosificación
Cemento	366
Agua	206
Ag. Grueso	1130
Ag. Fino	509
Zeolita 9%	31.95

**Figura 14**

*Proporciones del diseño de mezcla con el 9% de zeolitas naturales*



Se muestra la dosificación con el 9% de zeolitas naturales.

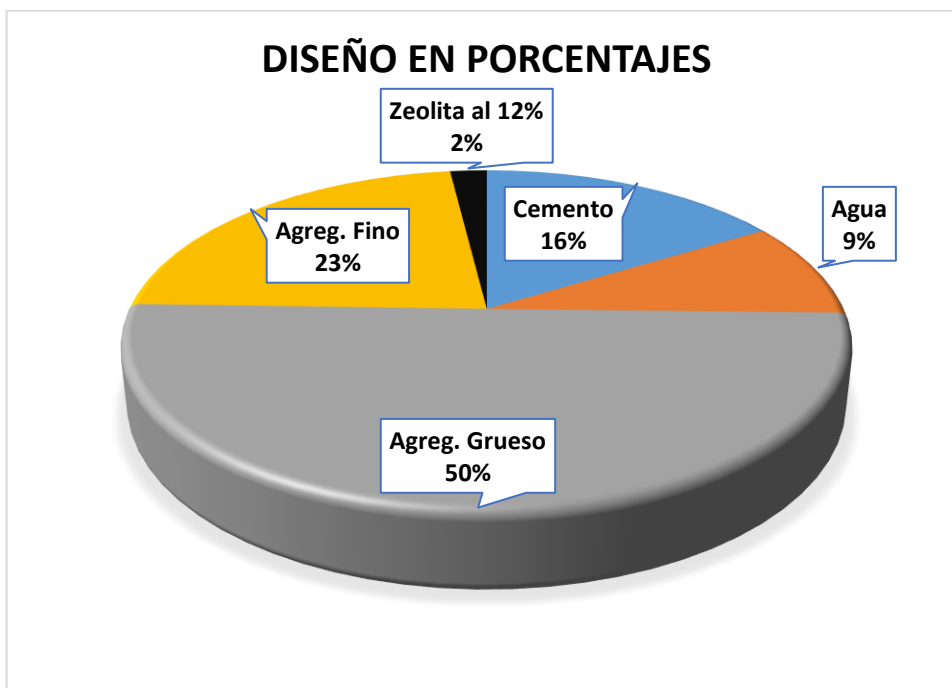
**Tabla 14**

*Dosificación de materiales con el 12% de zeolita natural*

Componentes	Dosificación
Cemento	366
Agua	206
Ag. Grueso	1130
Ag. Fino	509
Zeolita 12%	41.28

**Figura 15**

*Proporciones del diseño de mezcla con el 12% de zeolitas naturales*



Se muestra la dosificación con el 12% de zeolitas naturales.

### 4.1.2 Incidencia del empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, en el asentamiento del concreto

Tabla 15

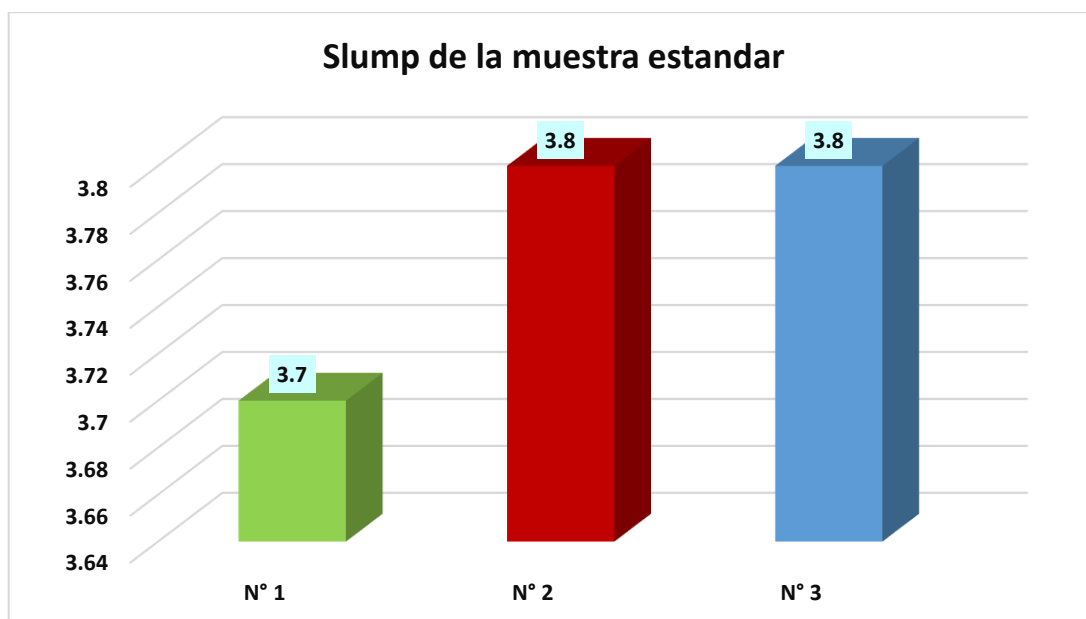
*Slump del concreto patrón*

Descripción	Asentamiento en pulg.	Promedio	Rango
N° 1	3.7		
N° 2	3.8	3.77	3"- 4"
N° 3	3.8		

NOTA: Datos obtenidos de laboratorio

Figura 16

*Slump de la muestra estándar*



Para evaluar la consistencia de la muestra estándar, se llevó a cabo un ensayo utilizando tres muestras representativas. Los resultados revelaron un "slump" promedio de 3.77 pulgadas. Este valor proporciona información clave sobre la fluidez.

**Tabla 16**

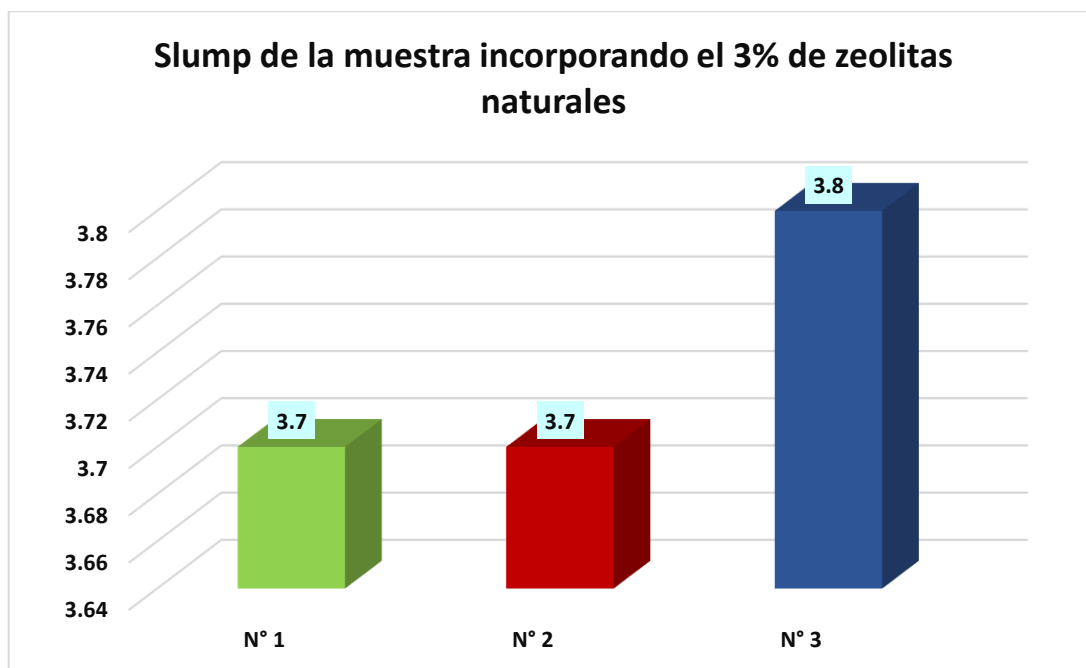
*Slump de la muestra incorporando el 3% de zeolitas naturales*

Descripción	Asentamiento en pulg.	Promedio	Rango
N° 1	3.7		
N° 2	3.7	3.73	3"- 4"
N° 3	3.8		

NOTA: Datos obtenidos de laboratorio

**Figura 17**

*Slump de la muestra incorporando el 3% de zeolitas naturales*



Para evaluar la consistencia de la muestra incorporando el 3 % de zeolitas naturales, se llevó a cabo un ensayo utilizando tres muestras representativas. Los resultados revelaron un "slump" promedio de 3.73 pulgadas. Este valor proporciona información clave sobre la fluidez.

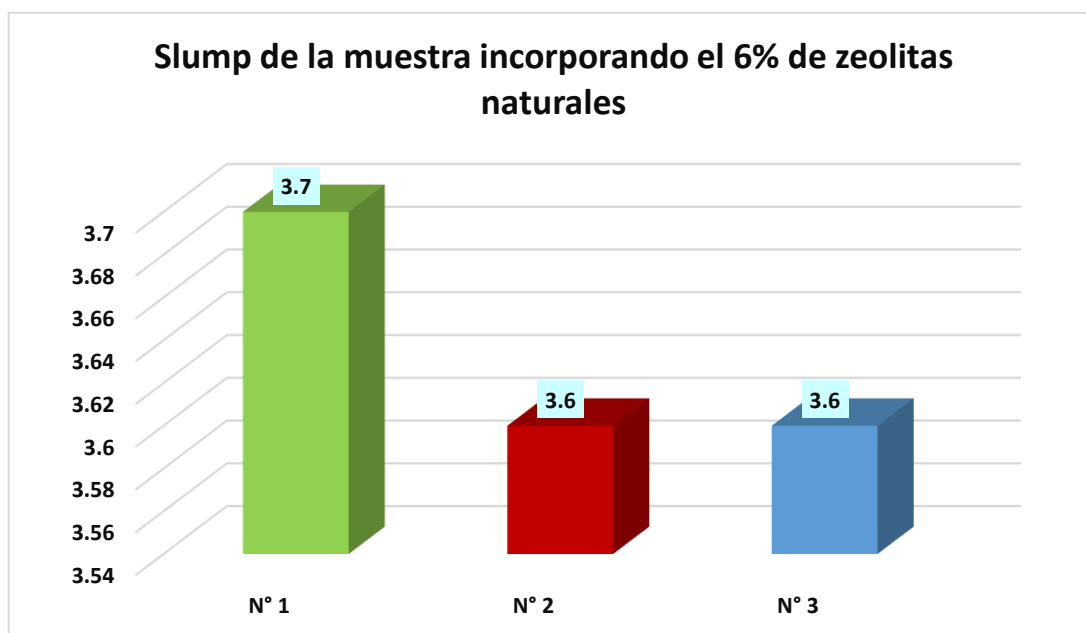
**Tabla 17**

*Slump de la muestra incorporando el 6% de zeolitas naturales*

Descripción	Asentamiento en plg	Promedio	Rango
N° 1	3.7		
N° 2	3.6	3.63	3"- 4"
N° 3	3.6		

**Figura 18**

*Slump de la muestra incorporando el 6% de zeolitas naturales*



Para evaluar la consistencia de la muestra incorporando el 6% de zeolitas naturales, se llevó a cabo un ensayo utilizando tres muestras representativas. Los resultados revelaron un "slump" promedio de 3.63 pulgadas. Este valor proporciona información clave sobre la fluidez.

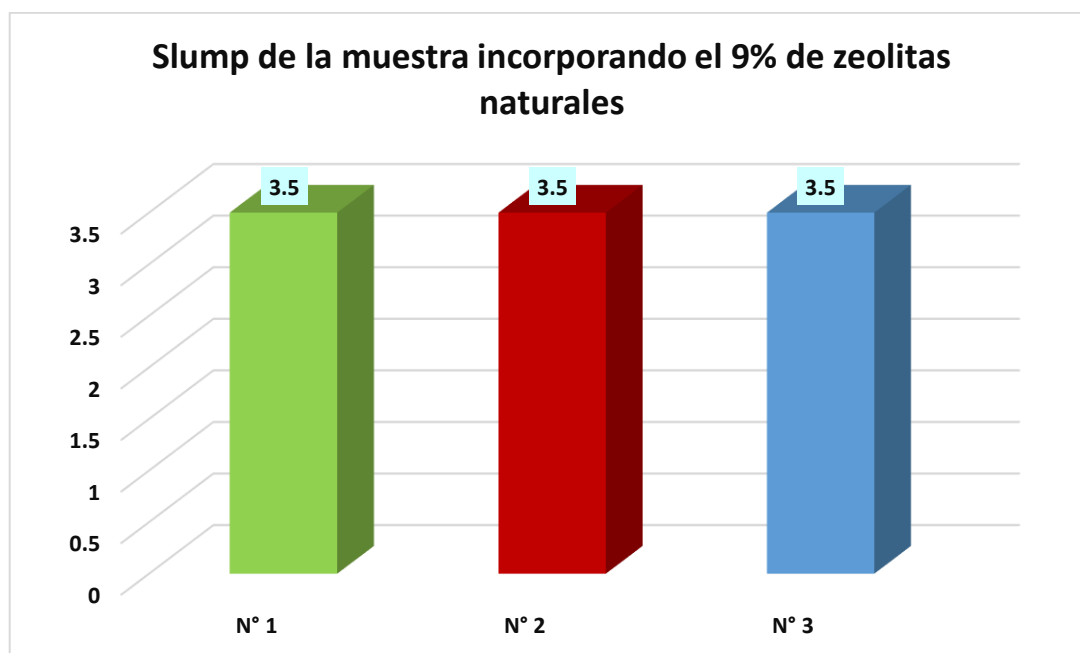
**Tabla 18**

*Slump de la muestra incorporando el 9% de zeolitas naturales*

Descripción	Asentamiento en plg	Promedio	Rango
N° 1	3.5		
N° 2	3.5	3.50	3" - 4"
N° 3	3.5		

**Figura 19**

*Slump de la muestra incorporando el 9% de zeolitas naturales*



Para evaluar la consistencia de la muestra incorporando el 9% de zeolitas naturales, se llevó a cabo un ensayo utilizando tres muestras representativas. Los resultados revelaron un "slump" promedio de 3.50 pulgadas. Este valor proporciona información clave sobre la fluidez.

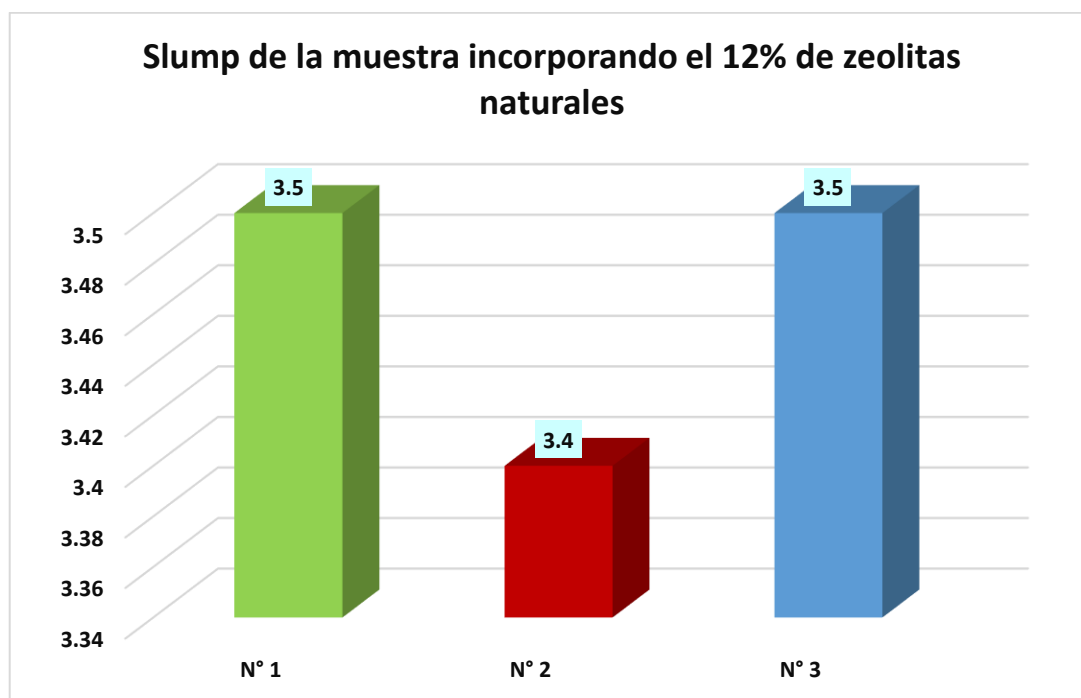
**Tabla 19**

*Slump de la muestra incorporando el 12% de zeolitas naturales*

Descripción	Asentamiento en plg	Promedio	Rango
N° 1	3.5		
N° 2	3.4	3.47	3" - 4"
N° 3	3.5		

**Figura 20**

*Slump de la muestra incorporando el 12% de zeolitas naturales*



Para evaluar la consistencia de la muestra incorporando el 12% de zeolitas naturales, se llevó a cabo un ensayo utilizando tres muestras representativas. Los resultados revelaron un "slump" promedio de 3.47 pulgadas. Este valor proporciona información clave sobre la fluidez.

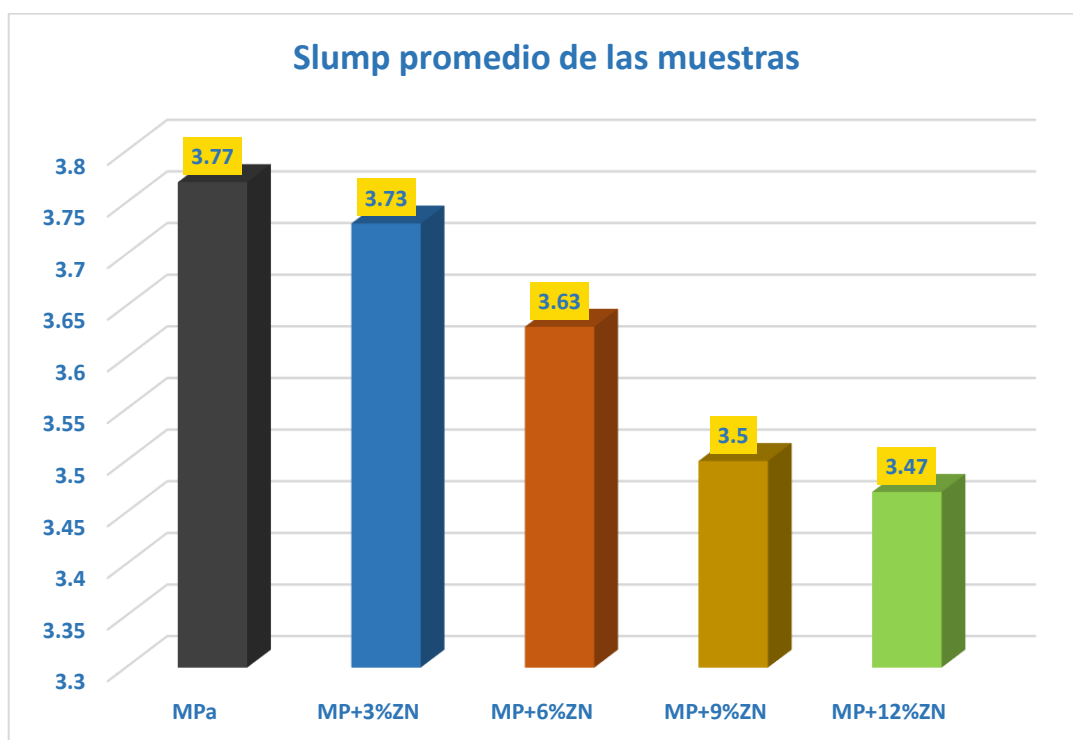
**Tabla 20**

*Slump promedio de las muestras ensayadas*

Muestra	slump
MPa	3.77
MP+3%ZN	3.73
MP+6%ZN	3.63
MP+9%ZN	3.5
MP+12%ZN	3.47

**Figura 21**

*Slump promedio de las muestras ensayadas*



Se logra observar la consistencia promedio de los ejemplares examinados, donde la muestra patrón alcanzó una consistencia de 3.77'. Al introducir las zeolitas, se evidencia una disminución, aunque aún se mantiene dentro del rango de 3 a 4 pulgadas.

### 4.1.3 Incidencia del empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, en la capacidad de carga bajo compresión

#### a) Resistencias de la muestra estándar

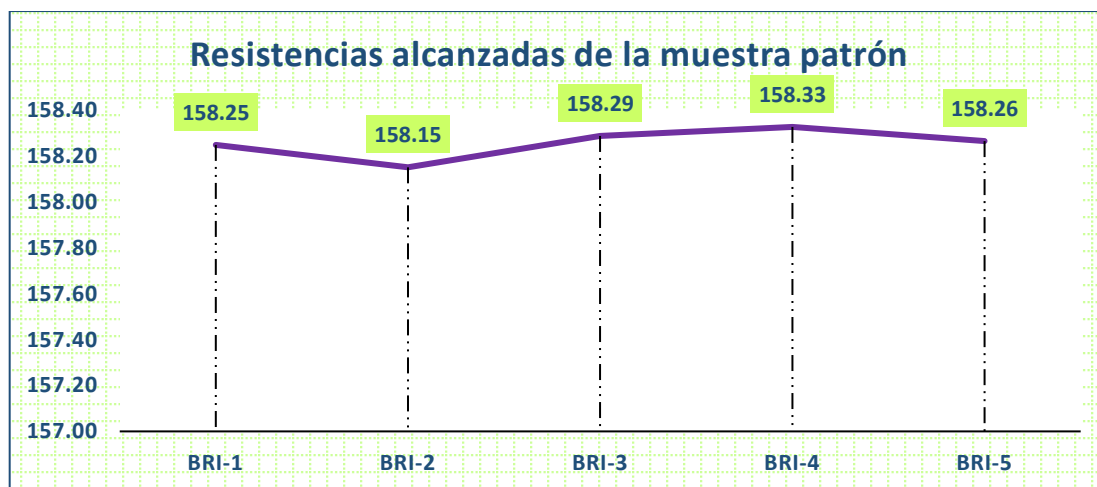
Tabla 21

Rendimiento bajo compresión de la muestra estándar-7

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	28002	158.25	7
	Componente 2	27873	158.15	
	Componente 3	28009	158.29	
	Componente 4	27904	158.33	
	Componente 5	28005	158.26	
	<b>PROMEDIO</b>		<b>158.26</b>	

Figura 22

Desempeño a compresión del espécimen estándar-7



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto patrón a los 7 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para el concreto patrón. Este valor promedio, revelado como 158.26 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

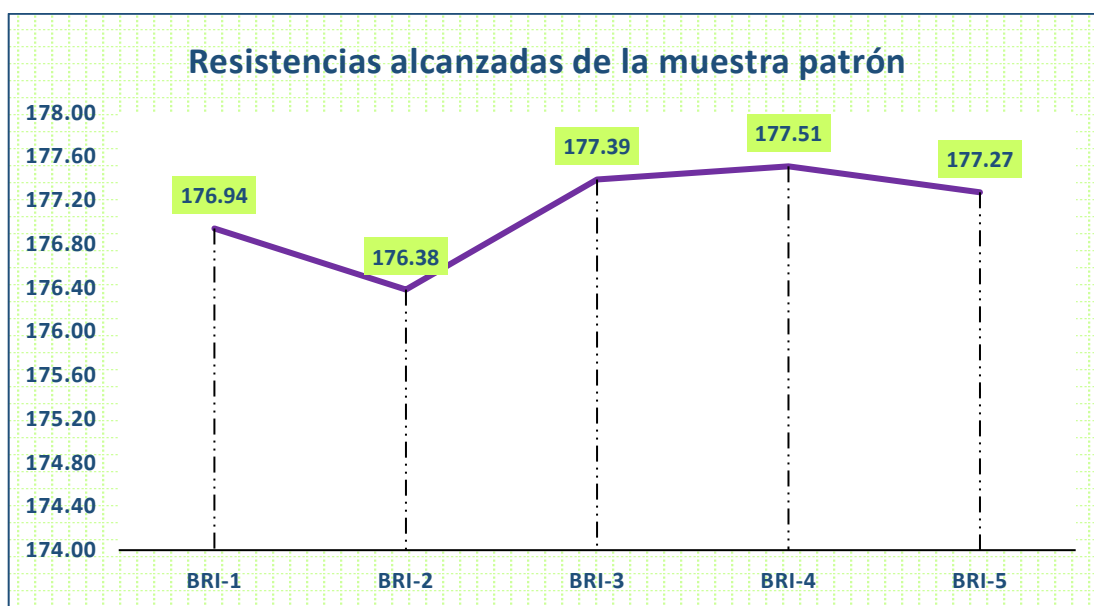
**Tabla 22**

*Rendimiento bajo compresión de la muestra estándar-14*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	31185	176.94	14
	Componente 2	31211	176.38	
	Componente 3	31264	177.39	
	Componente 4	31285	177.51	
	Componente 5	31243	177.27	
<b>PROMEDIO</b>			<b>177.10</b>	

**Figura 23**

*Desempeño a compresión del espécimen estándar-14*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto patrón a los 14 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para el concreto patrón. Este valor promedio, revelado como 177.10 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

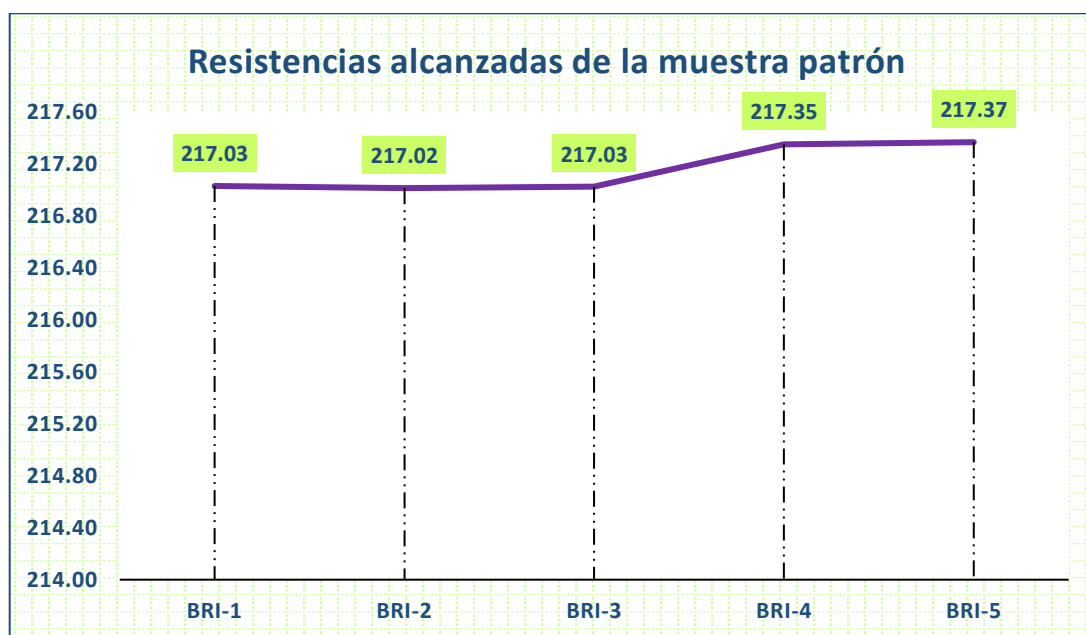
**Tabla 23**

*Rendimiento bajo compresión de la muestra estándar-28*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	38404	217.03	28
	Componente 2	38401	217.02	
	Componente 3	38403	217.03	
	Componente 4	38307	217.35	
	Componente 5	38310	217.37	
<b>PROMEDIO</b>			<b>217.16</b>	

**Figura 24**

*Desempeño a compresión del espécimen estándar-28*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto patrón a los 28 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para el concreto patrón. Este valor promedio, revelado como 217.16 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

### COMPARATIVA

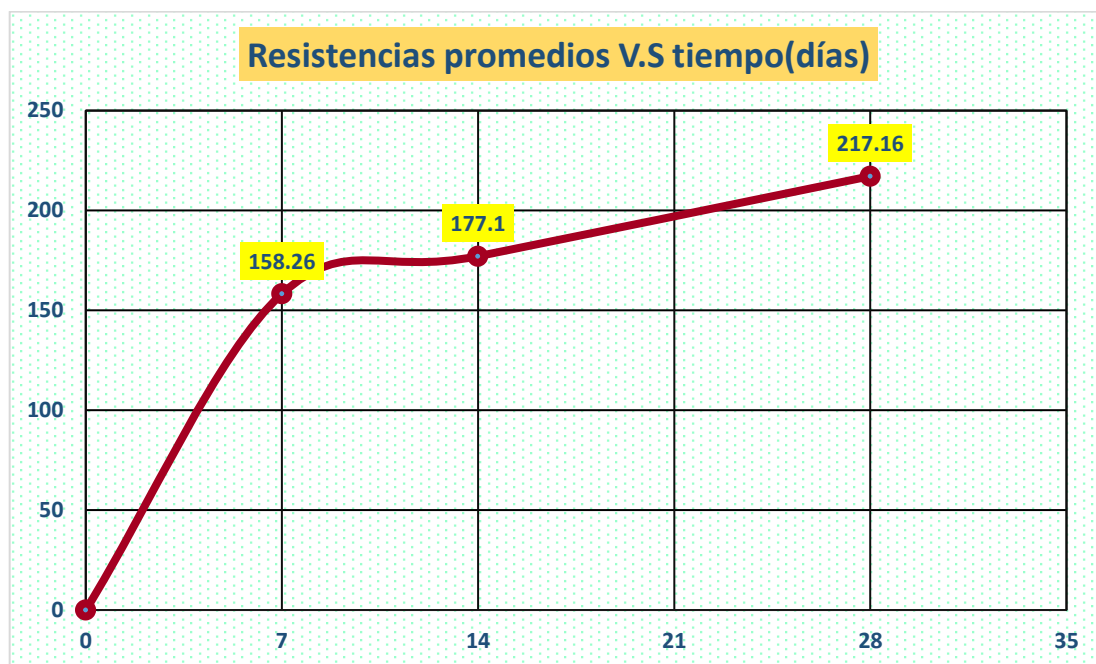
**Tabla 24**

*Resistencias obtenidas*

Descripción	7	14	28
MuesPa	158.26	177.10	217.16

**Figura 25**

*Comparación del comportamiento de la resistencia en diferentes periodos*



En el análisis de la ilustración, se examina detalladamente la evolución de la resistencia de la muestra patrón en diversos lapsos de tiempo. A los 7 días de haberse realizado la prueba, la resistencia obtuvo un valor de 158.26 kg/cm<sup>2</sup>. Al prolongar el período de evaluación a los 14 días, se observa un significativo incremento en la resistencia, consiguiendo los 177.1 kg/cm<sup>2</sup>. No menos relevante es el dato obtenido a los 28 días, donde la resistencia alcanza su punto máximo, registrando un valor de 217.16 kg/cm<sup>2</sup>.

## b) Resistencias de la muestra incorporando el 3% de zeolita natural

**Tabla 25**

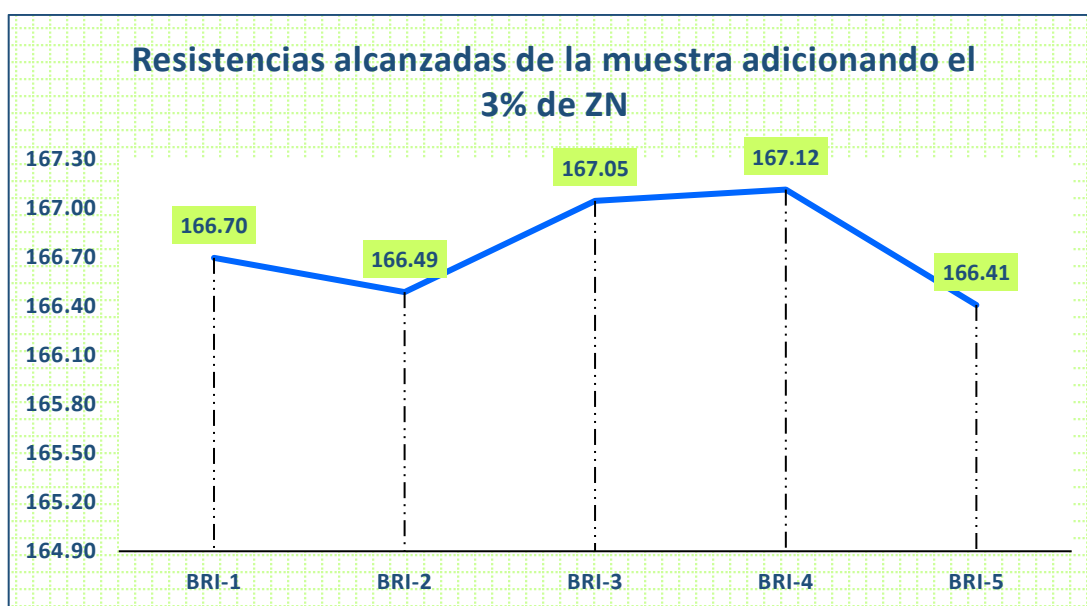
*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 3% de zeolita natural-7*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	29497	166.70	7
	Componente 2	29460	166.49	
	Componente 3	29441	167.05	
	Componente 4	29453	167.12	
	Componente 5	29446	166.41	
<b>PROMEDIO</b>			<b>166.75</b>	

*NOTA: Datos obtenidos de laboratorio*

**Figura 26**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 3% de zeolita natural-7*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto incorporando el 3% de zeolita natural a los 7 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para la muestra. Este valor promedio, revelado como 166.75 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

**Tabla 26**

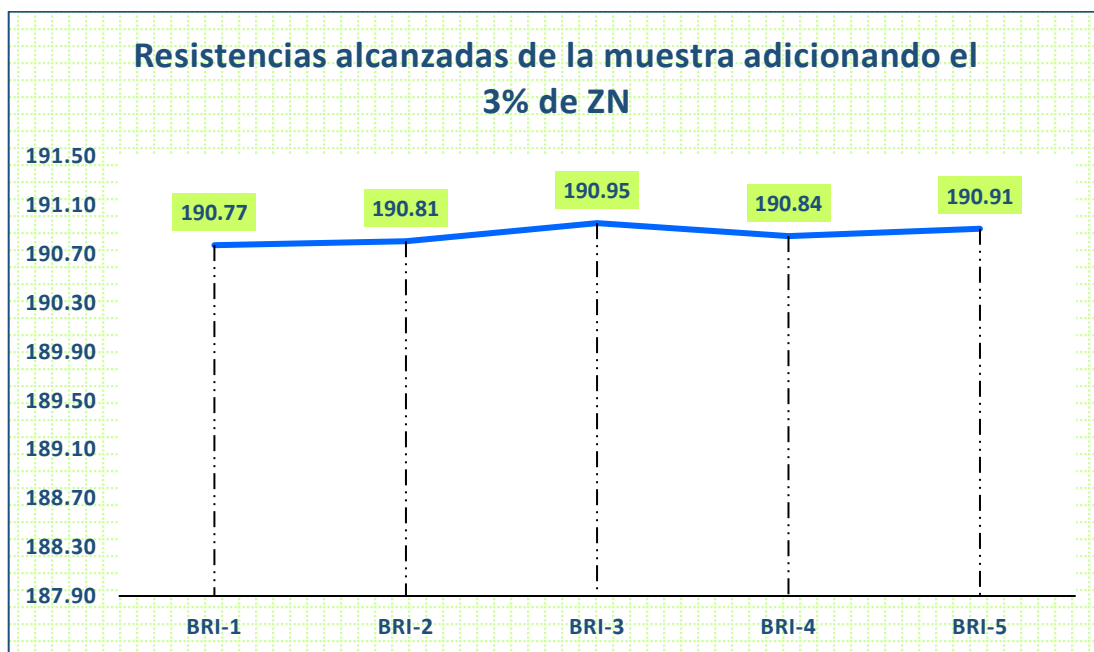
*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 3% de zeolita natural-14*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	33757	190.77	14
	Componente 2	33763	190.81	
	Componente 3	33789	190.95	
	Componente 4	33770	190.84	
	Componente 5	33781	190.91	
<b>PROMEDIO</b>			<b>190.86</b>	

NOTA: Datos obtenidos de laboratorio

**Figura 27**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 3% de zeolita natural-14*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto incorporando el 3% de zeolita natural a los 14 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para la muestra. Este valor promedio, revelado como 190.86 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

**Tabla 27**

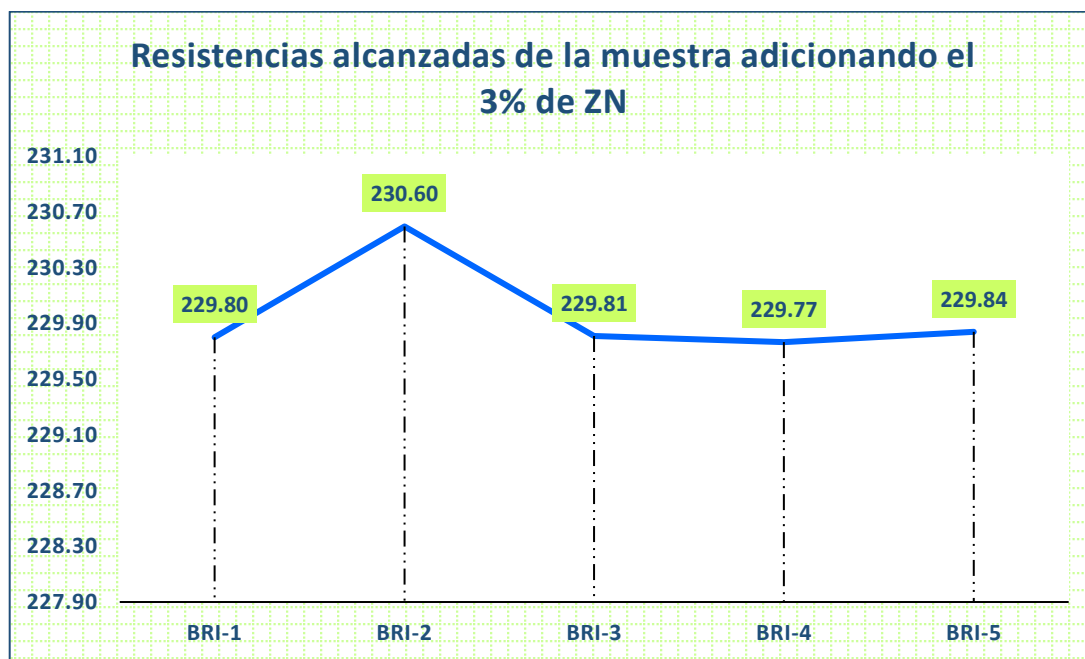
*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 3% de zeolita natural-28*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	40663	229.80	28
	Componente 2	40641	230.60	
	Componente 3	40665	229.81	
	Componente 4	40657	229.77	
	Componente 5	40670	229.84	
<b>PROMEDIO</b>			<b>229.96</b>	

NOTA: Datos obtenidos de laboratorio

**Figura 28**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 3% de zeolita natural-28*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto incorporando el 3% de zeolita natural a los 28 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para la muestra. Este valor promedio, revelado como 229.96 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

### COMPARATIVA

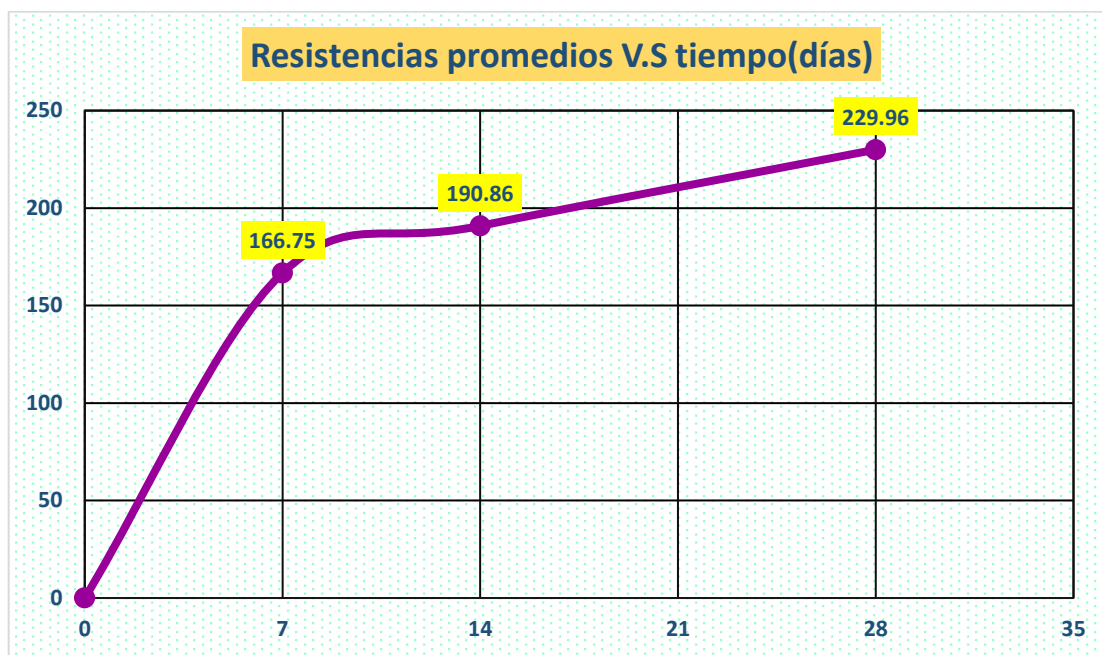
**Tabla 28**

*Resistencias obtenidas incorporando el 3% de zeolitas naturales*

Descripción	7	14	28
MP+3%ZN	166.75	190.86	229.96

**Figura 29**

*Comparación del comportamiento de la resistencia en diferentes periodos*



En el análisis de la ilustración, se examina detalladamente la evolución de la resistencia de la muestra incorporando el 3% de zeolitas naturales en diversos lapsos de tiempo. A los 7 días de haberse realizado la prueba, la resistencia obtuvo un valor de 166.75 kg/cm<sup>2</sup>. Al prolongar el período de evaluación a los 14 días, se observa un significativo incremento en la resistencia, consiguiendo los 190.86 kg/cm<sup>2</sup>. No menos relevante es el dato obtenido a los 28 días, donde la resistencia alcanza su punto máximo, registrando un valor de 229.96 kg/cm<sup>2</sup>.

### c) Resistencias de la muestra incorporando el 6% de zeolita natural

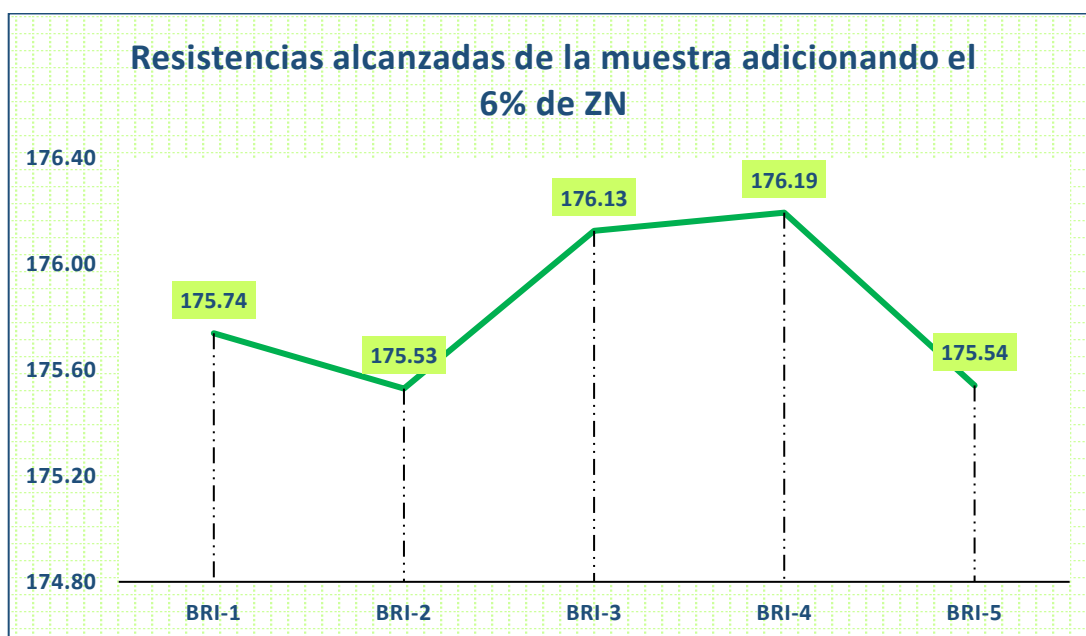
**Tabla 29**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 6% de zeolita natural-7*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	31097	175.74	7
	Componente 2	31060	175.53	
	Componente 3	31041	176.13	
	Componente 4	31053	176.19	
	Componente 5	31062	175.54	
<b>PROMEDIO</b>			<b>175.83</b>	

**Figura 30**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 6% de zeolita natural-7*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto incorporando el 6% de zeolita natural a los 7 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para la muestra. Este valor promedio, revelado como 175.83 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

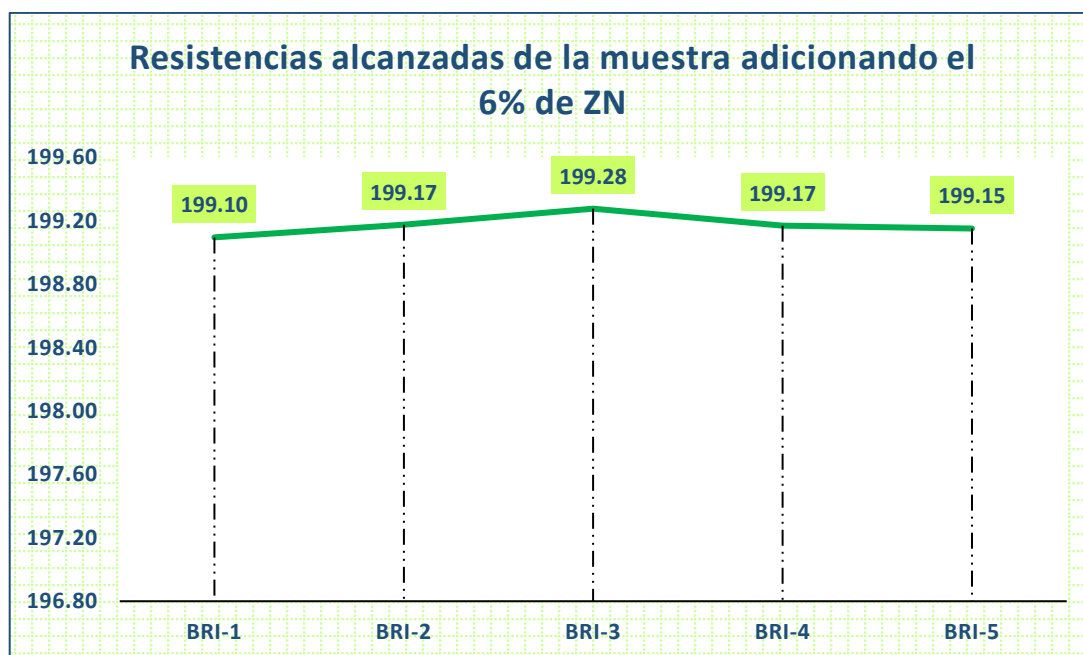
**Tabla 30**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 6% de zeolita natural-14*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	35230	199.10	14
	Componente 2	35244	199.17	
	Componente 3	35262	199.28	
	Componente 4	35243	199.17	
	Componente 5	35240	199.15	
<b>PROMEDIO</b>			<b>199.17</b>	

**Figura 31**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 6% de zeolita natural-14*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto incorporando el 6% de zeolita natural a los 14 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para la muestra. Este valor promedio, revelado como 199.17 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

**Tabla 31**

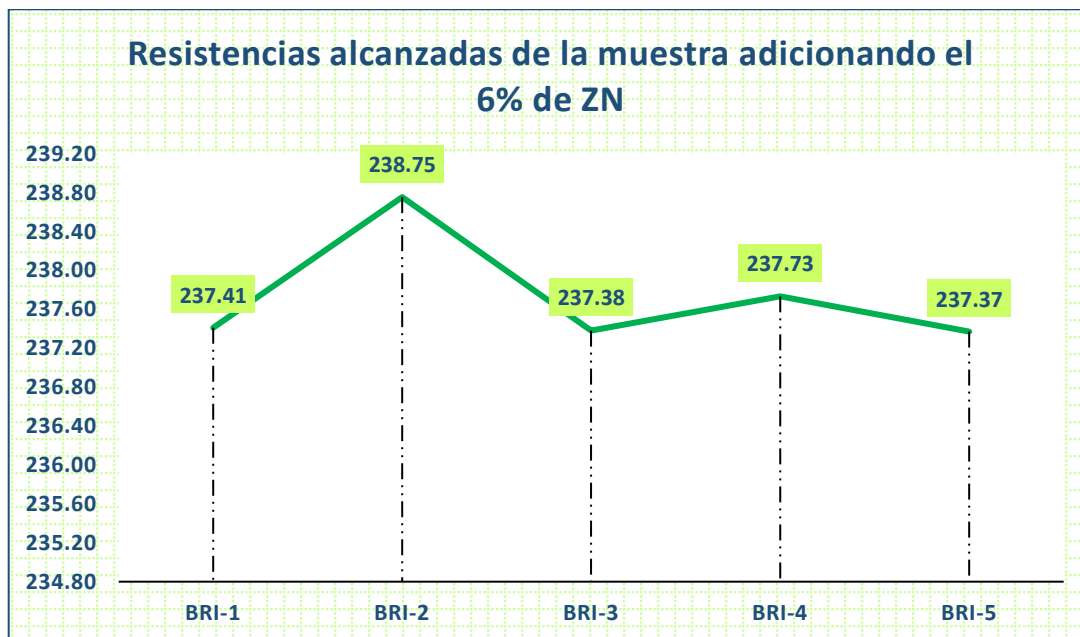
*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 6% de zeolita natural-28*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	42010	237.41	28
	Componente 2	42079	238.75	
	Componente 3	42005	237.38	
	Componente 4	42067	237.73	
	Componente 5	42003	237.37	
<b>PROMEDIO</b>			<b>237.73</b>	

NOTA: Datos obtenidos de laboratorio

**Figura 32**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 6% de zeolita natural-28*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto incorporando el 6% de zeolita natural a los 28 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para la muestra. Este valor promedio, revelado como 237.73 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

### COMPARATIVA

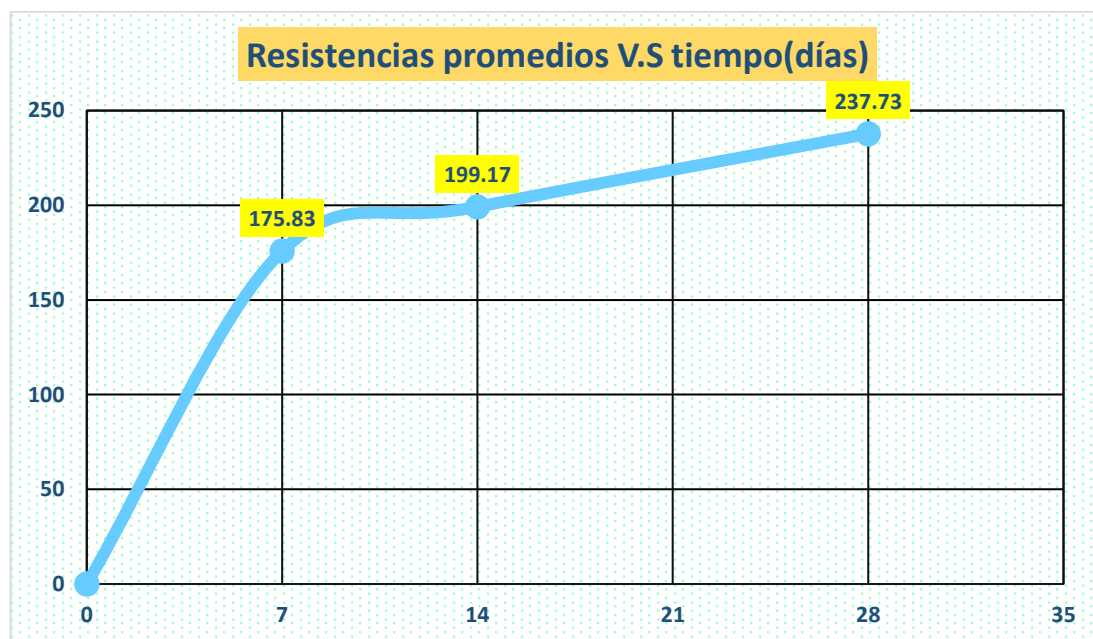
**Tabla 32**

*Resistencias obtenidas incorporando el 6% de zeolitas naturales*

Descripción	7	14	28
MP+6%ZN	175.83	199.17	237.73

**Figura 33**

*Comparación del comportamiento de la resistencia en diferentes periodos*



En el análisis de la ilustración, se examina detalladamente la evolución de la resistencia de la muestra incorporando el 6% de zeolitas naturales en diversos lapsos de tiempo. A los 7 días de haberse realizado la prueba, la resistencia consiguió un valor de 175.83 kg/cm<sup>2</sup>. Al prolongar el período de evaluación a los 14 días, se observa un significativo incremento en la resistencia, consiguiendo los 199.17 kg/cm<sup>2</sup>. No menos relevante es el dato obtenido a los 28 días, donde la resistencia alcanza su punto máximo, registrando un valor de 237.73 kg/cm<sup>2</sup>.

### d) Resistencias de la muestra incorporando el 9% de zeolita natural

**Tabla 33**

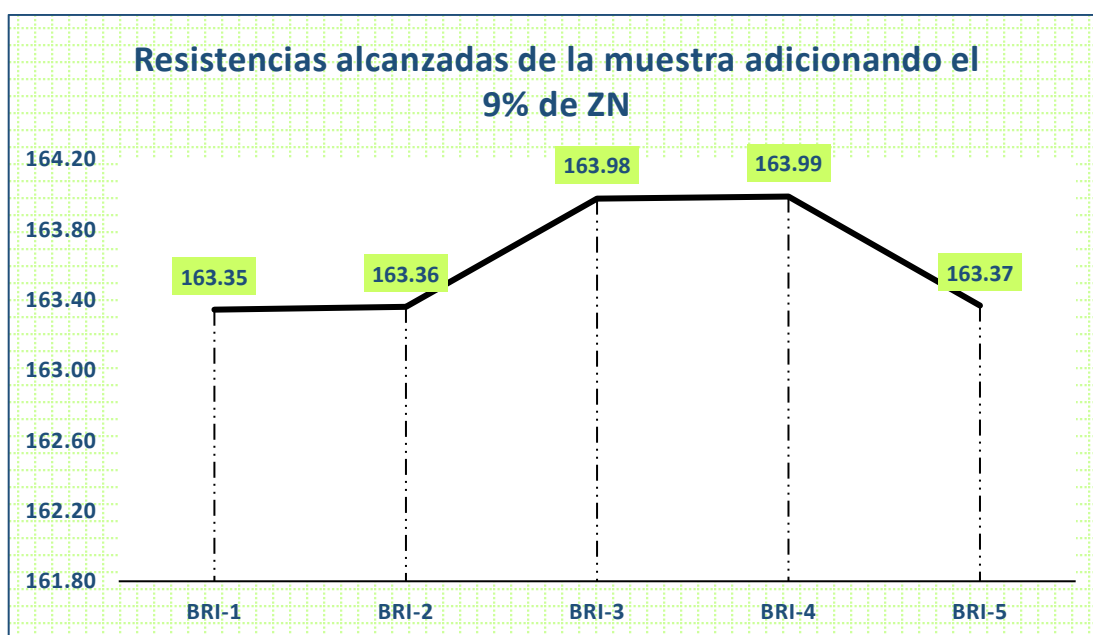
*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 9% de zeolita natural-7*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	28904	163.35	7
	Componente 2	28907	163.36	
	Componente 3	28900	163.98	
	Componente 4	28902	163.99	
	Componente 5	28908	163.37	
<b>PROMEDIO</b>			<b>163.61</b>	

*NOTA: Datos obtenidos de laboratorio*

**Figura 34**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 9% de zeolita natural-7*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto incorporando el 9% de zeolita natural a los 7 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para la muestra. Este valor promedio, revelado como 163.61 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

**Tabla 34**

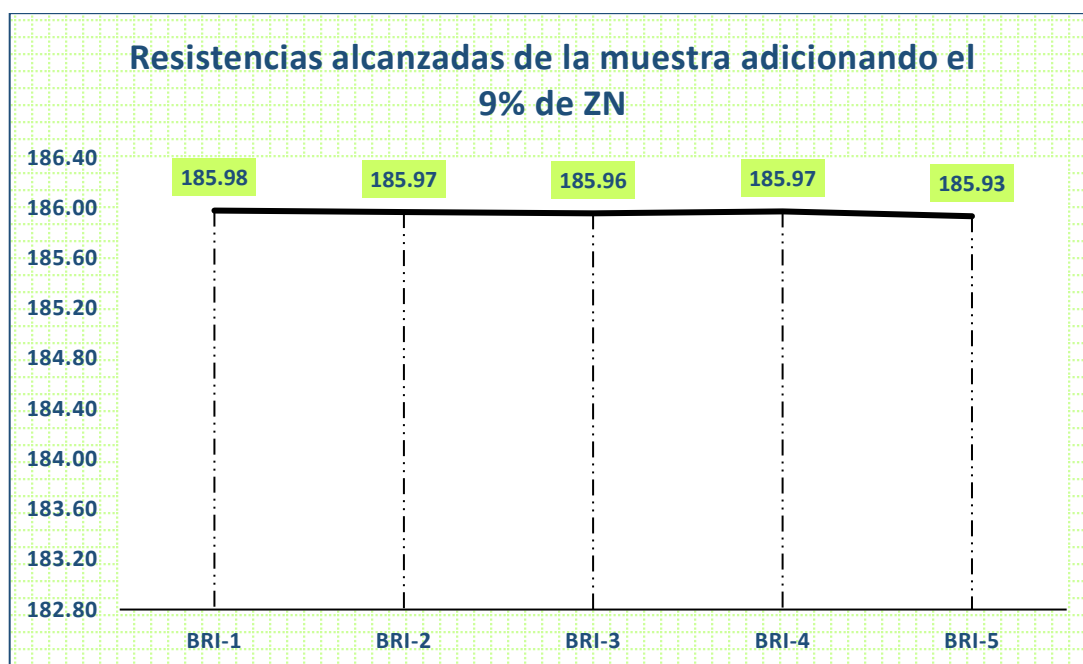
*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 9% de zeolita natural-14*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	32909	185.98	14
	Componente 2	32907	185.97	
	Componente 3	32905	185.96	
	Componente 4	32908	185.97	
	Componente 5	32901	185.93	
<b>PROMEDIO</b>			<b>185.96</b>	

NOTA: Datos obtenidos de laboratorio

**Figura 35**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 9% de zeolita natural-14*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto incorporando el 9% de zeolita natural a los 14 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para la muestra. Este valor promedio, revelado como 185.96 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

**Tabla 35**

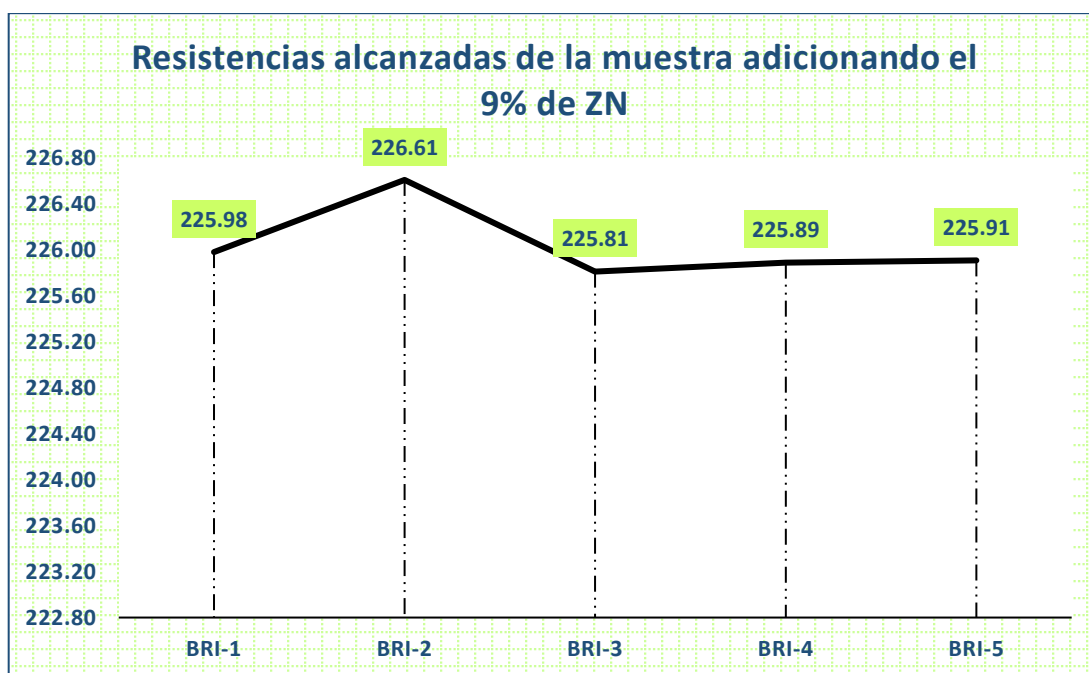
*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 9% de zeolita natural-28*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	39987	225.98	28
	Componente 2	39938	226.61	
	Componente 3	39957	225.81	
	Componente 4	39971	225.89	
	Componente 5	39974	225.91	
<b>PROMEDIO</b>			<b>226.04</b>	

NOTA: Datos obtenidos de laboratorio

**Figura 36**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 9% de zeolita natural-28*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto incorporando el 9% de zeolita natural a los 28 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para la muestra. Este valor promedio, revelado como 226.04 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

### COMPARATIVA

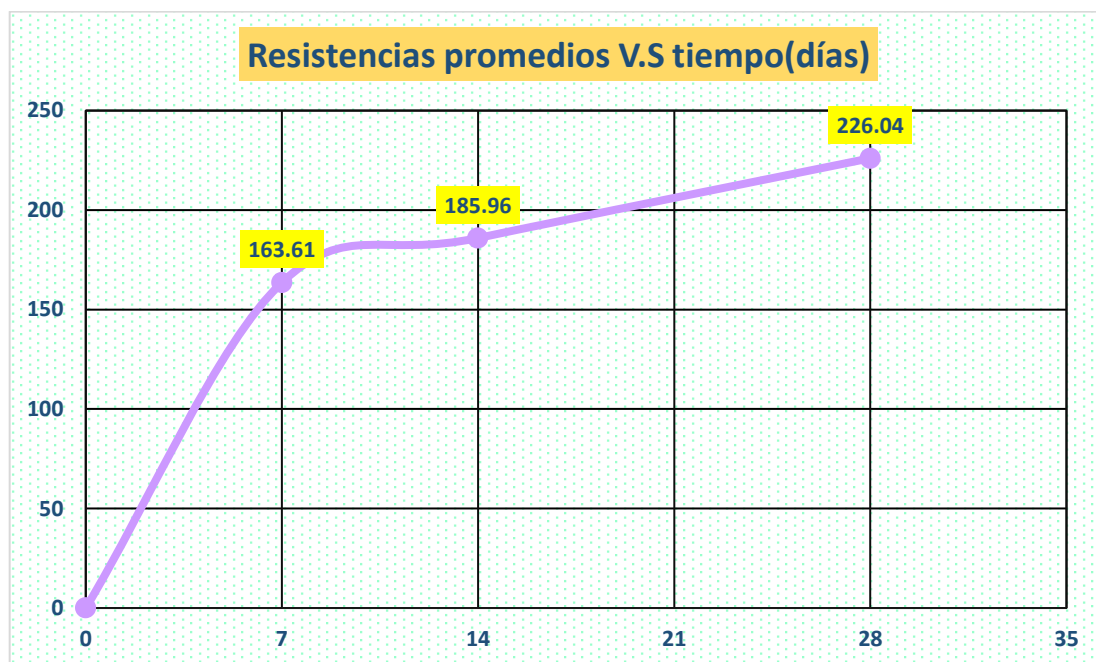
**Tabla 36**

*Resistencias obtenidas incorporando el 9% de zeolitas naturales*

Descripción	7	14	28
MP+9%ZN	163.61	185.96	226.04

**Figura 37**

*Comparación del comportamiento de la resistencia en diferentes periodos*



En el análisis de la ilustración, se examina detalladamente la evolución de la resistencia de la muestra incorporando el 9% de zeolitas naturales en diversos lapsos de tiempo. A los 7 días de haberse realizado la prueba, la resistencia obtuvo un valor de 163.61 kg/cm<sup>2</sup>. Al prolongar el período de evaluación a los 14 días, se observa un significativo incremento en la resistencia, consiguiendo los 185.96 kg/cm<sup>2</sup>. No menos relevante es el dato obtenido a los 28 días, donde la resistencia alcanza su punto máximo, registrando un valor de 226.04 kg/cm<sup>2</sup>.

### e) Resistencias de la muestra incorporando el 12% de zeolita natural

**Tabla 37**

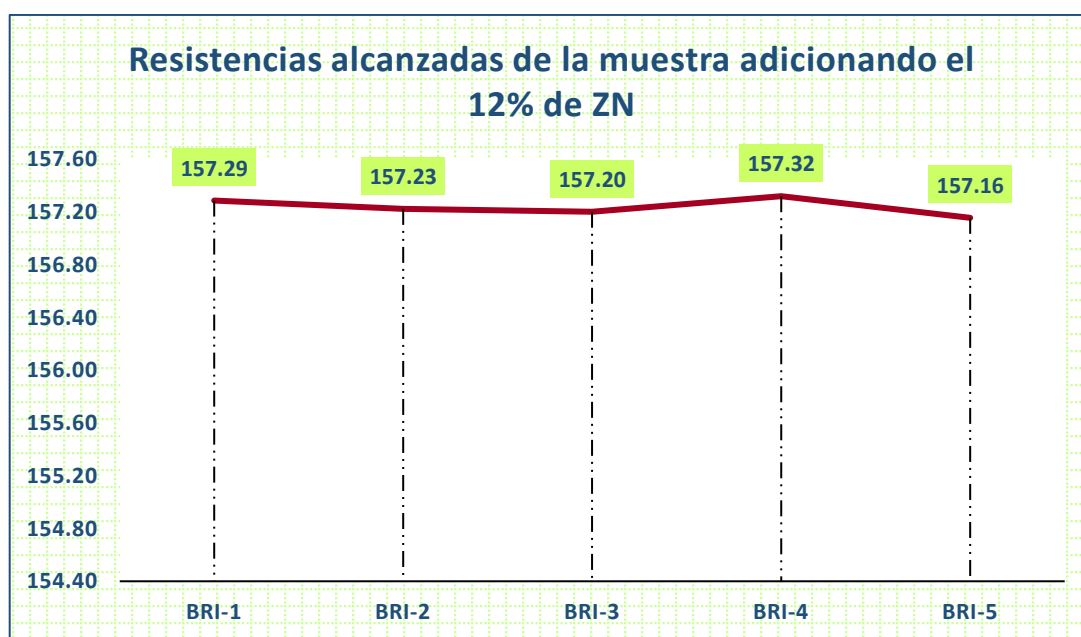
*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 12% de zeolita natural-7*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	27832	157.29	7
	Componente 2	27821	157.23	
	Componente 3	27817	157.20	
	Componente 4	27838	157.32	
	Componente 5	27809	157.16	
<b>PROMEDIO</b>			<b>157.24</b>	

*NOTA: Datos obtenidos de laboratorio*

**Figura 38**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 12% de zeolita natural-7*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto incorporando el 12% de zeolita natural a los 7 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para la muestra. Este valor promedio, revelado como 157.24 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

**Tabla 38**

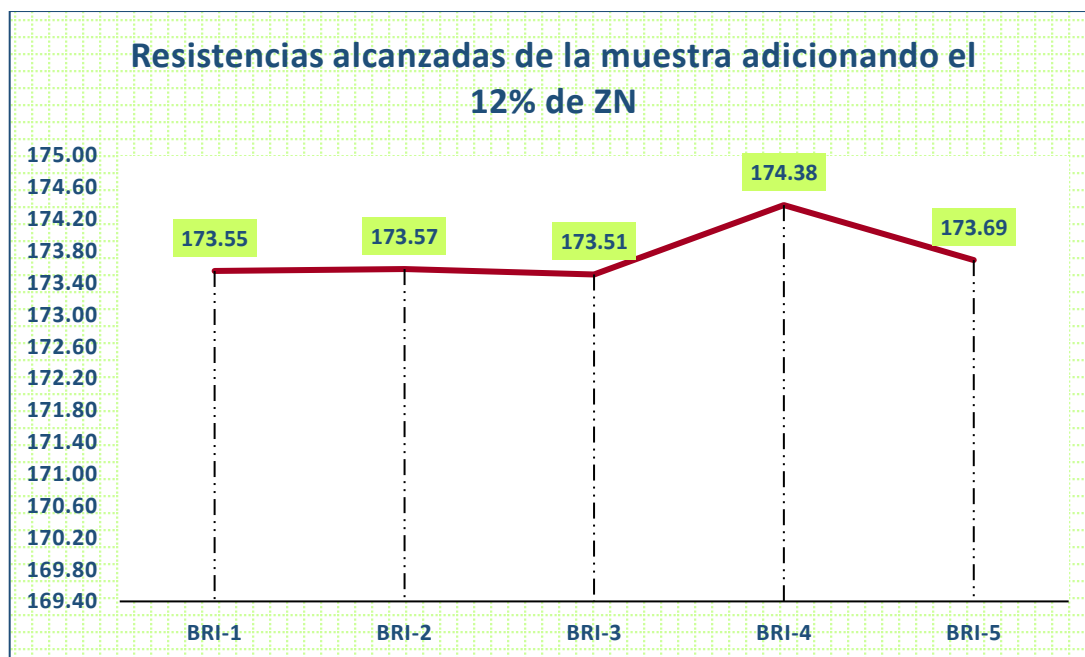
*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 12% de zeolita natural-14*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	30710	173.55	14
	Componente 2	30714	173.57	
	Componente 3	30702	173.51	
	Componente 4	30733	174.38	
	Componente 5	30734	173.69	
<b>PROMEDIO</b>			<b>173.74</b>	

NOTA: Datos obtenidos de laboratorio

**Figura 39**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 12% de zeolita natural-14*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto incorporando el 12% de zeolita natural a los 14 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para la muestra. Este valor promedio, revelado como 173.74 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

**Tabla 39**

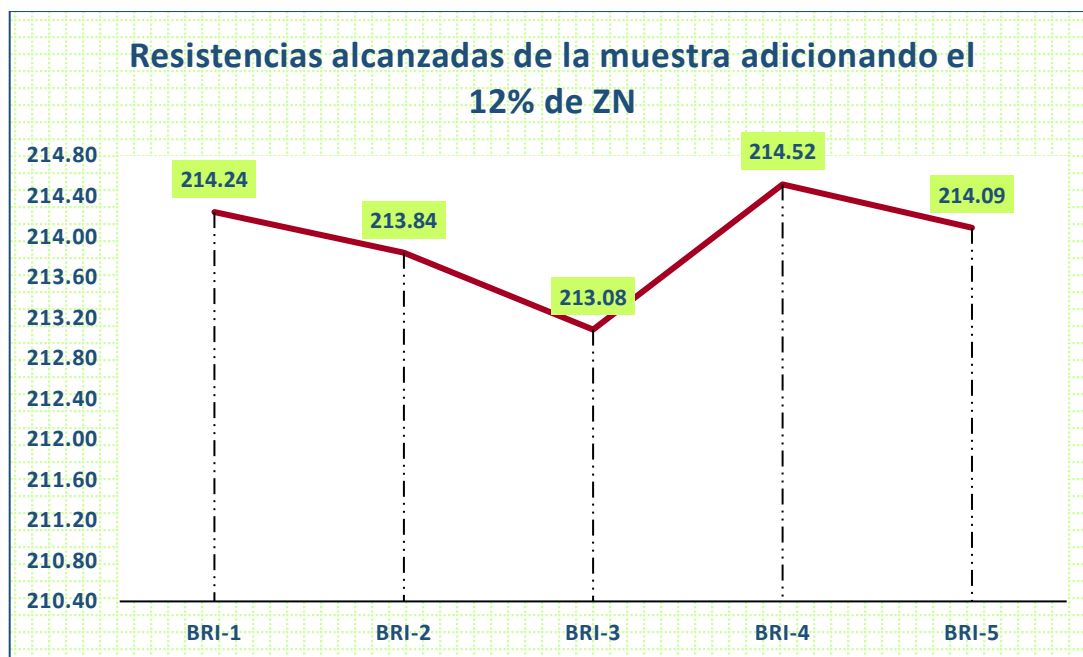
*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 12% de zeolita natural-28*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Periodo
210 kg/cm <sup>2</sup>	Componente 1	37910	214.24	28
	Componente 2	37839	213.84	
	Componente 3	37705	213.08	
	Componente 4	37807	214.52	
	Componente 5	37883	214.09	
<b>PROMEDIO</b>			<b>213.95</b>	

NOTA: Datos obtenidos de laboratorio

**Figura 40**

*Desempeño a compresión del espécimen, incorporando el 12% de zeolita natural-28*



En esta ilustración, se evidencian las mediciones de resistencia obtenidas a través de los ensayos realizados en cinco muestras representativas de concreto incorporando el 12% de zeolita natural a los 28 días. Tras realizar un análisis exhaustivo de las mediciones obtenidas, se ha calculado una resistencia promedio para la muestra. Este valor promedio, revelado como 213.95 kg/cm<sup>2</sup>, sirve como indicador central de la capacidad de carga del concreto en estudio.

### COMPARATIVA

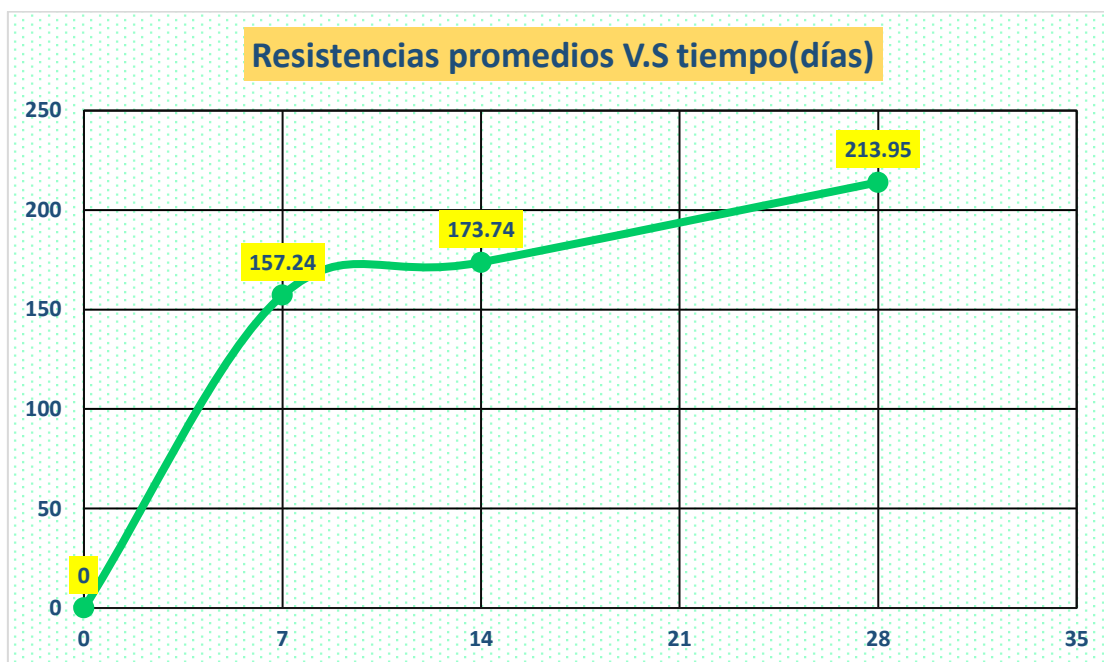
**Tabla 40**

*Resistencias obtenidas incorporando el 12% de zeolitas naturales*

Descripción	7	14	28
MP+12%ZN	160.63	182.9	220.28

**Figura 41**

*Comparación del comportamiento de la resistencia en diferentes periodos*



En el análisis de la ilustración, se examina detalladamente la evolución de la resistencia de la muestra incorporando el 12% de zeolitas naturales en diversos lapsos de tiempo. A los 7 días de haberse realizado la prueba, la resistencia obtuvo un valor de 157.24 kg/cm<sup>2</sup>. Al prolongar el período de evaluación a los 14 días, se observa un significativo incremento en la resistencia, consiguiendo los 173.74 kg/cm<sup>2</sup>. No menos relevante es el dato obtenido a los 28 días, donde la resistencia alcanza su punto máximo, registrando un valor de 213.95 kg/cm<sup>2</sup>.

## COMPARATIVA

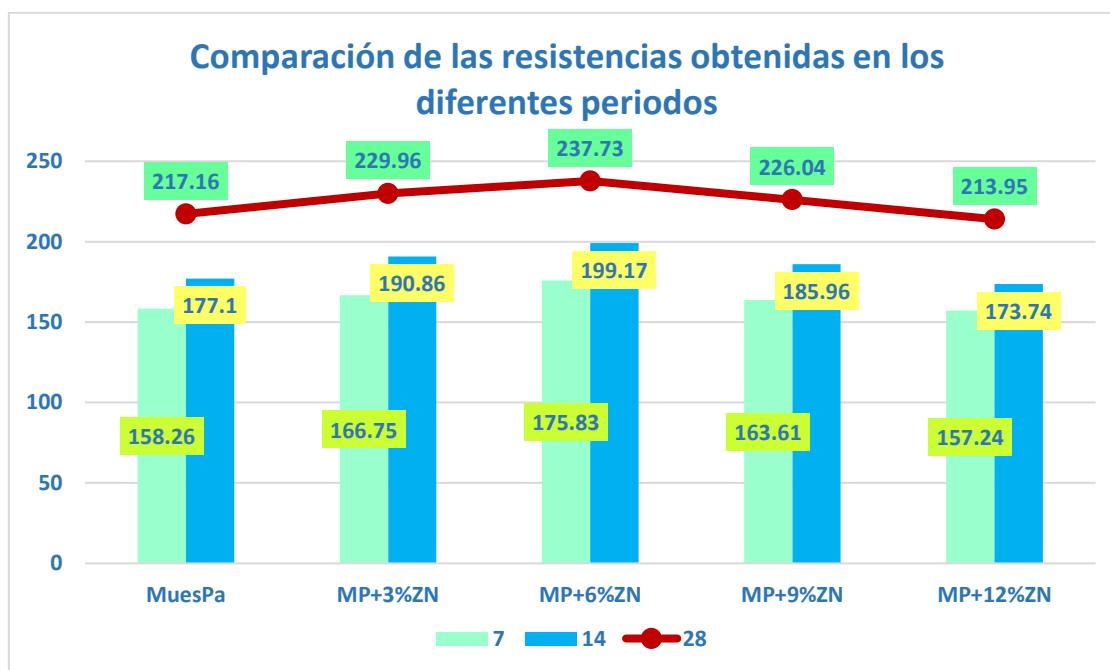
**Tabla 41**

*Consolidación de resistencias de las distintas muestras*

Detalle	Resistencias		
	7	14	28
MuesPa	158.26	177.1	217.16
MP+3%ZN	166.75	190.86	229.96
MP+6%ZN	175.83	199.17	237.73
MP+9%ZN	163.61	185.96	226.04
MP+12%ZN	157.24	173.74	213.95

**Figura 42**

*Contraste de la capacidad de carga bajo compresión en distintos intervalos de tiempo*



Se muestran las resistencias obtenidas en intervalos de 7, 14 y 28 días, destacando que la incorporación de zeolitas naturales tiene un impacto positivo en la resistencia. Sin embargo, se nota que conforme se aumenta el porcentaje de introducción, la resistencia se inclina a decrecer.

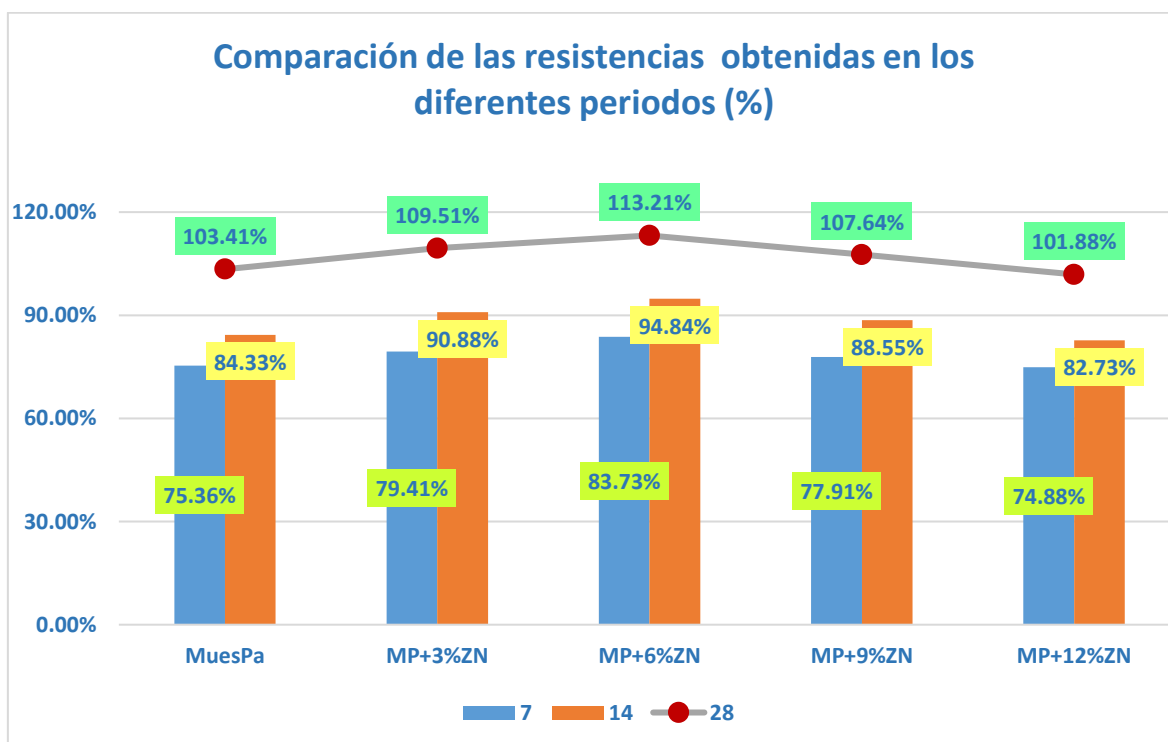
**Tabla 42**

*Consolidación de datos de resistencia lograda*

Muestra	Esfuerzo de resistencias		
	7	14	28
MuesPa	75.36%	84.33%	103.41%
MP+3%ZN	79.41%	90.88%	109.51%
MP+6%ZN	83.73%	94.84%	113.21%
MP+9%ZN	77.91%	88.55%	107.64%
MP+12%ZN	74.88%	82.73%	101.88%

**Figura 43**

*Comparativa en porcentaje de los niveles de resistencia alcanzados*



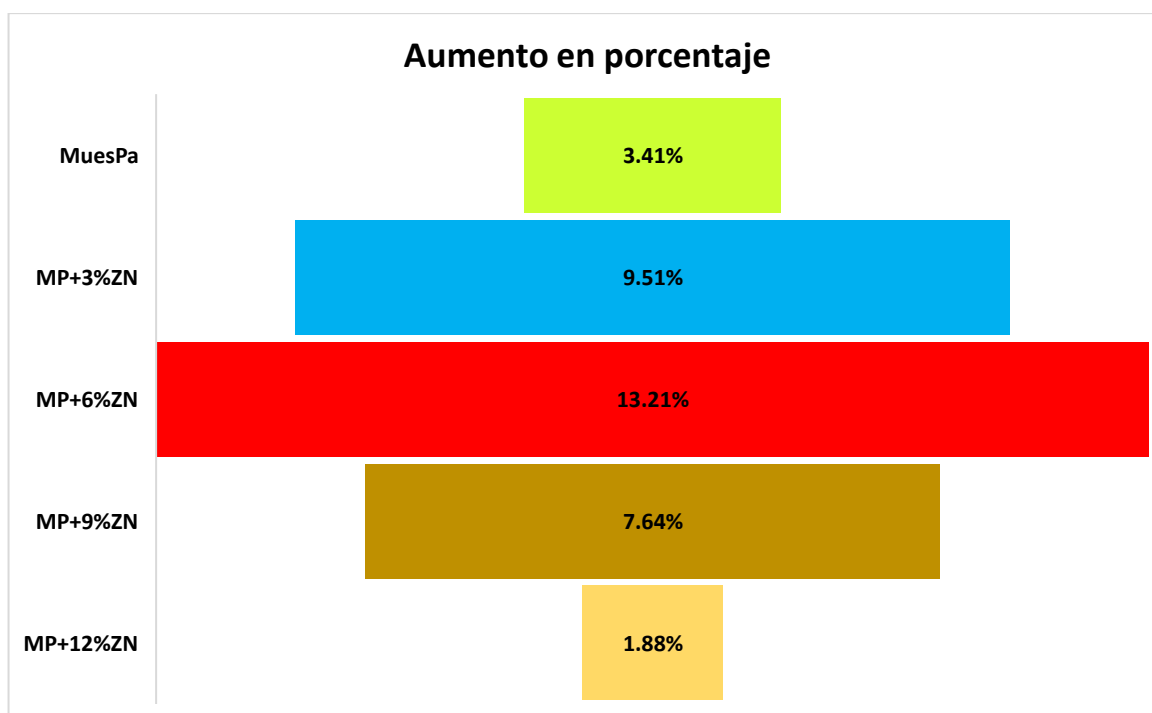
Se evidencian los porcentajes obtenidos, donde claramente se observa una mayor resistencia con la incorporación del 6% de zeolitas naturales. A medida que aumentan los porcentajes, la resistencia tiende a disminuir.

Tabla 43

*Consolidación de datos de resistencia lograda en porcentajes*

Muestra	Resistencia lograda	Diseño	Diferencia
MuesPa	103.41%		3.41%
MP+3%ZN	109.51%		9.51%
MP+6%ZN	113.21%	210kg/cm <sup>2</sup> =100%	13.21%
MP+9%ZN	107.64%		7.64%
MP+12%ZN	101.88%		1.88%

Figura 44

*Análisis de las variaciones porcentuales en los niveles de resistencia alcanzados*

En el análisis de los incrementos porcentuales de cada muestra, se destaca que el porcentaje más notable se registró en aquella que incorporó un 6% de zeolita natural. Estos aumentos porcentuales se calcularon en base al diseño de mezclas con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Este resultado señala la eficacia significativa de la adición del 6% de zeolita natural en la mejora de las propiedades deseadas en la mezcla.



## 4.2 Discusión de resultados

En el estudio (Izquierdo, 2020), se evaluaron diferentes proporciones de zeolitas naturales (5%, 10% y 15%) en mezclas de concreto con relaciones agua-cemento (a/c) de 0.6, 0.65 y 0.7. Los resultados muestran variaciones significativas en la resistencia de las muestras en comparación con la mezcla patrón. Para una relación a/c de 0.6, la muestra patrón logró una resistencia de 270.75 kg/cm<sup>2</sup>. La incorporación del 5% de zeolitas naturales resultó en una resistencia ligeramente superior, alcanzando los 275.89 kg/cm<sup>2</sup>. Con el 10%, se observó un aumento adicional a 277.11 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, al utilizar el 15%, la resistencia disminuyó a 259.95 kg/cm<sup>2</sup>. En el caso de una relación a/c de 0.65, la muestra patrón adquirió una resistencia de 221.64 kg/cm<sup>2</sup>. La añadidura del 5% de zeolitas incrementó la resistencia a 225.49 kg/cm<sup>2</sup>, y con el 10%, se logró una resistencia de 227.61 kg/cm<sup>2</sup>. Curiosamente, con el 15% de zeolitas, la resistencia disminuyó a 214.83 kg/cm<sup>2</sup>. Para una relación a/c de 0.7, la muestra patrón exhibió una resistencia de 196.29 kg/cm<sup>2</sup>. La inclusión del 5% de zeolitas resultó en un engrandecimiento a 201.13 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con el 10%, la resistencia fue de 202.67 kg/cm<sup>2</sup>. No obstante, con el 15%, se observó una disminución en la resistencia a 189 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados detallados resaltan la influencia significativa de las zeolitas naturales en las propiedades del concreto, indicando que la resistencia puede variar según la proporción de zeolitas y la relación agua-cemento utilizada en el diseño de mezclas.

En un estudio realizado por Bravo y Chura en 2018, se investigó el efecto de incorporar zeolitas naturales en concentraciones del 10% y 20% en mezclas de concreto. Los resultados demostraron que las muestras que contenían zeolita natural mostraron mejoras significativas en sus propiedades mecánicas en comparación con el concreto estándar. Específicamente, el concreto con un 10% de zeolita natural exhibió un ampliación del 9.340% en su capacidad de carga bajo compresión, mientras que la mezcla con un 20% de zeolita natural mostró un acrecentamiento del 6.25% en esta misma propiedad.



Además, el módulo de elasticidad del concreto mejoró en un 6.73% para la mezcla con un 10% de zeolita natural, y en un 4.71% para la mezcla con un 20% de zeolita natural. Estos aumentos en la capacidad de carga bajo compresión y en el módulo de elasticidad fueron calculados en correspondencia con la cantidad de cemento utilizado en la mezcla estándar de referencia. Los hallazgos indican de manera concluyente que la incorporación de zeolita natural, tanto en concentraciones del 10% como del 20%, tiene un efecto positivo en el rendimiento del concreto. La mejora observada en la resistencia bajo compresión y el coeficiente de elasticidad resalta el potencial de la zeolita natural como un aditivo beneficioso en el diseño de mezclas, ofreciendo un medio efectivo para optimizar las características mecánicas del material.

En el estudio llevado a cabo por Callohuanca en 2023, se exploraron diferentes porcentajes de zeolitas naturales (3%, 6%, 10% y 15%) en el diseño de mezclas de concreto con una resistencia objetivo de 175 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados revelaron variaciones notables en las propiedades del concreto, especialmente en relación con el asentamiento (Slump) y la capacidad de carga bajo compresión simple. Para los porcentajes de 3.0%, 6.0% y 10.0% de zeolitas naturales, los valores de Slump fueron de 2.8 pulgadas, 1.8 pulgadas y 1.4 pulgadas, respectivamente. Estos datos indican una disminución progresiva en la trabajabilidad del concreto a disposición que se incrementa la cantidad de zeolitas naturales. La reducción en el asentamiento puede ser un indicador de una mayor cohesión y menor fluidez en las mezclas con mayores proporciones de zeolita. En cuanto a la capacidad de carga bajo compresión simple, se observaron incrementos significativos en los valores. Con porcentajes del 3%, 6% y 10% de zeolitas naturales, se registraron aumentos de 188.53, 194.45 y 200.46kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estos resultados sugieren que la afiliación de zeolitas naturales en el concreto mejoró notablemente su resistencia mecánica, lo que puede tener implicaciones positivas en la durabilidad y la capacidad estructural del material.



En este estudio, se implementaron zeolitas naturales en proporciones del 3%, 6%, 9% y 12%. Durante el ensayo de asentamiento, la muestra patrón alcanzó un asentamiento de 3.770 pulg. Con el 3% de zeolitas naturales, se logró un asentamiento de 3.73 pulgadas. La proporción del 6% resultó en un asentamiento de 3.63 pul, mientras que con el 9%, el asentamiento fue de 3.5 pul. Finalmente, con el 12%, se obtuvo un asentamiento de 3.47 pulg. En términos de resistencia, la muestra patrón demostró una resistencia de 217.16 kg/cm<sup>2</sup>. Con la adición del 3% de zeolitas naturales, se consiguió una resistencia de 229.96 kg/cm<sup>2</sup>. El uso del 6% produjo una resistencia de 237.73 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, al emplear el 9%, la resistencia fue de 226.04kg/cm<sup>2</sup>, y con el 12%, se registró una resistencia significativamente menor de 213.95kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados revelan que la incorporación de zeolitas naturales en el concreto tuvo efectos variables en las propiedades evaluadas. Mientras que el asentamiento mostró una tendencia a disminuir con mayores porcentajes de zeolitas, la capacidad de carga bajo compresión fue más compleja, alcanzando un pico con el 6% y disminuyendo posteriormente con mayores proporciones.



## CONCLUSIONES

**C1-** La proporción adecuada de los componentes del concreto al emplear agregados provenientes de la cantera Unocolla cumplió con los estándares normativos actuales, demostrando una proporción equilibrada de 1:0.56:3.09:1.39 para cemento, agua, agregado grueso y fino, respectivamente.

**C2-** El empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, ha demostrado tener un efecto favorable en el asentamiento del concreto. Mientras que la muestra estándar exhibió un asentamiento de 3.77 pulgadas, la inclusión del 3% de zeolitas naturales resultó en un ligero descenso a 3.73 pulgadas, seguido por una disminución progresiva con el 6% (3.63 pulgadas), el 9% (3.5 pulgadas), y finalmente, el 12% (3.47 pulgadas). Estos resultados indican que a medida que se incrementa la proporción de zeolitas naturales la trabajabilidad disminuye, pero estos están en el rango de 3 a 4 pulgadas.

**C.3** El empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, se ha comprobado que influye favorablemente en la resistencia a compresión. Por otro lado, la muestra estándar obtuvo una resistencia de 217.16 kg/cm<sup>2</sup>, la adición del 3% de zeolitas naturales mejoró esta propiedad, logrando una resistencia de 229.96 kg/cm<sup>2</sup>. Este incremento continuó con el 6% de zeolitas naturales, alcanzando una resistencia de 237.73 kg/cm<sup>2</sup>. Aunque la resistencia disminuyó ligeramente con el 9% (226.04 kg/cm<sup>2</sup>) y el 12% (213.95 kg/cm<sup>2</sup>) de zeolitas naturales, los resultados respaldan que el empleo de zeolitas contribuye positivamente a mejorar la capacidad de carga bajo compresión del concreto.



## RECOMENDACIONES

**R1-** Se recomienda considerar la utilización de agregados provenientes de otras canteras en la producción de concreto. Este enfoque permitirá llevar a cabo una evaluación más amplia de las propiedades de los agregados, lo que es esencial para verificar si cumplen con los requisitos normativos establecidos.

**R2-** Se aconseja realizar investigaciones adicionales para tener un conocimiento exhaustivo de las fluctuaciones en el asentamiento y la capacidad de carga bajo compresión asociadas a cantidades variables de zeolitas naturales.

**R3-** Se sugiere realizar una serie de pruebas adicionales que aborden diversas propiedades del concreto. Para lograr un equilibrio adecuado entre mejoras en las propiedades y mantenimiento de la trabajabilidad al emplear zeolitas naturales.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Baena, G. M. E. B. (2017). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Bermudez Andrade, D. J., & Cadena Perugachi, H. A. (2015). *Correlación entre la resistencia al esfuerzo de compresión y tracción del concreto, utilizando agregados de las canteras de Pifo y San Antonio, cemento holcim tipo gu*.  
<https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/88582693-3e9e-45de-8907-efeb0da9c194>
- Bravo Sucnier, C., & Chura Cama, E. (2018). Determinación de la evolución de la capacidad de carga bajo compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo zeolita natural al 10% y 20% respecto al peso del cemento y la magnitud del módulo de elasticidad según las Normas ASTM C-39 y C-469. *Universidad Andina del Cusco*. <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/2299>
- Callohuanca Mamani, J. M. (2023). Optimización de las propiedades del concreto usando zeolitas naturales en pavimentos rígidos, Jr. Asillo, Ayaviri, Puno, 2023. *Repositorio Institucional - UCV*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/114159>
- Castillo, C. C. del, Orozco, S. O., & García, M. G. (2014). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Chipantiza Punina, J. M., & Figueroa Franco, L. A. (2021). *Diseño de concreto con agregado zeolita del río Ayampe*. [bachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021.].  
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5969>
- Díaz, E. D. P., & Zaragoza, J. B. H. (2018). Comportamiento mecánico a la compresión de un mortero con sustitución parcial de zeolita natural en diferentes granulometrías. *Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología*, 1(1), Article 1.



- Flores-Lozano, E. S., Juambelz, I. R. L. de, Velázquez-Vázquez, D., Moreno-Pérez, E., & Hernández-Ávila, J. (2020). Comparativa del impacto de la diatomita, perlita y zeolita en el comportamiento térmico y estructural del mortero. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 8(Especial), Article Especial. <https://doi.org/10.29057/icbi.v8iEspecial.6267>
- Hernández-Francisco, A., López-Lara, T., Hernández-Zaragoza, J. B., Horta-Rangel, J. M., Hernández-Francisco, A., López-Lara, T., Hernández-Zaragoza, J. B., & Horta-Rangel, J. M. (2021). Zeolita natural proveniente de Puebla como tratamiento de suelos de la región de Querétaro en vías terrestres: Efectos en su comportamiento plástico. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 22(3), 0-0. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2021.22.3.024>
- Iglesias, M. E. (2021). *Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos*. Noveduc.
- Izquierdo Olivares, B. H. (2020). Comportamiento mecánico del concreto de mediana resistencia con la adición de zeolitas naturales más cal hidratado – Lima, 2020. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50783>
- Jácome Andino, R. M. (2015). *Hormigones de alta resistencia ( $f_c=62\text{MPa}$ ) utilizando agregados del sector de Pifo y cemento armado especial Lafarge*. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/1cbc61f4-e0d3-4f38-b9d9-a033ccbab1b2>
- Jimenez Gaibor, J. O. (2011). *Estudio y simulación del comportamiento del cemento portland tipo i, con adición del 20% de zeolita ecuatoriana mediante el curado al aire* [bachelorThesis]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/14664>
- Laurino, C., & Palmieri, B. (2015). Zeolita: "la piedra mágica: principales campos nutricionales, ambientales, experimentales y clínicos de la aplicación. *Nutrición Hospitalaria*, 32(2), 573-581. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.2.8914>
- Pereyra, L. E. (2020). *Metodología de la investigación*. Klik.



Reyes, E. (2022). *Metodología de la Investigación Científica*. Page Publishing Inc.

Rodriguez Villavicencio, G. D. (2021). *Efectos de la zeolita como material suplementario del cemento portland en la capacidad de carga bajo compresión del concreto estructural* [bachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil].

<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/33535>

Ventura Gomezcornejo, L. E. (2019). Sustitución de 15% y 20% de cemento por polvo de roca zeolita en la resistencia de un mortero. *Universidad San Pedro*.

<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/11386>



## ANEXOS



Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿De qué manera incide el empleo de zeolitas naturales sobre la resistencia a la compresión del concreto convencional en la provincia de San Román?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Determinar cómo incide el empleo de zeolitas naturales sobre la resistencia a compresión del concreto convencional en la provincia de San Román.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>El empleo de zeolitas naturales tendrá un efecto favorable sobre la resistencia a compresión del concreto convencional en la provincia de San Román.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>ZEOLITAS NATURALES.</p> <p><b>Dimensiones:</b> <i>Proporción de zeolitas naturales.</i></p>	<p>Báscula Electrónica, Plantilla de recopilación de datos.</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuál será la proporción adecuada de los componentes del concreto al emplear agregados provenientes de la cantera Unocolla?</p> <p>¿Cómo incide el empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, en el asentamiento del concreto?</p> <p>¿Cómo incide el empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, en la resistencia a compresión?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Establecer la proporción adecuada de los componentes del concreto al emplear agregados provenientes de la cantera Unocolla.</p> <p>Evaluar la incidencia del empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, en el asentamiento del concreto.</p> <p>Evaluar la incidencia del empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, en la resistencia a compresión.</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>La proporción adecuada de los componentes del concreto al emplear agregados provenientes de la cantera Unocolla cumplirán con la normativa vigente.</p> <p>El empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, tendrá un efecto favorable en el asentamiento del concreto.</p> <p>El empleo de zeolitas naturales en proporciones de 3%, 6%, 9% y 12%, tendrá un efecto favorable en la resistencia a compresión.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>RESISTENCIA A COMPRESIÓN.</p> <p><b>Dimensiones:</b> <i>Capacidad de carga bajo compresión.</i></p>	



### Anexo 2. Certificados de laboratorio



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



**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : BACHILLER DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI  
**CANTERA** : UNOCOLLA  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 22 DE ENERO 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 = 493.79
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 512.55
N° 8	12.35	2.47	2.47	97.53	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1329.57
N° 16	110.71	22.14	24.61	75.39	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1662.95
N° 30	116.23	23.25	47.86	52.14	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	133.81	26.76	74.62	25.38	Wc+B =	1842                      Wc+B-W = 179
N° 100	111.51	22.30	96.92	3.08	Pe =	$\frac{B}{Wc + B - W} = 2.86 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	9.45	1.89	98.81	1.19	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	5.94	1.19	100.00	0.00	B =	512.55                      B-A = 18.76
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 3.80 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
<b>Mf = MÓDULO DE FINEZA</b>			<b>2.46</b>			

#### AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 829.54
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 850.71
1"	34.40	0.69	0.69	99.31	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1329.57
3/4"	300.66	8.59	9.28	90.72	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1813.87
1/2"	1000.39	28.58	37.86	62.14	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	970.16	27.72	65.58	34.42	Wc+B =	2180                      Wc+B-W = 366
1/4"	424.11	12.12	77.70	22.30	Pe =	$\frac{B}{Wc + B - W} = 2.32 \text{ gr/cm}^3$
N° 4	770.28	22.01	87.59	12.41	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	0.00	0.00	87.59	12.41	B =	850.71                      B-A = 21.17
SUMA	3500.00	70.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.55 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

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



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

Mtr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP: 103257



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



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

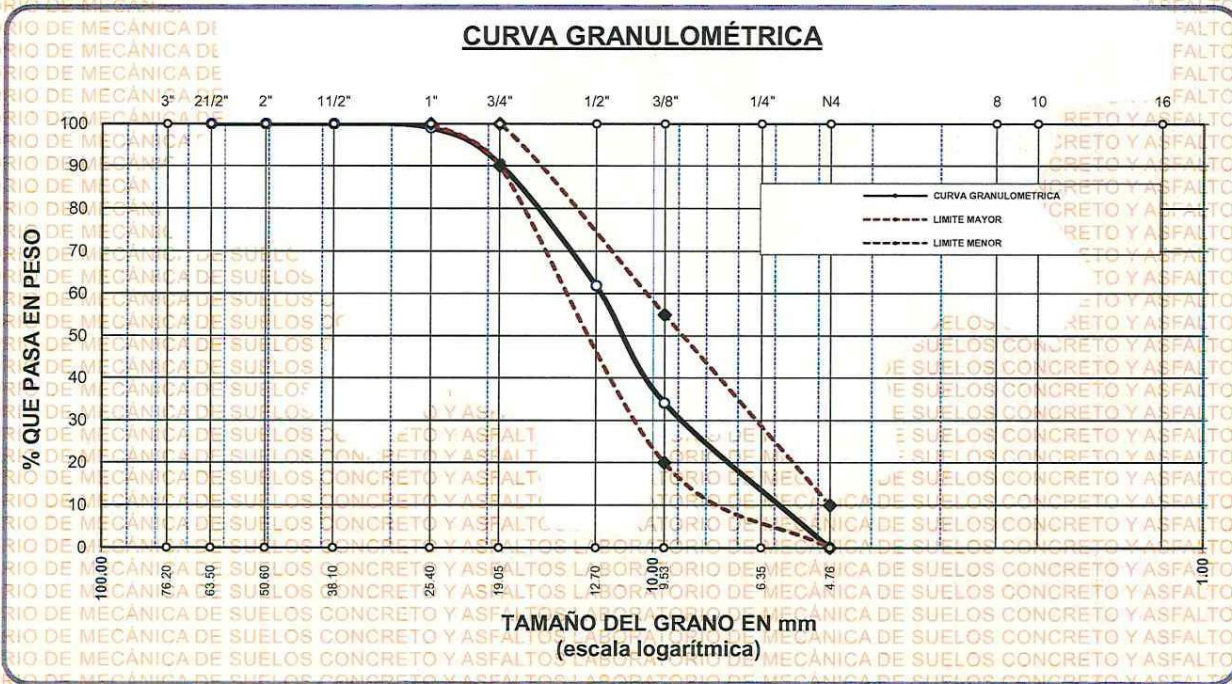
**SOLICITANTE** : BACHILLER DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI

**CANTERA** : UNOCOLLA

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

**FECHA** : 22 DE ENERO 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 máx. nominal = 3/4"
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		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	34.40	0.98	0.98	99.02	90 - 100 %	OBSERVACIONES:
3/4"	19.050	300.66	8.59	9.57	90.43		
1/2"	12.700	1000.39	28.58	38.16	61.84		
3/8"	9.525	970.16	27.72	65.87	34.13	20 - 55 %	
1/4"	6.350	424.11	12.12	77.99	22.01		
No4	4.760	770.28	22.01	100.00	0.00	0 - 10 %	
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

*Mtro. Arnaldo Ciano Torres*

LABORATORIO M.S.C.A. - JEFATURA



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



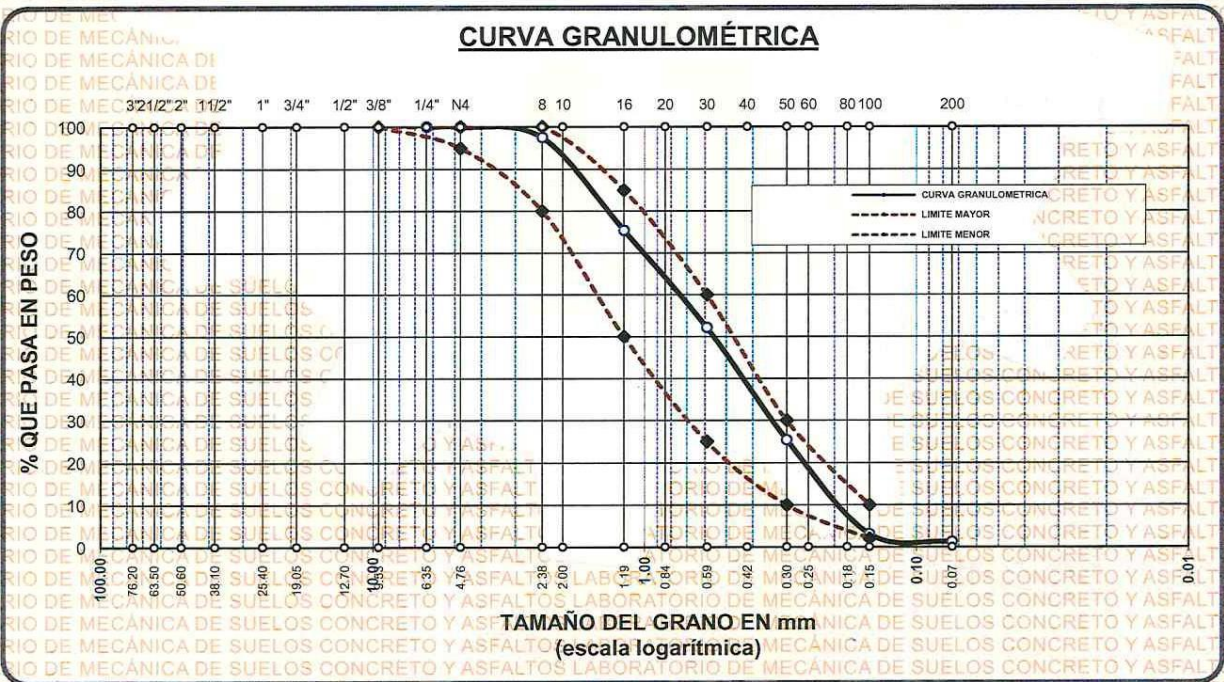
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : BACHILLER DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI  
**CANTERA** : UNOCOLLA  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 22 DE ENERO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 2.46
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	12.35	2.47	2.47	97.53	50 - 85 %	
No16	1.190	110.71	22.14	24.61	75.39	25 - 60 %	
No30	0.590	116.23	23.25	47.86	52.14	10 - 30 %	
No 50	0.300	133.81	26.76	74.62	25.38	2-10%	
No100	0.149	111.51	22.30	96.92	3.08		
No200	0.074	9.45	1.89	98.81	1.19		
BASE		5.94	1.19	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
%PERDIDA		1.19					

### CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
Mgtr. Arnoldo Yana Torres  
CIP 103257



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



**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : BACHILLER DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI  
**CANTERA** : UNOCOLLA  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 22 DE ENERO DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T.M. HUM	363.17
P.T.M. SEC	350.72
P.TARRO	39.24
P. AGUA	12.45
P.S.SECO	311.48
% HUMEDAD	4.00

A. GRUESO	
P.T.M. HUM	577.35
P.T.M. SECA	564.93
P.TARRO	40.23
P. AGUA	12.42
P.S.SECO	524.70
% HUMEDAD	2.37

### PESOS UNITARIOS

#### AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9354	5944	2068	1649
9356	5944	2068	1650
9357	5944	2068	1650
			1650

#### AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12877	7970	3153	1556
12871	7970	3153	1554
12870	7970	3153	1554
			1555

#### VARILLADO

PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9681	5944	2068	1807
9672	5944	2068	1803
9689	5944	2068	1811
			1807

#### VARILLADO

PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
13291	7970	3153	1688
13290	7970	3153	1687
13292	7970	3153	1688
			1688

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"  
FICP - CAR. INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A.  
JEFATURA  
Mg.r. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 103257



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



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM-C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : BACHILLER DUBLAS ATAUULLUCO CHECAHURI

**CANTERA** : UNOCOLLA

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

**FECHA** : 22 DE ENERO DEL 2024

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	5944 gr	5944 gr	5944 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2068 cm <sup>3</sup>	2068 cm <sup>3</sup>	2068 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9354.00 gr	9356.00 gr	9357.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3410.00 gr	3412.00 gr	3413.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.649 gr/cm <sup>3</sup>	1.650 gr/cm <sup>3</sup>	1.650 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.650 gr/cm <sup>3</sup>	

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	5944 gr	5944 gr	5944 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2068 cm <sup>3</sup>	2068 cm <sup>3</sup>	2068 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9681.00 gr	9672.00 gr	9689.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3737.00 gr	3728.00 gr	3745.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.807 gr/cm <sup>3</sup>	1.803 gr/cm <sup>3</sup>	1.811 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.807 gr/cm <sup>3</sup>	

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

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

*[Firma]*  
Ing. Arnaldo Yana Torres  
C.P. 103257

LABORATORIO M.S.C.A. INVESTIGACIÓN



TUNIVERSIDAD 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 EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE :** BACHILLER DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI

**CANTERA :** UNOCOLLA

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

**FECHA :** 22 DE ENERO DEL 2024

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

	7970 gr	7970 gr	7970 gr
PESO DEL MOLDE	7970 gr	7970 gr	7970 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3153 cm <sup>3</sup>	3153 cm <sup>3</sup>	3153 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12877.00 gr	12871.00 gr	12870.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4907.00 gr	4901.00 gr	4900.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.556 gr/cm <sup>3</sup>	1.554 gr/cm <sup>3</sup>	1.554 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.555 gr/cm <sup>3</sup>	

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

	7970 gr	7970 gr	7970 gr
PESO DEL MOLDE	7970 gr	7970 gr	7970 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3153 cm <sup>3</sup>	3153 cm <sup>3</sup>	3153 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13291.00 gr	13290.00 gr	13292.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5321.00 gr	5320.00 gr	5322.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.688 gr/cm <sup>3</sup>	1.687 gr/cm <sup>3</sup>	1.688 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.688 gr/cm <sup>3</sup>	

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 E.I.C.P. - CAR. INGENIERÍA CIVIL  
 Mgr. Annelisa Yana Torres  
 NIP: 403257



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



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : BACHILLER DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI

**CANTERA** : UNOCOLLA

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

**FECHA** : 22 DE ENERO DEL 2024

### MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	363.17
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	350.72
PESO DEL TARRO (gr.)	39.24
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	323.93
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	311.48
PESO DEL AGUA (gr.)	12.45
% HUMEDAD	4.00

### MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	577.35
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	564.93
PESO DEL TARRO (gr.)	40.23
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	537.12
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	524.70
PESO DEL AGUA (gr.)	12.42
% HUMEDAD	2.37

**OBSERVACIONES:**

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 JEFATURA  
 Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP: 103257



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



## DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.²

**PROYECTO** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : BACHILLER DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI

**CANTERA** : UNOCOLLA

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

**FECHA** : 22 DE ENERO 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 Kg./cm.² a los 28 días  
entonces la resistencia promedio F'cr = 294 Kg./cm.²

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

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

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

### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.32	2.86
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1688	1807
P.U. Suelto	1555	1650
% de Absorción	2.55	3.80
% de Humedad Natural	2.37	4.00
Modulo de Fineza	-	2.46

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal 3/4" (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m3
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0 %
5. Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.56
6. De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:  
 $(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 366 \text{ Kg/m}^3$

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 M.S.C.A.  
 Ing. Arnaldo Lara Torres  
 CIP. 103257



7. De acuerdo al módulo de finiza del agregado fino = 2.46 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1688 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de **0.654** m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto.

Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.654) \cdot (1688) = 1104 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= (366) / (2.85 \cdot 1000) = 0.128 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= (1104) / (2.32 \cdot 1000) = 0.475 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volúmen sub-total} &= 0.829 \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.829) = 0.171 \text{ m}^3$$

$$(0.171) \cdot (2.86) \cdot 1000 = 490 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (1104) \cdot (1.0236707) = 1130 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (490) \cdot (1.0400) = 509 \text{ Kg.}$$

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:

$$205 - 1104 \left( \frac{2.37 - 2.55}{100} \right) - 490 \left( \frac{4.00 - 3.80}{100} \right) = 206$$

### 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	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	206	0.56
Agreg. Grueso	1104	3.02	1130	3.09
Agreg. Fino	490	1.34	509	1.39
Aire	2.0 %		2.0 %	

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

### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	59.12 Kg.
Agregado grueso húmedo	131.17 Kg.
Agua efectiva	23.92 Kg.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL

Alger Arraigo Yana Torres  
CIP 103257



### DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

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

- 1.0 Bolsa de Cemento:** Redondeo
- 1.27 p<sup>3</sup> de Arena      1.3 p<sup>3</sup> de Arena
  - 2.98 p<sup>3</sup> de Piedra Chancada      3.0 p<sup>3</sup> de Piedra Chancada
  - 24 Lt de Agua      24 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 debiera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

### OBSERVACIONES:

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


 UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CERON CABRERIA  
 FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL  
 M.Sc. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 703257



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 COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE:** BACHILLER DUBLAS ATAULLUCO CHECAHURI

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

**FECHA:** 22 DE ENERO DEL 2024

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	28002	15.01	176.95	158.25	210	22/01/2024	30/01/2024	7	75.36
2	MST-02	27873	14.98	176.24	158.15	210	22/01/2024	30/01/2024	7	75.31
3	MST-03	28009	15.01	176.95	158.29	210	22/01/2024	30/01/2024	7	75.38
4	MST-04	27904	14.98	176.24	158.33	210	22/01/2024	30/01/2024	7	75.39
5	MST-05	28005	15.01	176.95	158.26	210	22/01/2024	30/01/2024	7	75.36

Promedio De Esf. Rotura 158.26

75.36

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	31185	14.98	176.24	176.94	210	22/01/2024	06/02/2024	14	84.26
2	MST-07	31211	15.01	176.95	176.38	210	22/01/2024	06/02/2024	14	83.99
3	MST-08	31264	14.98	176.24	177.39	210	22/01/2024	06/02/2024	14	84.47
4	MST-09	31285	14.98	176.24	177.51	210	22/01/2024	06/02/2024	14	84.53
5	MST-10	31243	14.98	176.24	177.27	210	22/01/2024	06/02/2024	14	84.42

Promedio De Esf. Rotura 177.10

84.33

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	38404	15.01	176.95	217.03	210	22/01/2024	20/02/2024	28	103.35
2	MST-12	38401	15.01	176.95	217.02	210	22/01/2024	20/02/2024	28	103.34
3	MST-13	38403	15.01	176.95	217.03	210	22/01/2024	20/02/2024	28	103.35
4	MST-14	38307	14.98	176.24	217.35	210	22/01/2024	20/02/2024	28	103.50
5	MST-15	38310	14.98	176.24	217.37	210	22/01/2024	20/02/2024	28	103.51

Promedio De Esf. Rotura 217.16

103.41

**OBSERVACIONES:**

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

*Algin Arnaldo Yana Torres*  
CIP 103257

LABORATORIO M.S.C.A. JULIACA

BIE: B006-00280165



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 COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : BACHILLER DUBLAS ATAULLUCO CHEGAHUIRI

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

**FECHA** : 22 DE ENERO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 3% DE ZEOLITAS NATURALES

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	MST-01	29497	15.01	176.95	166.70	210	22/01/2024	30/01/2024	7	79.38
2	MST-02	29460	15.01	176.95	166.49	210	22/01/2024	30/01/2024	7	79.28
3	MST-03	29441	14.98	176.24	167.05	210	22/01/2024	30/01/2024	7	79.55
4	MST-04	29453	14.98	176.24	167.12	210	22/01/2024	30/01/2024	7	79.58
5	MST-05	29446	15.01	176.95	166.41	210	22/01/2024	30/01/2024	7	79.24
Promedio De Esf. Rotura					166.75					79.41

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	MST-06	33757	15.01	176.95	190.77	210	22/01/2024	06/02/2024	14	90.84
2	MST-07	33763	15.01	176.95	190.81	210	22/01/2024	06/02/2024	14	90.86
3	MST-08	33789	15.01	176.95	190.95	210	22/01/2024	06/02/2024	14	90.93
4	MST-09	33770	15.01	176.95	190.84	210	22/01/2024	06/02/2024	14	90.88
5	MST-10	33781	15.01	176.95	190.91	210	22/01/2024	06/02/2024	14	90.91
Promedio De Esf. Rotura					190.86					90.88

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	MST-11	40663	15.01	176.95	229.80	210	22/01/2024	20/02/2024	28	109.43
2	MST-12	40641	14.98	176.24	230.60	210	22/01/2024	20/02/2024	28	109.81
3	MST-13	40665	15.01	176.95	229.81	210	22/01/2024	20/02/2024	28	109.43
4	MST-14	40657	15.01	176.95	229.77	210	22/01/2024	20/02/2024	28	109.41
5	MST-15	40670	15.01	176.95	229.84	210	22/01/2024	20/02/2024	28	109.45
Promedio De Esf. Rotura					229.96					109.51

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



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA** : INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : BACHILLER DUBLAS ATAUULLUCO CHECAHUIRI  
**LUGAR** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA** : 22 DE ENERO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 6% DE ZEOLITAS NATURALES

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-01	31097	15.01	176.95	175.74	210	22/01/2024	30/01/2024	7	83.69
2	MST-02	31060	15.01	176.95	175.53	210	22/01/2024	30/01/2024	7	83.59
3	MST-03	31041	14.98	176.24	176.13	210	22/01/2024	30/01/2024	7	83.87
4	MST-04	31053	14.98	176.24	176.19	210	22/01/2024	30/01/2024	7	83.90
5	MST-05	31062	15.01	176.95	175.54	210	22/01/2024	30/01/2024	7	83.59
Promedio De Esf. Rotura					175.83					83.73

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-06	35230	15.01	176.95	199.10	210	22/01/2024	06/02/2024	14	94.81
2	MST-07	35244	15.01	176.95	199.17	210	22/01/2024	06/02/2024	14	94.85
3	MST-08	35262	15.01	176.95	199.28	210	22/01/2024	06/02/2024	14	94.89
4	MST-09	35243	15.01	176.95	199.17	210	22/01/2024	06/02/2024	14	94.84
5	MST-10	35240	15.01	176.95	199.15	210	22/01/2024	06/02/2024	14	94.83
Promedio De Esf. Rotura					199.17					94.84

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-11	42010	15.01	176.95	237.41	210	22/01/2024	20/02/2024	28	113.05
2	MST-12	42079	14.98	176.24	238.75	210	22/01/2024	20/02/2024	28	113.69
3	MST-13	42005	15.01	176.95	237.38	210	22/01/2024	20/02/2024	28	113.04
4	MST-14	42067	15.01	176.95	237.73	210	22/01/2024	20/02/2024	28	113.21
5	MST-15	42003	15.01	176.95	237.37	210	22/01/2024	20/02/2024	28	113.03
					237.73					113.21

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

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

LABORATORIO M.S.C.A. INVESTIGACIÓN  
JULIACA

Vgtr. *Arnaldo Yana Torres*  
CIP 103257



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



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE:** BACHILLER DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI

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

**FECHA:** 22 DE ENERO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 9% DE ZEOLITAS NATURALES

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	28904	15.01	176.95	163.35	210	22/01/2024	30/01/2024	7	77.78
2	MST-02	28907	15.01	176.95	163.36	210	22/01/2024	30/01/2024	7	77.79
3	MST-03	28900	14.98	176.24	163.98	210	22/01/2024	30/01/2024	7	78.08
4	MST-04	28902	14.98	176.24	163.99	210	22/01/2024	30/01/2024	7	78.09
5	MST-05	28908	15.01	176.95	163.37	210	22/01/2024	30/01/2024	7	77.79
Promedio De Esf. Rotura					163.61					77.91

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	32909	15.01	176.95	185.98	210	22/01/2024	06/02/2024	14	88.56
2	MST-07	32907	15.01	176.95	185.97	210	22/01/2024	06/02/2024	14	88.56
3	MST-08	32905	15.01	176.95	185.96	210	22/01/2024	06/02/2024	14	88.55
4	MST-09	32908	15.01	176.95	185.97	210	22/01/2024	06/02/2024	14	88.56
5	MST-10	32901	15.01	176.95	185.93	210	22/01/2024	06/02/2024	14	88.54
Promedio De Esf. Rotura					185.96					88.55

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	39987	15.01	176.95	225.98	210	22/01/2024	20/02/2024	28	107.61
2	MST-12	39938	14.98	176.24	226.61	210	22/01/2024	20/02/2024	28	107.91
3	MST-13	39957	15.01	176.95	225.81	210	22/01/2024	20/02/2024	28	107.53
4	MST-14	39971	15.01	176.95	225.89	210	22/01/2024	20/02/2024	28	107.57
5	MST-15	39974	15.01	176.95	225.91	210	22/01/2024	20/02/2024	28	107.57
					226.04					107.64

**OBSERVACIONES:**

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. ASFALTOS  
 Juliaca - Perú  
 Mgr. Anaido Yano 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 COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA:** INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE:** BACHILLER DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA:** 22 DE ENERO DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 12% DE ZEOLITAS NATURALES

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	27832	15.01	176.95	157.29	210	22/01/2024	30/01/2024	7	74.90
2	MST-02	27821	15.01	176.95	157.23	210	22/01/2024	30/01/2024	7	74.87
3	MST-03	27817	15.01	176.95	157.20	210	22/01/2024	30/01/2024	7	74.86
4	MST-04	27838	15.01	176.95	157.32	210	22/01/2024	30/01/2024	7	74.91
5	MST-05	27809	15.01	176.95	157.16	210	22/01/2024	30/01/2024	7	74.84
Promedio De Esf. Rotura					157.24					74.88

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	30710	15.01	176.95	173.55	210	22/01/2024	06/02/2024	14	82.64
2	MST-07	30714	15.01	176.95	173.57	210	22/01/2024	06/02/2024	14	82.65
3	MST-08	30702	15.01	176.95	173.51	210	22/01/2024	06/02/2024	14	82.62
4	MST-09	30733	14.98	176.24	174.38	210	22/01/2024	06/02/2024	14	83.04
5	MST-10	30734	15.01	176.95	173.69	210	22/01/2024	06/02/2024	14	82.71
Promedio De Esf. Rotura					173.74					82.73

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	37910	15.01	176.95	214.24	210	22/01/2024	20/02/2024	28	102.02
2	MST-12	37839	15.01	176.95	213.84	210	22/01/2024	20/02/2024	28	101.83
3	MST-13	37705	15.01	176.95	213.08	210	22/01/2024	20/02/2024	28	101.47
4	MST-14	37807	14.98	176.24	214.52	210	22/01/2024	20/02/2024	28	102.15
5	MST-15	37883	15.01	176.95	214.09	210	22/01/2024	20/02/2024	28	101.95
Promedio De Esf. Rotura					213.95					101.88

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



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

Miguel Arnaldo Yana Torres  
CIP: 103267

## Anexo 3. Fotografías



*Fotografía 1. Contenido de humedad*



*Fotografía 2. Análisis granulométrico*



*Fotografía 3. Tamizaje del agregado fino y grueso*



*Fotografía 4. Peso unitario suelto y varillado del agregado*



*Fotografía 5. Curado de briquetas*



*Fotografía 6. Rotura de briquetas*



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 18-09-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: DUBLAS ATAULLUCO CHECAHUIRI

Dirección: C. POBLADO PUERTO MANOA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 47515268

Teléfono: 926 063 540 email: dubataulluco.02@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: Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: INCIDENCIA DEL EMPLEO DE ZEOLITAS NATURALES SOBRE

LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Palabras claves, (3 a 5 términos): ZEOLITA NATURAL, CONCRETO, RESISTENCIA A 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 LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

18-09-2024

Fecha