



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULARAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO  
HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES,  
MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA  
PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI**

**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 EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO**  
**HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES,**  
**MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA**  
**PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

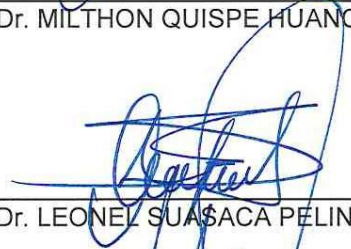
TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI**


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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE** :   
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**PRIMER MIEMBRO** :   
Dr. LEONEL SUAÑACA PELINCO

**SEGUNDO MIEMBRO** :   
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**ASESOR DE TESIS** :   
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



**UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 476-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 14 de octubre de 2024

**VISTOS:**

El **INFORME N° 104-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°274-2024 de fecha 25 de junio de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

**CONSIDERANDO:**

Que, el Bachiller: **VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- \* **Presidente** : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- \* **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- \* **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**
- \* **Asesor** : **Dr. ARNALDO YANA TORRES**

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.** - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : miércoles 16 de octubre de 2024
- \* **HORA** : 09:00
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

**ARTICULO SEGUNDO.** - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

  
Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP/95531



**UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 274-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 25 de junio de 2024

**VISTOS:**

El **INFORME N° 107-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 073-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 634-2022-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **15 de julio de 2022** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **04 de junio de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniería Civil, con el tema titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- \* **Presidente** : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- \* **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- \* **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 255-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

**Estando**, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.- APROBAR**, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI**, para optar el Título Profesional de Ingeniería Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

**ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER**, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.**

**ARTICULO TERCERO.-** La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

cc.  
archivo 2024  
interesado (a)



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 Cs. PURAS

Dr. EFRAIN MARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 96531



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 344-2023-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 02 de junio de 2023

**VISTOS.-**

El **OFICIO N° 079-2023-D-EPIC-UANCV-J**, del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** y el proveído del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, sobre el pedido de cambio de miembro (s) del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación**, del Bachiller: **VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, y;

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI** ha solicitado cambio del **presidente** de la terna del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación**, titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** aprobado con la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 634-2022-D-FICP-UANCV** de fecha 15 de julio de 2022; conформado por los siguientes Docentes:

- ❖ **Presidente** : **Dr. ALFREDO TEOFILO ZEGARRA BUTRON**
- ❖ **1er. Miembro** : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- ❖ **2do. Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**

Qué; el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** ha tomado conocimiento que él, **presidente** no tiene vínculo laboral en la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, por lo que ha determinado proceder con el sorteo para el cambio de la terna de la sub comisión de evaluación del **Proyecto de Investigación**, conforme lo establece el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

Estando, a los documentos de **VISTOS**, mediante el cual informa la designación de la nueva terna de la sub comisión de evaluación; el mismo que deberá actuar según el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**Estando**, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del Comité de Investigación de la escuela profesional de Ingeniería Civil, en concordancia al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.** - **APROBAR**, el cambio del **presidente** de la Terna del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación** presentado por el bachiller: **VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI**, titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el título profesional de **Ingeniero Civil** quedando la conformación del sub comité de evaluación de la siguiente forma:

- ❖ **Presidente** : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- ❖ **1er. Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- ❖ **2do. Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

**ARTICULO SEGUNDO.** - **Disponer** a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, borrador de trabajo de investigación o sustentación del trabajo de investigación, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

**ARTICULO TERCERO.** - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el responsable de investigación y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese

CC.  
Archivo 2023  
Interesado (s)

  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS  
  
Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS  
  
Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 95531



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 634-2022-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 15 de julio de 2022

**VISTOS:**

El **INFORME N° 0210-2022-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 054-2022-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 09-2022-UANCV-FICP-UI-CI-EPIC** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **21 de junio de 2022**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el tema titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS 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 de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- \* **Presidente** : **Dr. ALFREDO TEÓFILO ZEGARRA BUTRÓN**
- \* **1er Miembro** : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- \* **2do Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, correspondiente a la línea de investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

**Estando**, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.**

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

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



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

Mgtr. HERNAN ARTURO PINTO COAQUIRA  
**SECRETARIO ACADÉMICO**  
CIP. 86937

cc.  
archivo 2022  
interesado (a)  
/nyq



## INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

### INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

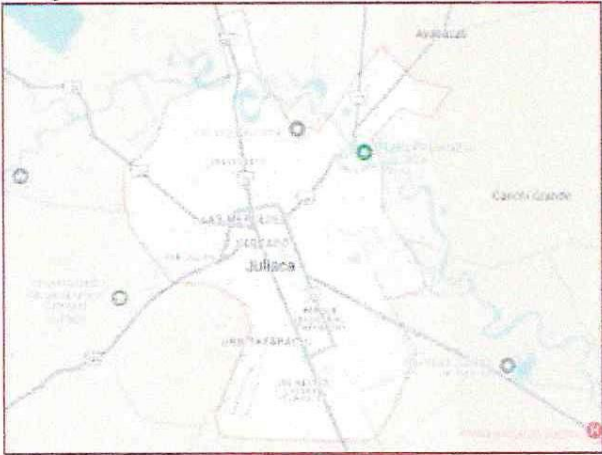
1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	11%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%



Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Victor Raul Mamani Chambi
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70112842
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0008-5971-8603">https://orcid.org/0009-0008-5971-8603</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6740-5024">https://orcid.org/0000-0002-6740-5024</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	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Franz Joseph Barahona Perales
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02442876
<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/PAEvstH2rCu8SneP6">https://maps.app.goo.gl/PAEvstH2rCu8SneP6</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2022 - Octubre 2024
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p><b>Ingeniería Civil</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a>  <b>Ingeniería de 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>

UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLEROS CASARETO VILLASQUEZ  
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS  
 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO  
 JULIACA - PUNO

*(Firma)*  
 Dr. Efraim Parillo Sosa  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI, identificado con DNI  
Nro. 70112842, 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 EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO

ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN

DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

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 25 de noviembre del 2024

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)

Huella



## DEDICATORIA

A mis queridos padres. Este logro académico es un reflejo del incansable esfuerzo que han invertido para brindarme una educación sólida. Cada sacrificio que han hecho, cada día de trabajo duro y cada decisión que tomaron en mi nombre son el fundamento de mi éxito. Su dedicación y compromiso con mi educación son un regalo que valoro más allá de las palabras. Esta tesis es un testimonio de su sacrificio y amor, y me llena de orgullo honrarlos de esta manera. Gracias por ser los faros en mi vida, por iluminar el camino hacia el conocimiento y por inculcarme la importancia del trabajo duro y la educación. Los amo profundamente.



## AGRADECIMIENTO

Primeramente, a nuestro creador porque con cada nuevo día me concedes nuevas bondades y misericordias. Tu fidelidad no tiene fin gracias padre DIOS.

Y mi más profundo agradecimiento a mi asesor Mgtr. Arnaldo Yana Torres, cuya orientación y sabiduría han sido invaluableles en cada etapa de este proyecto. Sus valiosos consejos y paciencia han sido fundamentales para mi crecimiento académico.

Agradezco a mi UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ por brindarme la educación y las oportunidades que han moldeado mi futuro. Cada día en este campus ha sido una experiencia enriquecedora. Mi tiempo aquí ha sido un viaje de crecimiento y aprendizaje que siempre valoraré.



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación de la investigación.....	4
1.4.1 Justificación técnica.....	4
1.4.2 Justificación económica.....	4
1.4.3 Justificación social.....	5
1.4.4 Justificación ambiental.....	5
1.5 Hipótesis de la investigación.....	6
1.5.1 Hipótesis general.....	6
1.5.2 Hipótesis específicas.....	6
1.6 Variables e indicadores.....	6
1.6.1 Variable independiente.....	6
1.6.2 Variable dependiente.....	6
1.7 Operacionalización de variables.....	7



### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación .....	8
2.1.1	Antecedentes internacionales .....	8
2.1.2	Antecedente nacional.....	10
2.1.3	Antecedente de ámbito local .....	12
2.2	Bases teóricas .....	14
2.2.1	Concreto hidráulico .....	14
2.2.1.1	Definición y composición del concreto hidráulico .....	15
2.2.1.2	Propiedades del concreto hidráulico .....	16
2.2.1.3	Usos y aplicaciones del concreto hidráulico .....	17
2.2.2	Agregados artificiales .....	19
2.2.2.1	Definición de agregados artificiales .....	20
2.2.2.2	Tipos de agregados artificiales .....	21
2.2.2.3	Propiedades de los agregados artificiales.....	23
2.2.2.4	Ventajas y desventajas de los agregados artificiales en el concreto.....	24
2.2.3	Aditivos en el concreto.....	26
2.2.3.1	Tipos de aditivos para concreto.....	28
2.2.3.2	Funciones de los aditivos en el concreto.....	29
2.2.3.3	Efecto de los aditivos en las propiedades mecánicas del concreto .....	31
2.2.4	Propiedades mecánicas del concreto.....	33
2.2.5	Influencia de los agregados artificiales en el concreto .....	34
2.2.5.1	Estudios previos sobre agregados artificiales .....	36
2.2.5.2	Comparación entre agregados naturales y artificiales .....	38
2.2.5.3	Impacto en la resistencia mecánica.....	39
2.2.6	Impacto de la adición de aditivos .....	41
2.2.6.1	Mejora en la resistencia a la compresión .....	43
2.2.6.2	Aumento de la durabilidad .....	44
2.2.6.3	Modificación de la trabajabilidad del concreto.....	46
2.3	Marco conceptual.....	47
2.3.1	Aditivo .....	47
2.3.2	Acelerante de fragua .....	47
2.3.3	Agregado artificial .....	48
2.3.4	Concreto hidráulico .....	48
2.3.5	Resistencia a compresión.....	48
2.3.6	Resistencia a tracción .....	48



2.3.7. Superplastificante ..... 49

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación..... 50
3.2 Método de la investigación..... 51
3.3 Nivel y tipo de la investigación ..... 51
3.3.1 Nivel de la investigación .....51
3.3.2 Tipo de la investigación .....51
3.4 Población y muestra de la investigación..... 52
3.4.1 Población.....52
3.4.2 Muestra.....53
3.5 Técnicas e instrumentos ..... 55
3.5.1 Técnicas .....55
3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación .....56
3.6 Validación y confiabilidad del instrumento ..... 56
3.6.1 Validación de los instrumentos .....56
3.6.2 Confiabilidad de instrumentos .....57
3.7 Plan de recolección y procesamiento de datos ..... 58
3.7.1 Procedimiento del desarrollo de plan de investigación .....58
3.7.2 Etapa de campo .....61
3.7.3 Etapa de laboratorio .....62
3.7.4 Etapa de gabinete.....71

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados alcanzados a través de los estudios ..... 73
4.1.1 Proporciones según diseño de mezcla de todos los materiales .....74
4.1.2 Resistencia a la compresión de las muestras patrón + ASP y +AAF .....80
4.1.3 Resistencia a la tracción de las muestras elaboradas + ASP y AAF ..... 101
CONCLUSIONES..... 124
RECOMENDACIONES..... 125
REFERENCIAS ..... 126
ANEXOS ..... 130



### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables .....	7
<b>Tabla 2</b> Cantidad de muestras que se usaran para la resistencia a compresión.....	54
<b>Tabla 3</b> Cantidad de muestras elaboradas para la resistencia a tracción .....	55
<b>Tabla 4</b> Humedad contenida en las muestras.....	74
<b>Tabla 5</b> Resumen de resultados sobre el peso específico y la cantidad de absorción ...	74
<b>Tabla 6</b> Peso por unidad del agregado en condición no consolidado (suelto).....	75
<b>Tabla 7</b> Valores concernientes a los pesos unitarios (compactada).....	75
<b>Tabla 8</b> Resumen de las características de los agregados .....	77
<b>Tabla 9</b> Cantidad de materiales para la elaboración de un concreto.....	78
<b>Tabla 10</b> Dosificación del concreto hidráulico + los aditivos .....	79
<b>Tabla 11</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón, día 3.....	81
<b>Tabla 12</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 0.6%, día 3 .....	82
<b>Tabla 13</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 1.2%, día 3 .....	83
<b>Tabla 14</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 1.5%, día 3 .....	84
<b>Tabla 15</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 2.5%, día 3 .....	85
<b>Tabla 16</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón, día 7.....	86
<b>Tabla 17</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 0.6%, día 7 .....	87
<b>Tabla 18</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 1.2%, día 7 .....	88
<b>Tabla 19</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 1.5%, día 7 .....	89
<b>Tabla 20</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 2.5%, día 7 .....	90
<b>Tabla 21</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón, día 14.....	91
<b>Tabla 22</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 0.6%, día 14 .....	92



<b>Tabla 23</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 1.2%, día 14 .....	93
<b>Tabla 24</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 1.5%, día 14 .....	94
<b>Tabla 25</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 2.5%, día 14 .....	95
<b>Tabla 26</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón, día 28.....	96
<b>Tabla 27</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 0.6%, día 28 .....	97
<b>Tabla 28</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 1.2%, día 28 .....	98
<b>Tabla 29</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 1.5%, día 28 .....	99
<b>Tabla 30</b> Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 2.5%, día 28 .....	100
<b>Tabla 31</b> Resistencia a tracción de muestras patrón, día 3.....	102
<b>Tabla 32</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 0.6%, día 3 .....	103
<b>Tabla 33</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 1.2%, día 3 .....	104
<b>Tabla 34</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 1.5%, día 3 .....	105
<b>Tabla 35</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 2.5%, día 3 .....	106
<b>Tabla 36</b> Resistencia a tracción de muestras patrón, día 7.....	107
<b>Tabla 37</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 0.6%, día 7 .....	108
<b>Tabla 38</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 1.2%, día 7 .....	109
<b>Tabla 39</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 1.5%, día 7 .....	110
<b>Tabla 40</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 2.5%, día 7 .....	111
<b>Tabla 41</b> Resistencia a tracción de muestras patrón, día 14.....	112



<b>Tabla 42</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 0.6%, día 14 .....	113
<b>Tabla 43</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 1.2%, día 14 .....	114
<b>Tabla 44</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 1.5%, día 14 .....	115
<b>Tabla 45</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 2.5%, día 14 .....	116
<b>Tabla 46</b> Resistencia a tracción de muestras patrón, día 28.....	117
<b>Tabla 47</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 0.6%, día 28 .....	118
<b>Tabla 48</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 1.2%, día 28 .....	119
<b>Tabla 49</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 1.5%, día 28 .....	120
<b>Tabla 50</b> Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 2.5%, día 28 .....	121
<b>Tabla 51</b> Resumen de las resiliencias a tracción a los 28 días .....	122
<b>Tabla 52</b> Resiliencias a la compresión alcanzadas en comparación con su diseño en % .....	123



## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** Mapa ubicación del distrito de Cabanillas ..... 53

**Figura 2** Aditivo superplastificante..... 59

**Figura 3** Aditivo acelerante de fragua..... 60

**Figura 4** Curvas de los valores obtenidos (gruesos)..... 76

**Figura 5** Curvas de los valores obtenidos (finos)..... 77

**Figura 6** Proporciones del diseño de mezcla..... 79

**Figura 7** Cantidades exactas de la dosificación de los aditivos ..... 80

**Figura 8** Correspondencia grafica de las resiliencias a los 3 días ..... 81

**Figura 9** Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 0.6% a los 3 días ..... 82

**Figura 10** Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 1.2% a los 3 días ..... 83

**Figura 11** Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 1.5% a los 3 días ..... 84

**Figura 12** Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 2.5% a los 3 días ..... 85

**Figura 13** Correspondencia grafica de las resiliencias a los 7 días ..... 86

**Figura 14** Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 0.6% a los 7 días ..... 87

**Figura 15** Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 1.2% a los 7 días ..... 88

**Figura 16** Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 1.5% a los 7 días ..... 89

**Figura 17** Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 2.5% a los 7 días ..... 90

**Figura 18** Correspondencia grafica de las resiliencias a los 14 días ..... 91

**Figura 19** Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 0.6% a los 14 días ..... 92

**Figura 20** Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 1.2% a los 14 días ..... 93



<b>Figura 21</b> Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 1.5% a los 14 días .....	94
<b>Figura 22</b> Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 2.5% a los 14 días .....	95
<b>Figura 23</b> Correspondencia grafica de las resiliencias a los 28 días .....	96
<b>Figura 24</b> Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 0.6% a los 28 días .....	97
<b>Figura 25</b> Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 1.2% a los 28 días .....	98
<b>Figura 26</b> Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 1.5% a los 28 días .....	99
<b>Figura 27</b> Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 2.5% a los 28 días .....	100
<b>Figura 28</b> Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos patrón a los 3 días. 102	
<b>Figura 29</b> Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo superplastificante 0.6% a los 3 días.....	103
<b>Figura 30</b> Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo superplastificante 1.2% a los 3 días.....	104
<b>Figura 31</b> Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua 1.5% a los 3 días .....	105
<b>Figura 32</b> Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua 2.5% a los 3 días .....	106
<b>Figura 33</b> Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos patrón a los 7 días. 107	
<b>Figura 34</b> Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo superplastificante 0.6% a los 7 días.....	108
<b>Figura 35</b> Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo superplastificante 1.2% a los 7 días.....	109
<b>Figura 36</b> Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua 1.5% a los 7 días .....	110
<b>Figura 37</b> Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua 2.5% a los 7 días .....	111
<b>Figura 38</b> Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos patrón a los 14 días	112
<b>Figura 39</b> Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo superplastificante 0.6% a los 14 días.....	113



**Figura 40** Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo  
superplastificante 1.2% a los 14 días..... 114

**Figura 41** Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua  
1.5% a los 14 días ..... 115

**Figura 42** Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua  
2.5% a los 14 días ..... 116

**Figura 43** Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos patrón a los 28 días117

**Figura 44** Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo  
superplastificante 0.6% a los 28 días..... 118

**Figura 45** Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo  
superplastificante 1.2% a los 28 días..... 119

**Figura 46** Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua  
1.5% a los 28 días ..... 120

**Figura 47** Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua  
2.5% a los 28 días ..... 121

**Figura 48** Correspondencia de resiliencias a flexión -28 días..... 122

**Figura 49** Comparativa de resiliencias a la flexión alcanzadas en %..... 123



## RESUMEN

La presente investigación titulada "incidencia en la propiedad mecánica del concreto hidráulico elaborado con agregados artificiales mediante la adición de aditivos en la provincia de San Román", El costo de la realización del estudio es algo necesario para contribuir a la generación de nuevos conocimientos. La metodología presenta un tipo aplicado, enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y explicativo, diseño experimental y método científico de estudio; La adición de componentes adicionales, como lo son el aditivo superplastificante (0.6% y 1.2%) y aditivo acelerante de fragua (1.5% y 2.5%), Las proporciones del concreto convencional son de 1,0.55,2.5 y 1.91 estos valores responden a los ítems de cemento, agua, agregado grueso y fino respectivamente para cada caso, los valores para los aditivos son de 2.24kg/m<sup>3</sup> y 4.48kg/m<sup>3</sup> para el aditivo superplastificante con 0.6% y 1.2% respectivamente y finalmente 5.60kg/m<sup>3</sup> y 9.33kg/m<sup>3</sup> para el aditivo acelerante de fragua en 1.5% y 2.5%; El uso de un aditivo superplastificante sobre un concreto hidráulico tuvo resultados sobresalientes en este caso, la incorporación de 1.2% sobre la muestra alcanzo una resistencia de 243.65kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la adición de un aditivo acelerante de fragua alcanzo resistencia altas durante sus primeros días finalmente se consolido con una resistencia de 239.45kg/cm<sup>2</sup> con una proporción de aditivo de 2.5%, Al incorporar aditivos superplastificante en 2.5% sobre la muestra patrón el concreto logra superar su diseño de mezcla y los estándares que se tienen para el mismo alcanzado una resistencia a la tracción de 21.928kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la incorporación del aditivo acelerante de fragua en 2.5% alcanzo valores altos en sus primeros días de curado y finalmente logrando una resistencia a la tracción en el día número 28 de 21.928kg/cm<sup>2</sup>.

**Palabras Clave:** Superplastificante, Compresión, Tracción, Acelerante de fragua.



## ABSTRACT

The present research titled "incidence on the mechanical property of hydraulic concrete made with artificial aggregates through the addition of additives in the province of San Román", The cost of carrying out the study is necessary to contribute to the generation of new knowledge. The methodology presents an applied type, quantitative approach, descriptive and explanatory level, experimental design and scientific study method; The addition of additional components, such as the superplasticizer additive (0.6% and 1.2%) and setting accelerator additive (1.5% and 2.5%), The proportions of conventional concrete are 1,0.55,2.5 and 1.91, these values respond to the items of cement, water, coarse and fine aggregate respectively for each case, the values for the additives are 2.24kg/m<sup>3</sup> and 4.48kg/m<sup>3</sup> for the superplasticizer additive with 0.6% and 1.2% respectively and finally 5.60kg/m<sup>3</sup> and 9.33kg/m<sup>3</sup> for the setting accelerator additive in 1.5% and 2.5%; The use of a superplasticizing additive on a hydraulic concrete had outstanding results in this case, the incorporation of 1.2% on the sample achieved a resistance of 243.65kg/cm<sup>2</sup>, while the addition of a setting accelerator additive achieved high resistance during its first days it was finally consolidated with a resistance of 239.45kg/cm<sup>2</sup> with an additive proportion of 2.5%. By incorporating superplasticizer additives at 2.5% on the standard sample, the concrete manages to exceed its mix design and the standards that are achieved for it. a tensile strength of 21,928kg/cm<sup>2</sup>, while the incorporation of the setting accelerator additive at 2.5% reached high values in its first days of curing and finally achieving a tensile strength on day number 28 of 21,928kg/cm<sup>2</sup>.

**Keywords:** Superplasticizer, Compression, Traction, Setting accelerator.



## INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción ha experimentado un importante crecimiento en las últimas décadas, especialmente en zonas emergentes como la provincia de San Román. El crecimiento del sector de la construcción impulsa la innovación en materiales de construcción, incluido el uso generalizado de hormigón hidráulico en diversos proyectos de infraestructura. Las propiedades mecánicas del hormigón son cruciales para evaluar su calidad, ya que determinan su capacidad para soportar diferentes condiciones climáticas y cargas de trabajo preservando su durabilidad y resistencia.

El uso de agregados sintéticos en la producción de concreto proporciona un método avanzado para abordar los problemas de sostenibilidad y el suministro limitado de recursos naturales. Sin embargo, para utilizar eficazmente estos componentes, es fundamental comprender cómo la inclusión de diversos aditivos podría afectar las propiedades mecánicas del hormigón. Los aditivos poseen la capacidad de modificar características como la manipulabilidad, el tiempo de solidificación y, en particular, la integridad estructural de una sustancia. Estas características son esenciales para garantizar tanto la seguridad como la eficacia estructural.

Este estudio tiene como objetivo examinar la influencia de los aditivos en las características mecánicas del hormigón hidráulico elaborado con áridos sintéticos en la zona de San Román. Nuestro estudio tiene como objetivo determinar la combinación y concentración óptima de aditivos para mejorar la resistencia y durabilidad del hormigón mediante métodos experimentales. Esta investigación no sólo proporciona una base sólida para la incorporación de materiales alternativos en la construcción, sino que también dinamiza la economía local y fomenta la sostenibilidad medioambiental.



El principal objetivo de este estudio es evaluar la influencia directa de diversos aditivos en la mejora de las características mecánicas del hormigón hidráulico. El objetivo de este estudio es presentar una solución pragmática y eficiente para el sector de la construcción en San Román. Esta investigación tiene el potencial no solo de impactar la economía local sino también de establecer un punto de referencia para futuras investigaciones y aplicaciones de tecnología similar en otras disciplinas.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel mundial, el sector de la construcción se enfrenta constantemente a la tarea de mejorar la eficacia y la viabilidad ecológica del hormigón, una sustancia crucial en todas las iniciativas de ingeniería civil. El uso mundial de agregados sintéticos y la inclusión de compuestos químicos en el concreto es un fenómeno común. Estas mejoras mejoran las características físicas del hormigón y abordan problemas medioambientales al reducir la necesidad de extraer recursos naturales y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Investigaciones realizadas por organizaciones y estándares internacionales de renombre, como el American Concrete Institute (ACI) y el British Standard (BS), han demostrado que la resistencia y durabilidad del concreto se pueden mejorar en gran medida incorporando diferentes aditivos, como cenizas volantes y explosivos. escoria de horno. Esto promueve el avance de construcciones más fuertes y amigables con el medio ambiente. (Garfield, 2024)

Debido a la actividad sísmica regular del Perú, el sector de la construcción depende en gran medida del uso extensivo de concreto. Esto se debe a que el hormigón ofrece una



resistencia y flexibilidad excepcionales a las estructuras. En todo el país existe una creciente aceptación de la incorporación de aditivos y agregados sintéticos al concreto, ya que tienen la capacidad de mejorar la calidad del material y disminuir los costos. Las Normas Técnicas Peruanas establecen requisitos rigurosos para garantizar la calidad y seguridad de los proyectos de construcción. Sin embargo, a pesar de los importantes avances y esfuerzos regulatorios, la incorporación de tecnologías y materiales innovadores a menudo puede enfrentar retrasos, lo que plantea dificultades para implementar de manera eficiente mejoras técnicas ventajosas en los protocolos y regulaciones de la industria. (Alvarado Gilvonio, 2019a)

La ubicación de San Román en Puno es reconocida por su terreno distintivo y circunstancias meteorológicas, que presentan dificultades adicionales para trabajar con concreto. Dada la disponibilidad limitada de recursos naturales autóctonos, como los agregados de primera calidad, es imperativo investigar sustitutos como los agregados sintéticos. Además, el área experimenta variaciones significativas de temperatura que potencialmente podrían afectar la integridad estructural del concreto. Por lo tanto, es fundamental investigar sobre aditivos que puedan mejorar la resistencia térmica y la durabilidad del hormigón. Realizar investigaciones a nivel local puede ofrecer soluciones realistas para abordar los requisitos de construcción de San Román. Además, puede generar conceptos innovadores para políticas de gestión de recursos y métodos de construcción más eficientes en áreas comparables. (Cati Zea, 2022)

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 *Problema general*

¿Cuál es la incidencia en la propiedad mecánica del concreto hidráulico elaborado con agregados artificiales mediante la adición de aditivos en la provincia de San Román?



### 1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las proporciones según diseño de mezclas de los materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua para un concreto hidráulico de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román?
2. ¿Cuál es el efecto del uso de materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua sobre la resistencia a la compresión de un concreto hidráulico de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román?
3. ¿Cuál es el efecto del uso de materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua sobre la resistencia a la tracción de un concreto hidráulico de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román?

### 1.3 Objetivos de la investigación

#### 1.3.1 Objetivo general

Evaluar la incidencia en la propiedad mecánica del concreto hidráulico elaborado con agregados artificiales mediante la adición de aditivos en la provincia de San Román.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar las proporciones según diseño de mezclas de los materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua para un concreto hidráulico de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román.
2. Determinar el efecto del uso de materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua sobre la resistencia a la compresión de un concreto hidráulico de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román.



3. Determinar el efecto del uso de materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua sobre la resistencia a la tracción de un concreto hidráulico de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román.

## 1.4 Justificación de la investigación

### 1.4.1 *Justificación técnica*

La integración de agregados sintéticos y aditivos en la producción de hormigón hidráulico es una innovación tecnológica crucial destinada a mejorar sus propiedades mecánicas. La investigación sobre este tema se justifica debido a la necesidad técnica de crear materiales de construcción que ofrezcan mayor resistencia, durabilidad y adaptabilidad a condiciones climáticas desfavorables. La provincia de San Román, situada en una región de gran altitud conocida por sus importantes variaciones de temperatura, requiere un hormigón que pueda soportar estas condiciones sin comprometer su integridad estructural. Los aditivos pueden mejorar la microestructura del hormigón, aumentando así su capacidad de carga, su resistencia a la compresión y su resistencia a los ciclos de congelación y descongelación.

### 1.4.2 *Justificación económica*

Desde un punto de vista económico, el uso de áridos artificiales y aditivos en la producción de hormigón puede suponer una reducción significativa de los costes durante un periodo prolongado. La escasez y el aumento del coste de los áridos naturales son consecuencia de la legislación medioambiental y de la explotación excesiva de las canteras. Empleando componentes reciclados o producidos sintéticamente es posible reducir la dependencia de estos recursos naturales y ahorrar los costes asociados al transporte y la extracción. Además, la inclusión de aditivos en el hormigón puede aumentar sus propiedades mecánicas, prolongando así la durabilidad de las estructuras y reduciendo los costes relacionados con el mantenimiento y las reparaciones. Esto es especialmente



relevante en San Román, donde las restricciones presupuestarias pueden limitar la capacidad de inversión en infraestructuras de alta calidad. Por lo tanto, este estudio tiene la capacidad de ofrecer alternativas económicas y ecológicas para el sector de la construcción local.

### **1.4.3 Justificación social**

La creación de infraestructuras sólidas y protegidas repercute directamente en el bienestar general de la comunidad. En la provincia de San Román, donde las condiciones climáticas son difíciles, el uso de hormigón fortificado con aditivos y áridos sintéticos puede garantizar la construcción de edificios más resistentes y duraderos. Esto no sólo garantiza la protección de los ciudadanos frente a posibles catástrofes estructurales, sino que también favorece el progreso de un crecimiento urbano más sostenible desde el punto de vista medioambiental. La investigación puede ayudar a difundir la tecnología y los conocimientos técnicos entre las comunidades locales, permitiéndoles adoptar métodos de construcción más avanzados.

### **1.4.4 Justificación ambiental**

La industria de la construcción tiene un impacto medioambiental significativo, especialmente en términos de utilización de recursos naturales y producción de residuos. El uso de áridos sintéticos y aditivos en el hormigón puede mitigar con éxito estos efectos. Al emplear materiales reciclados u obtenidos a partir de subproductos industriales, se reduce la necesidad de recoger áridos naturales, protegiendo así los ecosistemas locales. Además, la incorporación de aditivos puede mejorar la eficacia del hormigón al reducir la cantidad de materiales necesarios para alcanzar las propiedades mecánicas requeridas. Esto no sólo reduce el impacto medioambiental inmediato de las actividades de construcción, sino que también promueve los conceptos de una economía circular.



## 1.5 Hipótesis de la investigación

### 1.5.1 Hipótesis general

La incidencia en la propiedad mecánica del concreto hidráulico elaborado con agregados artificiales mediante la adición de aditivos en la provincia de San Román, variará de manera proporcional.

### 1.5.2 Hipótesis específicas.

1. Las proporciones según diseño de mezclas de los materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua para un concreto hidráulico de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román, estará de acuerdo a los lineamientos del ACI 211.
2. El efecto del uso de materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua mejora la resistencia a la compresión de un concreto hidráulico de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román.
3. efecto del uso de materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua incrementará la resistencia a la tracción de un concreto hidráulico de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román.

## 1.6 Variables e indicadores.

### 1.6.1 Variable independiente

Agregado artificial, aditivo superplastificante, aditivo acelerante de fragua

### 1.6.2 Variable dependiente

Proporciones del concreto hidráulico

#### Indicadores:

- Cantidades de los materiales
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la tracción

## 1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos De Medición
<b>ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA</b>	<p>Un superplastificante es una sustancia química utilizada en la industria del hormigón para mejorar la trabajabilidad y fluidez de la mezcla.</p> <p>Un acelerador de fraguado es un aditivo empleado en la industria del concreto para acelerar el proceso de solidificación y fraguado del mismo.</p>	<p>Propiedades del aditivo superplastificante.</p> <p>Propiedades del acelerante de fragua.</p>	<p>Dosificación del aditivo superplastificante en 0.6% y 1.2%.</p> <p>Dosificación del acelerante de fragua 1.5% y 2.5%.</p>	<p>Fichas de control de calidad de laboratorio</p>
Variable Dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos De Medición
<b>PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO</b>	<p>El hormigón hidráulico es un material de construcción compuesto principalmente por cemento Portland, áridos, agua y otras aditivos que pueden ser opcionales.</p>	<p>Diseño de mezclas.</p> <p>Resistencia la compresión.</p> <p>Resistencia a la tracción.</p>	<p>Asentamiento de las muestras.</p> <p>Resistencia a la compresión de los testigos.</p> <p>Resistencia a la tracción de los testigos.</p>	<p>Equipos y herramientas brindadas por el laboratorio de suelos.</p>



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Para, Garfield, (2024) en su trabajo titulado "Evaluación del impacto de la adición de aditivos aceleradores en la resistencia inicial del hormigón de alto rendimiento", El objetivo de esto es garantizar que los paneles del suelo en el nivel de extracción puedan ser movidos fácilmente por el cargador de mineral sin encontrar ninguna dificultad. Para lograr este objetivo, a la mezcla de HPC se le añade una sustancia llamada acelerador. El objetivo es acelerar el proceso de endurecimiento del hormigón preservando al mismo tiempo su integridad estructural. El estudio examina los efectos de incluir un 1% y un 2% del peso del cemento como acelerador. El estudio empleó Sika Rapid 505 y Sika Rapid 610 ID como aceleradores. Se llevó a cabo un estudio de investigación en la planta dosificadora subterránea de Grasberg Block Cave. Después de un período de 10 horas, los resultados de la prueba indican que la incorporación de Sika Rapid 505 en una concentración del 2 % en el hormigón de alto rendimiento (HPC) dio como resultado una resistencia a la compresión de 17,8 MPa. Utilice Sika Rapid 505 para mejorar la calidad duradera del hormigón de alto rendimiento (HPC) después de 28 días, lo que lleva a una



resistencia a la compresión de 77,64 MPa. Mejore la resistencia a la compresión inicial de una mezcla de concreto incorporando un acelerador, en lugar de usar concreto de alto rendimiento (HPC) sin el acelerador.

Seguidamente, Altynbekova et al., (2023) En este trabajo se investiga "Efecto de un aditivo complejo modificado sobre el tiempo de fraguado de la mezcla de cemento", El informe examina la investigación sobre el modo en que un ingrediente modificado refinado afecta a la velocidad de solidificación de la pasta de cemento. El artículo describe un método para determinar la duración necesaria para que la pasta de cemento se solidifique hasta alcanzar un nivel predeterminado de firmeza. Además, investiga la técnica de elegir la combinación óptima de un aditivo utilizando diferentes proporciones de sus constituyentes para acelerar el procedimiento de solidificación. Los autores utilizaron un aditivo complejo hecho a medida que consistía en álcali (hidróxido de sodio, también conocido como sosa cáustica), bardo post-alcohol (un subproducto de la producción de alcohol) y acelerador del endurecimiento (yeso) en diferentes proporciones. Se realizó un análisis comparativo para investigar la influencia de los aditivos en los cambios en la duración del tiempo de fraguado. La investigación sugiere que la inclusión de la cantidad óptima de aditivo provoca cambios en el tiempo de fraguado con respecto a la muestra de referencia. No obstante, estas modificaciones se ajustan a las normas permitidas. Los estudios demuestran que la incorporación a la pasta de cemento de un aditivo modificado refinado, que posee mecanismos compatibles para regular eficazmente los procesos de hidratación, fraguado y endurecimiento, conduce a una mejora mutuamente ventajosa de los componentes del aditivo. El aumento de la concentración del compuesto aditivo modificado en la pasta de cemento tiene dos efectos: afecta al proceso de licuefacción y reduce el tiempo que tarda la pasta de cemento en solidificarse y endurecerse.



### 2.1.2 Antecedente nacional

Para, Alvarado Gilvonio, (2019), su investigación titulada "Análisis del estado plástico y endurecido del concreto usando aditivo superplastificante y la cascara de huevo molido en concretos con hormigón", El objetivo de este proyecto de estudio fue analizar y comparar las propiedades de un concreto convencional en sus estados maleable y endurecido, en relación con un concreto novedoso. El hormigón experimental se formó combinando cáscara de huevo en polvo con un superplastificante. El estudio examinó tres grados distintos de resistencia:  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El objetivo era comprobar si la inclusión de estas sustancias conducía a un aumento de la resistencia a la compresión del hormigón. La prueba consistió en el análisis de muestras de concreto compuestas por Cemento Portland Tipo I fabricado por la marca Andino. Los cantos rodados procedían de la cantera de Concepción. El diseño incorporó la utilización de proporciones de 2,0% y 2,5% como sustitutos del peso del cemento. Además, el superplastificante se utilizó en concentraciones de 0,5%, 1,0% y 1,5% para sustituir el peso del cemento. Se crearon un total de 21 diseños utilizando el Método del Módulo de Finesse, con resiliencias a la compresión de  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . La plasticidad de las muestras, que abarca el asentamiento, el peso unitario del concreto y el tiempo de fraguado, se evaluó mediante pruebas realizadas tanto en las mezclas estándar como en las experimentales. El nivel de dureza se evaluó mediante la realización de pruebas de resistencia a la compresión en diferentes intervalos de tiempo (1,3, 7,14, 28 y 45 días), pruebas de resistencia a la flexión a los 28 días y pruebas de resistencia a la compresión en núcleos de diamante extraídos de veintidós losas después de 28 días. Los hallazgos demuestran que la utilización de cáscara de huevo molida junto con el componente superplastificante produce los siguientes resultados: mejora la trabajabilidad del concreto, extiende temporalmente el tiempo de fraguado del concreto y aumenta la resistencia a la compresión de los concretos experimentales después de 7 días. Ya supera la resistencia del hormigón típico y actúa como catalizador para mejorar la durabilidad en



las primeras etapas. La mezcla ideal comprende un 2,5% de cáscara de huevo finamente pulverizada y un 1,5% de ingrediente superplastificante.

Para, Pinto, (2022) en su investigación titulada "Desarrollo y análisis comparativo de concretos premezclados bombeables, con resiliencias especificadas a 24h, 3 y 7 días, con y sin uso de acelerante", El objetivo principal de esta investigación es realizar un análisis comparativo entre hormigones ART con resiliencias a compresión de 280 y 420 Kg/cm<sup>2</sup>, con y sin acelerador, en intervalos de tiempo específicos. Esto se logrará mediante ensayos que evalúen las características del hormigón tanto en su estado original como endurecido, con especial énfasis en su capacidad para resistir la compresión. El objetivo de este estudio es determinar el enfoque más efectivo para preparar tipos particulares de concreto que tienen limitaciones de tiempo en relación con su tasa de ganancia de resistencia. Nos esforzaremos por encontrar un método de preparación que produzca propiedades físico-mecánicas y económicas excepcionales. Esta investigación tendrá un impacto sustancial en los dominios de la ingeniería civil y la ingeniería de procesos en la región de Arequipa al promover el progreso del hormigón premezclado y prefabricado. Por tanto, de acuerdo a los resultados de esta investigación y de acuerdo con las características de las combinaciones generadas. Los estudios han demostrado que nuestros diseños de mezclas de concreto ART tienen un rendimiento excepcional en su condición original cuando no se emplean aceleradores. La razón de esto es que estas combinaciones poseen una mayor duración de operatividad y ofrecen mayores beneficios económicos en Correspondencia con las mezclas que incorporan un acelerante. La incorporación de un acelerador a mezclas de hormigón con un tiempo de curado inferior a 12 horas mejora el desarrollo de resistencia y las características de fraguado.

Finalmente, Machaca, (2019) nos dice que el presente estudio "Análisis del comportamiento del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de aditivo superplastificante para modificar las características del diseño, Lima - 2019", Una preparación insuficiente del hormigón puede provocar problemas importantes y fallos patológicos, como comprometer



la resistencia estructural, la producción de grietas y deformaciones. Estos problemas surgen del incumplimiento de los requisitos técnicos necesarios. El principal error está en la composición del combo. Este estudio tiene como objetivo analizar y contrastar las características mecánicas y beneficios prácticos del hormigón armado. En relación con la incorporación del ingrediente superplastificante a la mezcla de hormigón. Inicialmente se creó un diseño de patrón utilizando la metodología ACI-211, con una resistencia a la compresión de  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> (sin el uso de aditivo superplastificante). Posteriormente, introdujimos proporciones variables del aditivo (0,8%, 1,1% y 1,4%) respecto al peso del cemento, manteniendo las características originales del diseño del patrón. El objetivo de este estudio fue agilizar el proceso de Correspondencia y evaluación de pruebas de resistencia, incluidas compresión, tracción y flexión, realizadas después de 7, 14 y 28 días después de la fase inicial. La inclusión del superplastificante resultó en una mejora sustancial en la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto, aumentando significativamente su calidad general. Logrando una reducción de la resistencia del 29,5% respecto a la prueba habitual.

### **2.1.3 Antecedente de ámbito local**

Para, Suaña Apaza, (2021) su investigación titulada "Estudio comparativo del esfuerzo a compresión del concreto  $f'_c=210$ kg/cm<sup>2</sup> con aditivo Chema 3 y SikaCem Acelerante PE, Juliaca -2021", Se utilizó el método ACI 211 para probar los agregados y determinar las cualidades necesarias para completar el diseño de la mezcla. Con recursos de la cantera Isla en la ciudad de Juliaca y cemento Portland Rumi Tipo IP generamos 210 kg/cm<sup>2</sup> de esfuerzo de concreto. El objetivo al finalizar el trabajo es entender cómo reaccionan SikaCem Acelerante PE y Chema 3 con el hormigón. Se crearon 36 ejemplares, para ser probados a los 7, 14, 21 y 28 días de edad. Aplicar las dosis de cada adición según el rango de la ficha técnica implica utilizar un 2% del peso del cemento para Chema 3 y SikaCem Acelerante PE. Después de 28 días, se descubrió que el hormigón



tratado con Chema 3 presentaba una mayor resiliencia en Correspondencia con el hormigón elaborado sin ningún aditivo o con SikaCem PE Accelerator.

Para, Cayllahua, (2023) su investigación titulada "Evaluación comparativa de la resistencia a la compresión de concretos convencional y ecológico empleando aditivo acelerante de fragua y plastificante en la Ciudad de Juliaca", El objetivo de este estudio es evaluar y comparar la resistencia a la compresión del concreto convencional y ecológico en Juliaca. Esto se conseguirá incorporando un acelerador de fraguado, aditivo y plastificante. El estudio utiliza una metodología cuantitativa, centrándose principalmente en factores explicativos, e implementa un diseño experimental siguiendo el proceso científico. Además, incluye el uso de 1,5% y 3,5% AAF, 0,55% y 0,85% AP y 50% AGR. Los resultados sugieren que las proporciones de volumen para la combinación habitual son las siguientes: Las cantidades requeridas son 1,0 metros cúbicos de cemento, 0,48 metros cúbicos de agua, 2,77 metros cúbicos de material grueso y 1,89 metros cúbicos de agregado fino. La mezcla ecológica está compuesta por 1,0 metros cúbicos de cemento, 0,48 metros cúbicos de agua, 1,383 metros cúbicos de agregado grueso, 1,383 metros cúbicos de agregado grueso reciclado y 1,89 metros cúbicos de agregado fino. Además, cuando se utiliza un aditivo acelerador de fraguado en concentraciones del 1,5% y 3,5%, las cantidades adecuadas son 0,015 metros cúbicos y 0,035 metros cúbicos, respectivamente. Ambas combinaciones incorporan la inclusión de AAF y AP. En cuanto a la resistencia a la compresión, la adición de 3,5% de AAF a la combinación estándar da como resultado un aumento del 60,01%, mientras que la mezcla ecológica demuestra una mejora del 60,84%. La adición de un 0,85 % de aditivo inclusor de aire (AP) a la mezcla de hormigón estándar da como resultado un aumento del 11,85 % en la resistencia a la compresión después de 28 días de curado. Por el contrario, la combinación de hormigón ecológico muestra un aumento relativamente pequeño del 9,66%.



## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Concreto hidráulico

El hormigón hidráulico es un material de construcción compuesto principalmente por cemento Portland, áridos (como arena y grava), agua y aditivos opcionales. El hormigón se caracteriza por su capacidad de endurecerse y aumentar su resistencia mediante un proceso químico conocido como hidratación, que se produce cuando el cemento reacciona con el agua. Durante este proceso, las partículas de cemento se hidratan y se fusionan para crear una pasta cementosa que une los agregados, dando lugar a la creación de un material resistente y robusto. (Altynbekova et al., 2023)

El cemento Portland hidratante tiene una reacción exotérmica, lo que significa que libera calor. Este calor ayuda en el proceso de hacer que el concreto sea firme y fuerte. Varios factores pueden afectar la velocidad y la fuerza de la hidratación, como la composición del cemento, la proporción de agua y cemento, la temperatura ambiente y la presencia de aditivos. (Salahaldeen & Al-Hadithi, 2022)

El concreto hidráulico es ampliamente utilizado en diversas aplicaciones de construcción debido a sus atributos de durabilidad, longevidad y versatilidad. Se utiliza en la construcción de estructuras de edificios, puentes, pavimentos, presas y otros proyectos de ingeniería civil. Además, su capacidad para endurecerse incluso cuando está completamente sumergido en agua lo hace extremadamente adecuado para su uso en ambientes húmedos o submarinos.

La calidad y el rendimiento del hormigón hidráulico dependen de la cuidadosa selección de los componentes, los procesos precisos utilizados para mezclar y verter y el meticuloso procedimiento de curado. Por lo tanto, es crucial seguir enfoques de diseño y construcción adecuados para garantizar la durabilidad y la integridad estructural del hormigón.

### 2.2.1.1 Definición y composición del concreto hidráulico

El hormigón hidráulico es un material de construcción muy utilizado que gana resistencia y durabilidad mediante un proceso químico llamado hidratación, que se produce cuando el cemento y el agua reaccionan entre sí. El hormigón posee una propiedad hidráulica que le permite endurecerse y solidificarse, incluso en contacto con el agua. Su atributo único lo hace extremadamente adecuado para una amplia variedad de usos en la construcción, independientemente de las circunstancias ambientales predominantes. (Vergara & Colorado, 2020)

#### **El hormigón hidráulico se compone de múltiples componentes**

El hormigón hidráulico es un material compuesto que incorpora múltiples componentes para mejorar la resistencia y durabilidad del producto final. Los componentes principales consisten en: (Garfield, 2024)

El cemento Portland es el principal agente aglutinante del hormigón y proporciona la resistencia y estabilidad iniciales a la estructura. El cemento Portland se produce mediante el proceso de molienda de clinker de cemento con una pequeña cantidad de sulfato de calcio. El tipo y las propiedades del cemento pueden variar según su composición química y el método de producción.

Los agregados de piedra, como arena, grava y piedra triturada, constituyen la mayor parte del volumen del hormigón. Proporcionan una combinación de alta resistencia a la compresión y excelente resistencia al desgaste del hormigón, al mismo tiempo que garantizan que permanezca dimensionalmente estable. Los áridos también pueden influir en la facilidad de manipulación y la compacidad del hormigón.

El agua es esencial para el proceso de hidratación del cemento Portland y la formación de la pasta cementosa que une las partículas. La cantidad y calidad del agua utilizada en la mezcla de hormigón puede afectar significativamente a sus propiedades finales, como su resistencia y durabilidad.

Los aditivos, o aditivos, son compuestos minúsculos que se aplican al concreto para modificar sus propiedades o mejorar su desempeño en condiciones específicas. Se agregan superplastificantes para mejorar la facilidad de trabajo con el material, se usan retardadores para extender el tiempo que tarda el material en fraguar, se usan aceleradores para acelerar el proceso de endurecimiento del material y se introducen otros aditivos para controlar la contracción y mejorar la resistencia a la corrosión, entre otros efectos.

La proporción y tamaño de estos componentes, así como las técnicas de mezclado y colocación, son esenciales para garantizar la calidad y eficiencia del concreto hidráulico en entornos de construcción. Mantener la durabilidad y seguridad de las estructuras de hormigón requiere un cumplimiento cuidadoso de los estándares y regulaciones de calidad.

#### 2.2.1.2 Propiedades del concreto hidráulico

Las características del hormigón hidráulico incluyen sus propiedades físicas, estructurales y químicas, que determinan su rendimiento y eficacia en diversas situaciones de construcción. Varios factores pueden influir en las características del hormigón, entre ellos la elección de los componentes, los métodos utilizados para la mezcla y la instalación, y las circunstancias ambientales en las que se utiliza el hormigón. He aquí algunas características importantes del hormigón hidráulico:(Machaca Zuñiga, 2019)

**La resistencia a la compresión** se refiere a la capacidad del hormigón para resistir fuerzas de compresión externas. La capacidad de carga del hormigón es un atributo crítico que tiene un impacto sustancial en su importancia global. La resistencia a la compresión del hormigón viene determinada principalmente por la calidad y la proporción de sus componentes, junto con el procedimiento de curado.(Arenas Condori, 2022)

**El módulo de Young**, comúnmente conocido como módulo de elasticidad, mide la rigidez del hormigón. La elasticidad se refiere a la característica inherente de una sustancia de experimentar una deformación elástica cuando se somete a una carga y,



posteriormente, volver a su forma anterior una vez eliminada la tensión. La relación agua-cemento, la densidad de los áridos y la edad del hormigón influyen en el módulo de elasticidad del hormigón. (Arenas Condori, 2022)

**Tenacidad:** La tenacidad del hormigón es su capacidad para resistir la propagación de grietas y absorber energía antes de romperse. Una mayor tenacidad indica una mayor capacidad para sufrir deformaciones antes de que el material se fracture y una mayor resistencia a la rotura cuando se expone a cargas dinámicas o impactos.

**La durabilidad** se refiere a la capacidad del hormigón para resistir los impactos dañinos de factores externos y sustancias corrosivas, como la humedad, la abrasión, la corrosión y los ciclos de congelación y descongelación. Para garantizar la funcionalidad sostenida y continuada de las estructuras de hormigón, es importante poseer un alto grado de durabilidad.

**La trabajabilidad** se refiere al grado de facilidad con el que el hormigón puede moverse, colocarse y compactarse a lo largo del proceso de construcción. Una mayor trabajabilidad conduce a una mayor fluidez y maleabilidad del hormigón, facilitando su utilización en diversas formas y construcciones.

**La retracción** del hormigón es la disminución de volumen que se produce mientras el hormigón fragua y se endurece. Controlar eficazmente la contracción es esencial para evitar la formación de fracturas y preservar la estabilidad estructural del hormigón.

A continuación, se enumeran los atributos clave del hormigón hidráulico que influyen significativamente en su rendimiento y aplicación en la construcción. A la hora de formular y especificar mezclas de hormigón para proyectos de ingeniería civil y edificación, es esencial tener en cuenta estas propiedades para garantizar la calidad y durabilidad de las estructuras de hormigón.

### 2.2.1.3 Usos y aplicaciones del concreto hidráulico

El hormigón hidráulico es un material de construcción altamente adaptable y ampliamente utilizado debido a su robustez, mayor longevidad y capacidad de endurecerse



al contacto con el agua. Esta tecnología tiene diversas aplicaciones en trabajos de ingeniería civil, arquitectura y construcción. Esta publicación proporciona una explicación completa de los diversos objetivos y usos prácticos del hormigón hidráulico. (Alvarado Gilvonio, 2019a)

- El hormigón hidráulico se utiliza ampliamente en la construcción de edificios residenciales, comerciales e industriales. El hormigón armado se emplea con frecuencia en diversos elementos estructurales como cimientos, columnas, vigas, losas, muros de contención y componentes similares. Esto puede deberse a su capacidad para soportar cantidades sustanciales de peso y soportar presiones de compresión.
- El hormigón hidráulico se emplea ampliamente en la construcción de diversas infraestructuras como carreteras, calles, aceras, aeropuertos, estacionamientos y zonas industriales. Su excepcional resistencia al desgaste, notable durabilidad y capacidad para soportar cargas pesadas lo hacen ideal para superficies con tránsito peatonal frecuente y lugares sujetos a condiciones climáticas severas.
- El hormigón hidráulico se utiliza comúnmente en la construcción de proyectos de ingeniería civil como puentes, presas, diques, canales, túneles y estructuras hidráulicas. Debido a su excelente resistencia al agua y a los productos químicos, es una excelente opción para proyectos que enfrentan condiciones ambientales severas.
- El hormigón hidráulico se utiliza comúnmente en diversos proyectos de infraestructura, incluidas instalaciones de tratamiento de aguas residuales, instalaciones de tratamiento de agua potable, depósitos de agua, redes de alcantarillado y sistemas de drenaje pluvial. La robustez y la capacidad del material para resistir la corrosión son ventajosas en entornos que exigen resiliencia química y ambiental.



- El hormigón hidráulico se emplea en la producción de elementos prefabricados, incluidos paneles de pared, losas de techo, vigas, columnas y componentes estructurales prefabricados. La flexibilidad y versatilidad del material lo hacen perfecto para fabricar eficientemente diversos componentes arquitectónicos a gran escala.
- El hormigón hidráulico se utiliza para rodear y proteger diversas superficies, incluidos revestimientos de piscinas, tanques de almacenamiento, estructuras de contención de tierra y estructuras marinas. Sus propiedades hidrofóbicas y capacidades adhesivas lo hacen ideal para aplicaciones que requieren protección e impermeabilización.

El hormigón hidráulico es una sustancia crucial en la construcción contemporánea y se emplea en diversas aplicaciones debido a su robustez, longevidad y adaptabilidad. Este material se emplea en varios sectores de la construcción, como edificación, pavimentación, ingeniería civil, infraestructura, prefabricación y aplicaciones de revestimiento.

### **2.2.2 Agregados artificiales**

Los agregados artificiales son elementos cruciales en el sector de la construcción, actuando como materiales inertes utilizados en la fabricación de hormigón, mortero y otros productos a base de cemento. Estos agregados se producen ampliamente mediante el uso de procedimientos de trituración, cribado y clasificación de diferentes fuentes, como roca triturada, escoria de alto horno, desechos de construcción y demolición (CDR) y otros materiales procesados. La fabricación de áridos sintéticos permite la obtención de materiales que tienen características específicas y controladas, diseñados para cumplir con los requisitos y estándares de cualquier proyecto de construcción individual. (Galvez-Alvarado et al., 2020)

Existen diferentes tipos de agregados artificiales, cada uno con características únicas y usos específicos. Los áridos de piedra triturada, obtenidos mediante la pulverización mecánica de rocas naturales, se utilizan ampliamente por su durabilidad y vida útil prolongada. Los áridos reciclados, derivados del reprocesamiento de residuos de construcción y demolición, proporcionan una opción sostenible y ecológicamente consciente. Además, existen áridos ligeros, como la arcilla expandida o las escorias de arcilla calcinada, que ofrecen ventajas en términos de peso específico y aislamiento térmico.

Las propiedades físicas y mecánicas de los áridos artificiales están determinadas por su composición y origen. La lista incluye los siguientes atributos: dimensiones máximas, distribución del tamaño de partículas, morfología, textura de la superficie, resistencia a la compresión, absorción de agua, resistencia al desgaste y densidad aparente. Los áridos deben ajustarse a normas técnicas específicas para garantizar su idoneidad y eficiencia en aplicaciones de construcción.

Los áridos artificiales ofrecen varias ventajas en Correspondencia con los áridos naturales. Las ventajas incluyen características como accesibilidad conveniente, control de calidad mejorado, menor impacto ambiental y mayor durabilidad y resistencia en situaciones específicas. Sin embargo, existen desventajas relacionadas con ellos, como mayores costos de producción, disponibilidad restringida de ciertas piezas y posibles problemas de calidad causados por impurezas o contaminantes.

Los agregados artificiales son indispensables en la industria de la construcción debido a su calidad y rendimiento excepcionales en una amplia gama de aplicaciones. La producción y uso de este material están regulados por normas y estándares de calidad para asegurar su idoneidad y seguridad en proyectos de construcción.

#### **2.2.2.1 Definición de agregados artificiales**

Los agregados artificiales son esenciales en la industria de la construcción como materiales no reactivos utilizados en la fabricación de hormigón, mortero y otros productos



a base de cemento. Los áridos artificiales se producen mediante procedimientos industriales que involucran diversos materiales como rocas trituradas, escorias de alto horno y residuos de construcción y demolición (RCD), entre otros. A diferencia de los agregados naturales, no surgen de forma espontánea. Por el contrario, los áridos naturales se obtienen a partir de depósitos preexistentes que se encuentran en la naturaleza, como arena, grava o roca.(Aquino Carreon, 2021)

La fabricación de agregados artificiales implica una serie de procedimientos que incluyen trituración, cribado, lavado y categorización de las materias primas. El objetivo es obtener partículas que tengan un tamaño y forma predeterminados. Estos agregados se diseñan y producen cuidadosamente para cumplir con ciertas especificaciones técnicas, y se personalizan para cumplir con los requisitos únicos de cada proyecto de construcción.

Los áridos artificiales se pueden clasificar según su origen, tamaño, forma y características físicas y mecánicas. Los tipos típicos de agregados incluyen agregados de piedra triturada, agregados reciclados, agregados livianos y agregados sintéticos. Cada tipo de agregado sintético tiene propiedades únicas que pueden resultar beneficiosas en situaciones de construcción específicas.

En resumen, los agregados artificiales son esenciales en la industria de la construcción y son necesarios para la producción de concreto y otros materiales que dependen del cemento. La producción y utilización de este químico están sujetas a regulación y deben cumplir con estándares de calidad para garantizar su idoneidad y eficacia en las obras de construcción.

### **2.2.2.2 Tipos de agregados artificiales**

Los agregados artificiales pueden presentar diversas características dependiendo de elementos como su origen, proceso de producción y distintas propiedades físicas y mecánicas. A continuación, se presenta una colección de las variedades de agregados sintéticos más observadas:(Aquino Carreon, 2021)



Los agregados de piedra triturada se generan mediante el uso de fuerza mecánica para fracturar rocas existentes naturalmente como granito, basalto, piedra caliza y cuarcita. Los agregados de piedra triturada se utilizan ampliamente en la industria de la construcción debido a su durabilidad, vida útil y abundante disponibilidad. Estos materiales son apropiados para la producción de hormigón, mortero, rellenos, así como para la construcción de cimentaciones y capas de subbase en pavimentos.

Los áridos reciclados se obtienen mediante el procesamiento de materiales de construcción y demolición (MDL), incluidos hormigón, ladrillos, cerámica y asfalto. Los materiales se someten a trituración y procesamiento para obtener áridos que presenten características comparables a las de los áridos naturales. Los agregados reciclados brindan una opción sustentable y ambientalmente consciente al reducir la necesidad de extraer y producir nuevos materiales.

Los áridos ligeros tienen una menor densidad y peso específico en correspondencia con los áridos pétreos tradicionales. Estos recursos, incluida la arcilla expandida, la escoria de arcilla calcinada, las cenizas volantes y la perlita, se pueden utilizar en el proceso de producción. Se emplean áridos ligeros para reducir el peso de la construcción, mejorar el aislamiento térmico o aliviar la carga sobre el terreno.

Los agregados sintéticos son sustancias artificiales producidas utilizando elementos originales no naturales. Los áridos reciclados se obtienen a partir de vidrio, plásticos o fibras sintéticas. Los agregados sintéticos se pueden adaptar para exhibir propiedades específicas que sean apropiadas para diferentes aplicaciones, como resistencia a la corrosión, control de la contracción o mejora de las propiedades mecánicas del concreto.

Existen muchos agregados artificiales comúnmente utilizados en la industria de la construcción. La elección del tipo de árido adecuado depende de los requerimientos y necesidades específicas de cada proyecto, así como de variables económicas, ambientales y tecnológicas. Seleccionar el agregado adecuado para un proyecto es vital para garantizar un rendimiento óptimo y una durabilidad duradera de los edificios

construidos. A la hora de evaluar esta decisión, es imperativo tener en cuenta las especificaciones y criterios del proyecto.

### 2.2.2.3 Propiedades de los agregados artificiales

Las características físicas y mecánicas de los agregados sintéticos son vitales para evaluar su calidad, idoneidad y efectividad en aplicaciones de construcción. La variabilidad de estas características está determinada por las distintas características del agregado y el proceso de producción empleado. Aquí hay algunos atributos esenciales de los agregados artificiales:(Mondragón Oblitas, 2020)

El tamaño y la forma de los agregados sintéticos son factores cruciales para determinar la trabajabilidad, longevidad y capacidad para resistir el desgaste del concreto. Una distribución homogénea de los tamaños de partículas mejora la consistencia y compacidad de la mezcla, mientras que una distribución desigual puede afectar la durabilidad y estabilidad del material.

La estructura y las características de la superficie de los agregados artificiales influyen en gran medida en la resistencia general, la flexibilidad y la capacidad de unión del concreto. Los agregados con formas angulares típicamente exhiben una unión entre partículas mejorada y una mayor resistencia a la compresión. Por el contrario, los agregados que tienen formas suaves pueden mejorar su capacidad de trabajo, pero también pueden reducir su resistencia.

Para garantizar la integridad y longevidad del concreto, es imperativo utilizar agregados sintéticos que estén libres de compuestos orgánicos, arcilla, limo, materiales flexibles o impurezas que potencialmente puedan socavar o disminuir su vida útil. Las impurezas pueden causar problemas como una adhesión inadecuada, una mayor expansión, corrosión o deterioro prematuro del material.

La resistencia a la compresión es un atributo vital de los agregados sintéticos que mide su capacidad para resistir tensiones externas. Los agregados con alta resistencia a



la compresión se utilizan para mejorar la longevidad del concreto, lo que los convierte en la mejor opción para aplicaciones estructurales que requieren una resistencia mecánica significativa.

La absorción de agua y la porosidad de los agregados sintéticos influyen en gran medida en la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto. Los agregados con baja absorción de agua y porosidad reducen el riesgo de daños por congelación y descongelación, así como el debilitamiento de la resistencia debido a la actividad química del agua.

La densidad aparente de los áridos artificiales tiene un impacto directo sobre la masa volumétrica del hormigón y su capacidad para soportar el peso y las cargas aplicadas. El uso de áridos con una alta densidad aparente en proyectos de pavimentación e ingeniería civil puede mejorar la resistencia a la abrasión y proporcionar una mayor estabilidad estructural.

Cuando los agregados se someten a cargas, abrasión o impactos regulares, la durabilidad se vuelve esencial. Los agregados de concreto con notable resistencia al desgaste pueden extender en gran medida la durabilidad de pavimentos, revestimientos y estructuras que están sujetos a tráfico pesado o condiciones abrasivas.

Varios factores críticos influyen en el rendimiento y las aplicaciones de los agregados artificiales en la construcción. La realización de pruebas y análisis de laboratorio es esencial para evaluar estas propiedades y garantizar la calidad e idoneidad de los agregados para proyectos de construcción específicos.

#### **2.2.2.4 Ventajas y desventajas de los agregados artificiales en el concreto**

Las ventajas y desventajas de los agregados sintéticos en el concreto podrían influir en la elección de los materiales de construcción y la eficiencia de las estructuras construidas. Los siguientes párrafos describen las principales ventajas y desventajas de los agregados artificiales: (Ramos Gonzales & Sáenz Acosta, s. f.)

#### **Ventajas:**



- Los agregados artificiales se pueden producir en canteras e instalaciones de procesamiento meticulosamente controladas, lo que garantiza la fabricación confiable y regulada de materiales de alta calidad. Esto garantiza un suministro confiable y oportuno de agregados para proyectos de construcción.
- Diversidad de materiales: Los agregados artificiales se pueden fabricar a partir de una variedad de recursos que incluyen roca triturada, escoria de alto horno, escombros de construcción y demolición y materiales similares. Dada la amplia selección de materiales a nuestra disposición, tenemos la capacidad de seleccionar el tipo de árido más adecuado para cualquier uso específico.
- Atributos o cualidades distintivas La personalización se refiere al proceso de construir combinaciones artificiales que pueden retocarse y modificarse para satisfacer las necesidades específicas de un proyecto. Esto implica supervisar la distribución de tamaño, la forma, las características de la superficie y las propiedades mecánicas de los agregados para optimizar la efectividad del concreto en diversas aplicaciones.
- La sostenibilidad ambiental se puede lograr mediante el uso de agregados sintéticos, que reducen la necesidad de extraer recursos naturales y generar desechos. Esto se logra utilizando materiales reciclados o residuos industriales como componentes principales. Esto promueve el uso de técnicas de construcción respetuosas con el medio ambiente y reduce el impacto negativo de la industria de la construcción en el medio ambiente.

### **Limitaciones:**

- Costos de producción: La fabricación de agregados sintéticos implica gastos significativos relacionados con maquinaria, uso de energía y mano de obra. Además, determinados materiales reciclados pueden requerir procesos de



tratamiento adicionales para cumplir especificaciones técnicas particulares, lo que da lugar a un aumento significativo de los costes de producción.

- La calidad y homogeneidad de los agregados sintéticos puede estar sujeta a variaciones dependiendo de factores como el método de producción, la disponibilidad de recursos y los sistemas de control de calidad. Los agregados no homogéneos pueden tener efectos perjudiciales sobre la durabilidad y vida útil del hormigón, así como poner en peligro la integridad estructural de las estructuras.
- Ciertos agregados artificiales pueden encontrar problemas de durabilidad, como la descarga de sustancias peligrosas por lixiviación, expansión debido a la interacción álcali-sílice o degradación química. Estos problemas pueden debilitar la durabilidad y resistencia a largo plazo del hormigón y requieren medidas adicionales para resolverlos.
- Compatibilidad y adherencia: Algunos agregados sintéticos pueden tener una compatibilidad limitada con el cemento y otros aditivos utilizados en la mezcla de concreto, lo que podría comprometer la adherencia y resistencia del producto final. Antes de incorporar hormigón a proyectos de construcción, es fundamental realizar pruebas de compatibilidad y evaluar su desempeño.

En resumen, los agregados artificiales ofrecen varias ventajas en términos de accesibilidad, posibilidades de personalización y sostenibilidad ecológica. Sin embargo, también presentan desafíos en relación con sus costos de fabricación, excelencia y durabilidad. Realizar una evaluación exhaustiva de las ventajas y desventajas de los agregados artificiales es esencial para tomar decisiones informadas y garantizar la resistencia y estabilidad duraderas de los edificios construidos.

### **2.2.3 Aditivos en el concreto**

Los aditivos para el concreto, ya sean sintéticos o naturales, se incorporan a la mezcla de concreto durante su producción para alterar características específicas del



material fresco o endurecido. Estos aditivos se pueden clasificar en muchos grupos según su función e impacto sobre el hormigón. Los plastificantes, comúnmente conocidos como reductores de agua, mejoran la trabajabilidad del concreto al disminuir el contenido de agua requerido para una mezcla determinada. Esto mejora la capacidad de controlar y manipular el hormigón sin sacrificar su resistencia estructural. Además, se pueden formular aditivos para acelerar o retrasar el proceso de solidificación y fortalecimiento del concreto, ofreciendo flexibilidad en respuesta a diferentes condiciones climáticas o cronogramas de construcción. (Machaca Zuñiga, 2019)

Los aireantes son aditivos que mejoran la durabilidad del concreto al incorporar pequeñas burbujas de aire en la lechada. Esto aumenta su capacidad para resistir la congelación y descongelación, así como su resistencia al deterioro provocado por inmersiones repetidas y deshidratación. Estas mejoras son particularmente beneficiosas en áreas con climas extremadamente fríos o en estructuras sujetas a condiciones húmedas o corrosivas. Además, existen aditivos específicamente formulados para disminuir la permeabilidad del hormigón, mejorando así su durabilidad y su capacidad para resistir la infiltración de agua, gases y sustancias corrosivas como los cloruros.

Los aditivos para hormigón, como colorantes, se pueden utilizar en proyectos de diseño arquitectónico y paisajístico para lograr objetivos estéticos y ornamentales. Estos aditivos ofrecen una amplia gama de opciones de color. Estos aditivos modifican las propiedades visuales del concreto, permitiendo su personalización según las preferencias estéticas o estándares de diseño del cliente. Es fundamental seguir exactamente las instrucciones del fabricante y las especificaciones del proyecto al aplicar los aditivos. Además, es fundamental realizar experimentos e investigaciones de laboratorio para evaluar la eficacia y compatibilidad de la mezcla de hormigón. Esto garantiza que los aditivos logren efectivamente su objetivo previsto y mejoren el rendimiento y la longevidad de las estructuras construidas.



### 2.2.3.1 Tipos de aditivos para concreto

Los aditivos para concreto son compuestos químicos que se agregan a la mezcla de concreto durante su producción para alterar propiedades específicas del material fresco o endurecido. Los aditivos se pueden clasificar según su función e impacto en el hormigón. A continuación, se muestran muchas clasificaciones frecuentes de aditivos para hormigón:(Vergara & Colorado, 2020)

- **Los plastificantes**, o reductores de agua, son sustancias que se añaden al hormigón para mejorar su trabajabilidad reduciendo el contenido de agua requerido para una determinada mezcla. Esto permite una manipulación y posicionamiento más eficaz del hormigón recién vertido, sin comprometer su integridad estructural ni su durabilidad a largo plazo. Los plastificantes tienen la capacidad de mejorar la resistencia y disminuir la separación del hormigón.
- **Los aceleradores** son sustancias que se agregan al concreto para acelerar el proceso de fraguado y endurecimiento, particularmente en climas fríos o cuando se desea un tiempo de fraguado más rápido. Esto permite un rápido crecimiento de la resistencia inicial y una disminución en la duración de la construcción. Los aceleradores establecidos son beneficiosos en climas fríos o en proyectos que requieren una activación rápida.
- **Los retardadores** de fraguado son agentes químicos que se agregan al concreto para extender su período de fraguado. Esto permite un período de tiempo prolongado para el proceso de mezclar, transportar y colocar el concreto en el lugar deseado. Esto es beneficioso en regiones tropicales o cuando se requieren períodos de curado prolongados para proyectos a gran escala o en condiciones desfavorables.
- **Los aireantes** se incorporan al concreto para introducir pequeñas burbujas de aire en la mezcla, mejorando así la capacidad del concreto para resistir la congelación

y el descongelamiento, así como su resistencia al deterioro causado por los ciclos de mojado y secado. Los aireantes mejoran la trabajabilidad del concreto al reducir la aparición de segregación y sangrado.

- **Los aditivos reductores de la permeabilidad** se utilizan para disminuir la permeabilidad del hormigón, mejorando así su capacidad para resistir la infiltración de agua, gases, cloruros y otras sustancias corrosivas. Es particularmente crucial en proyectos que son susceptibles a condiciones climáticas adversas o susceptibles a la corrosión, como puentes, estructuras marítimas o piscinas.
- **Aditivos colorantes:** El hormigón se mejora con pigmentos para lograr diversos colores, lo que permite un amplio espectro de posibilidades visuales y ornamentales en los proyectos de diseño arquitectónico y paisajístico. Estos aditivos ofrecen un método rentable y duradero para modificar el aspecto visual del hormigón y adaptarlo a las preferencias estéticas o necesidades arquitectónicas del cliente.

Aquí hay una lista de aditivos para concreto de uso frecuente que se emplean ampliamente en el sector de la construcción. La selección del aditivo adecuado depende de los requisitos únicos del proyecto, las condiciones climáticas predominantes y las características físicas deseadas necesarias para un rendimiento y durabilidad sostenidos. Para evaluar la eficacia y la idoneidad de los aditivos en la mezcla de hormigón, es fundamental seguir las instrucciones del fabricante y realizar experimentos de laboratorio.

### 2.2.3.2 Funciones de los aditivos en el concreto

Los aditivos para hormigón sirven para muchos propósitos, permitiendo modificar y mejorar propiedades particulares del material fresco o endurecido, adaptándolos así a los requisitos específicos de cada proyecto de construcción. El siguiente contenido ofrece una explicación detallada de las funciones y objetivos de los aditivos en el hormigón:(Arenas Condori, 2022)



**Mejora la trabajabilidad:** Los aditivos del hormigón son cruciales para mejorar su trabajabilidad, que se refiere a la capacidad del hormigón para mezclarse, transportarse y montarse fácil y eficazmente. Los aditivos plastificantes, también conocidos como reductores de agua, reducen el contenido de agua requerido en la mezcla de concreto, mejorando así la trabajabilidad y cohesividad del concreto fresco. Esta característica permite un posicionamiento conveniente dentro del encofrado y permite la producción de acabados superficiales de alta precisión.

**Control de tiempo de fragua:** La incorporación de aditivos al hormigón podría afectar el tiempo necesario para que el hormigón se solidifique y adquiera robustez. Estas mejoras tienen el potencial de acelerar o ampliar el proceso, dependiendo de los requisitos únicos del proyecto. Los aceleradores facilitan el logro rápido de una resistencia sustancial, particularmente en situaciones que involucran bajas temperaturas o cuando es necesaria una activación inmediata. Sin embargo, la adición de retardadores al hormigón ralentiza el proceso de endurecimiento, aumentando así la duración del vertido y acabado del hormigón recién mezclado. Esto resulta ventajoso en regiones con temperaturas elevadas o en grandes proyectos de construcción.

**Reducción de la permeabilidad:** Ciertos aditivos están formulados específicamente para disminuir la permeabilidad del concreto, que se refiere a su capacidad para permitir el flujo de líquidos, gases y sustancias cáusticas. Estos aditivos mejoran la resiliencia del hormigón protegiéndolo contra la infiltración de agua, cloruros, sulfatos y otras sustancias corrosivas que pueden provocar la corrosión del refuerzo y la degradación del material. Esto es particularmente crucial en edificios que están sujetos a entornos marítimos o industriales.

**Resiliencia mejorada:** Ciertos aditivos tienen la capacidad de mejorar las características estructurales del concreto, reforzando así su capacidad para resistir la compresión, la tensión, la flexión y la abrasión. Estos aditivos poseen la capacidad de mejorar el diseño estructural, permitiendo el uso de secciones de hormigón más delgadas o aumentando la capacidad de carga de los edificios. Además, tienen la capacidad de

mejorar la durabilidad del hormigón aumentando su resistencia a los golpes y la abrasión, extendiendo así su vida útil.

**Mejora la durabilidad:** Los aditivos pueden mejorar la durabilidad del concreto al mitigar su vulnerabilidad al agrietamiento, la contracción, la expansión por humedad y otras formas de degradación. Esto se logra mediante la optimización de la microestructura del hormigón, la reducción de las tensiones internas y la mejora de la unión entre los agregados y la pasta de cemento. Los aditivos mejoran la durabilidad del hormigón al reforzar su resistencia a la abrasión, la erosión y la corrosión. En última instancia, esto prolonga su vida útil, incluso en entornos difíciles.

En resumen, los aditivos son esenciales para alterar y mejorar varias características del concreto, incluida su trabajabilidad, tiempo de fraguado, permeabilidad, resistencia y durabilidad. Estas características son cruciales para personalizar el hormigón para cumplir con los requisitos individuales de cada proyecto de construcción y garantizar su durabilidad y robustez duraderas.

### 2.2.3.3 Efecto de los aditivos en las propiedades mecánicas del concreto

La influencia de los aditivos en las propiedades mecánicas del hormigón se relaciona con cómo estos químicos modifican la resistencia y otras características mecánicas del material, tanto durante el proceso de mezclado inicial como después de que se haya endurecido. Aquí hay una explicación detallada de este evento:(cayllahua, 2023)

- Los aditivos tienen un impacto significativo en la resistencia a la compresión del hormigón, que es su capacidad para resistir fuerzas de compresión. Los superplastificantes son sustancias que se añaden al cemento y a los áridos para mejorar la distribución de las partículas, dando como resultado una mayor densidad y una mejor cohesión del material. Esto puede conducir a un aumento en la resistencia a la compresión del concreto, lo cual es especialmente beneficioso en aplicaciones estructurales que requieren una resistencia excepcional.



- Los aditivos también pueden afectar la resistencia a la tracción del concreto, que es la capacidad del concreto para resistir fuerzas de tracción. Aditivos específicos poseen la capacidad de mejorar la conexión entre la pasta de cemento y los áridos, así como la robustez interna de la sustancia, resultando en un aumento de la resistencia a la tracción. Es imperativo tener esto en cuenta en escenarios donde el concreto está sometido a tensiones que resultan en su elongación, como en losas o elementos estructurales delgados.
- Los aditivos también pueden influir en el módulo de elasticidad del hormigón, que es la capacidad del hormigón de sufrir deformación elástica cuando se expone a una carga. Los aditivos específicos poseen la capacidad de mejorar la unión interna y el pegado entre sí dentro de la estructura de hormigón, lo que resulta en un aumento del módulo de elasticidad. Esta técnica mejora la rigidez del hormigón y disminuye su vulnerabilidad a la deformación cuando se somete a una carga. Esto es beneficioso en escenarios que requieren una estructura robusta y duradera, así como la capacidad de resistir la deformación.
- La ductilidad es la capacidad del hormigón para resistir la deformación antes de romperse, y la adición de aditivos puede alterar esta propiedad. Los aditivos específicos pueden mejorar la capacidad del hormigón para absorber energía antes de romperse, lo que da como resultado una mayor ductilidad. Esto es esencial en aplicaciones que requieren la capacidad de soportar impactos o cargas cíclicas sin fallas abruptas.
- La resistencia a la fatiga del hormigón, que se refiere a su capacidad para soportar presiones repetidas o fluctuantes sin romperse, se puede mejorar incluyendo ciertos aditivos. Los aditivos específicos tienen la capacidad de mejorar la adhesión entre las partículas de árido y la matriz del hormigón. Esto ayuda a reducir la propagación de fracturas y la degradación de materiales bajo situaciones de carga cíclica. Es especialmente importante en los casos en que el hormigón está sometido

a cargas dinámicas o cíclicas, como pavimentos o estructuras que sufren vibraciones.

En resumen, los aditivos tienen un impacto significativo en las propiedades mecánicas del concreto, incluyendo su resistencia a la compresión y tracción, elasticidad, flexibilidad y resistencia a la fatiga. Estos atributos poseen la capacidad de mejorar la eficiencia y durabilidad del concreto en muchas aplicaciones de construcción.

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

El impacto de los aditivos en las cualidades mecánicas del concreto está asociado con la forma en que estos químicos alteran la resistencia y otros atributos mecánicos del material, tanto durante el proceso de mezclado inicial como después de que se haya solidificado. A continuación, se ofrece una explicación exhaustiva de este suceso: (Pinto Pinto, 2022)

Los aditivos ejercen una influencia sustancial sobre la resistencia a la compresión del hormigón, que se refiere a su capacidad para soportar fuerzas de compresión. Los superplastificantes son aditivos utilizados en cemento y agregados para mejorar la dispersión de partículas, lo que conduce a una mayor densidad y una mejor cohesividad del material. Esto puede dar como resultado un aumento de la resistencia a la compresión del hormigón, lo cual es particularmente ventajoso en aplicaciones estructurales que requieren una resistencia notable.

Los aditivos también pueden influir en la resistencia a la tracción del hormigón, que se refiere a su capacidad para soportar fuerzas de tracción. Ciertos aditivos tienen la capacidad de mejorar la adhesión entre la pasta de cemento y los agregados, así como la resistencia inherente del material, lo que lleva a un aumento de la resistencia a la tracción. Es crucial considerar este aspecto cuando el concreto está expuesto a fuerzas que hacen que se expanda, como en losas o piezas estructurales delgadas.

Los aditivos también pueden afectar el módulo de elasticidad del hormigón, que se refiere a la capacidad del material para sufrir deformación elástica bajo una carga. Ciertos aditivos tienen la capacidad de mejorar la unión interna y la cohesión dentro de la estructura de hormigón, lo que lleva a un aumento en el módulo de elasticidad. Este método mejora la rigidez del hormigón y reduce su susceptibilidad a la deformación bajo presión externa. Esto resulta ventajoso en situaciones que requieren una estructura resistente y duradera, así como la capacidad de soportar la deformación.

La ductilidad se refiere a la capacidad del hormigón para soportar la deformación sin romperse, y la inclusión de aditivos puede modificar esta característica. Aditivos particulares pueden aumentar la capacidad del hormigón para absorber energía antes de fracturarse, lo que mejora la ductilidad. Esto es crucial en aplicaciones que requieren la capacidad de soportar impactos o presiones repetitivas sin fallas repentinas.

La resistencia a la fatiga del hormigón, que se refiere a su capacidad para soportar cargas repetitivas o variables sin fracturarse, se puede mejorar mediante el uso de aditivos específicos. Ciertos aditivos tienen la capacidad de mejorar la adhesión entre las partículas de árido y la matriz del hormigón. Esto ayuda a mitigar la propagación de fracturas y el deterioro de materiales en escenarios caracterizados por cargas recurrentes. Es particularmente crucial en situaciones en las que el hormigón está expuesto a cargas dinámicas o cíclicas, como pavimentos o estructuras que experimentan vibraciones.

Los aditivos ejercen una influencia sustancial sobre las características mecánicas del hormigón, abarcando su resistencia a la compresión y tracción, elasticidad, flexibilidad y resistencia a la fatiga. Estas características tienen la capacidad de mejorar la efectividad y longevidad del concreto en muchas aplicaciones de construcción.

### **2.2.5 Influencia de los agregados artificiales en el concreto**

La influencia de los áridos sintéticos en el hormigón es sustancial y abarca varios aspectos críticos que definen sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido. Los materiales artificiales o reciclados tienen el potencial de sustituir a los áridos naturales



en el hormigón, ofreciendo ventajas específicas y consideraciones técnicas a tener en cuenta. (Sika Perú, 2019)

Los áridos artificiales poseen la capacidad de modificar significativamente las características mecánicas del hormigón, como su resistencia a la compresión, a la tracción, a la flexión y a la abrasión. Por ejemplo, ciertos áridos sintéticos como la escoria de alto horno o las cenizas volantes pueden mejorar la resistencia a la compresión del hormigón debido a sus propiedades químicas y físicas únicas. Esta mejora es crucial en circunstancias en las que se requiere un nivel significativo de robustez estructural y la capacidad de soportar cargas inmensas.

Los áridos artificiales tienen la capacidad de influir en la resistencia del hormigón en condiciones ambientales adversas, así como en su robustez mecánica. Los guijarros de vidrio o cerámica reciclados pueden reforzar el hormigón mejorando su resistencia a la corrosión y al deterioro químico. Esto resulta especialmente beneficioso en proyectos sometidos a condiciones marítimas o industriales, donde suelen estar expuestos a sustancias corrosivas.

Las partículas sintéticas pueden afectar potencialmente a la trabajabilidad del hormigón fresco. Los áridos ligeros son un tipo de áridos que pueden reducir la densidad del hormigón y mejorar su trabajabilidad, facilitando su colocación y compactación. Sin embargo, ciertos áridos pulverizados meticulosamente poseen la capacidad de aumentar la adhesividad y consistencia de la mezcla, dando como resultado un hormigón más homogéneo y manejable a lo largo de la construcción.

Los áridos artificiales promueven la sostenibilidad al permitir la reutilización de materiales industriales y de desecho, reduciendo así la demanda de extracción de recursos naturales y minimizando la producción de residuos. Esta empresa contribuye a la conservación de los recursos naturales y a la gestión responsable de los residuos industriales, al tiempo que cumple las estrictas normativas medioambientales y de sostenibilidad del sector de la construcción.

Los áridos sintéticos tienen un amplio impacto en el hormigón, ya que ofrecen importantes posibilidades de mejorar su resistencia, durabilidad, trabajabilidad y sostenibilidad medioambiental. Mediante la elección meticulosa y la utilización correcta de estos elementos, las estructuras de hormigón pueden mejorar en términos de eficiencia y longevidad, garantizando el cumplimiento de los requisitos técnicos y medioambientales de las obras de construcción contemporáneas.

### 2.2.5.1 Estudios previos sobre agregados artificiales

La investigación actual sobre áridos sintéticos se centra principalmente en el análisis y evaluación de las cualidades, funcionamiento y usos de estos materiales en el hormigón. Estas investigaciones son fundamentales para comprender el impacto de los agregados sintéticos en las propiedades del concreto y su comportamiento en diferentes escenarios. Aquí hay una explicación completa: (Vergara & Colorado, 2020)

- Rasgos o cualidades distintivas que sirven para definir o describir algo. Caracterización: Las primeras investigaciones implican un análisis exhaustivo de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los agregados sintéticos. Esto implica evaluar múltiples factores, como morfología, dimensiones, características de la superficie, resistencia a la compresión, absorción de agua y densidad. Estos datos son esenciales para comprender el impacto de estos parámetros en la mezcla de hormigón y las características finales de la sustancia solidificada.
- El estudio investiga el impacto de varios agregados sintéticos en la viscosidad y trabajabilidad del concreto recién mezclado. Los investigadores investigan los efectos de los agregados sintéticos sobre los requisitos de agua, la cohesión de la mezcla y la facilidad de colocación y compactación. Es esencial garantizar el vertido exitoso del hormigón en diferentes formas y construcciones preservando al mismo tiempo su integridad y homogeneidad.



- Este estudio examina la influencia de los agregados sintéticos en las características físicas del concreto solidificado, con énfasis específico en su resistencia a la compresión, tracción, flexión y abrasión. Los investigadores llevan a cabo una investigación comparativa de concreto que incluye agregados manufacturados y concreto que contiene agregados naturales. El objetivo es determinar el tipo de agregado que demuestra el mejor desempeño en términos de resistencia y durabilidad, considerando diversas circunstancias ambientales y de carga.
- La evaluación de la durabilidad y resistencia a la degradación del hormigón que incorpora áridos artificiales implica cuantificar su capacidad para resistir la corrosión, la abrasión, la expansión por humedad y otras formas de deterioro. El estudio tiene como objetivo determinar si los agregados artificiales podrían mejorar la resiliencia del concreto en Correspondencia con los agregados naturales, particularmente en entornos exigentes como las regiones costeras o industriales.
- Además, las investigaciones tienen en cuenta no sólo las cualidades tecnológicas sino también las consecuencias económicas y medioambientales de la utilización de agregados artificiales. Se realiza una evaluación para examinar la accesibilidad, el costo y la sostenibilidad ambiental de estos materiales en Correspondencia con los agregados naturales. Los impactos ambientales del uso de recursos naturales se evalúan en Correspondencia con la utilización de materiales reciclados o industriales.

Estudios previos sobre áridos sintéticos han proporcionado una base sólida de conocimiento sobre la utilización eficiente de estos materiales en el sector de la construcción. Estas investigaciones son cruciales para establecer los estándares de mezcla de concreto más efectivos y promover enfoques de construcción sostenibles y económicamente viables.

### 2.2.5.2 Correspondencia entre agregados naturales y artificiales

La evaluación de los áridos naturales y producidos en relación con el hormigón implica examinar las disparidades en sus características físicas, mecánicas, ambientales y económicas, así como determinar su uso óptimo. Aquí hay una explicación completa:(Condori Canaza, 2022)

**El origen geológico y las condiciones de formación** de los agregados naturales, como las gravas y arenas producidas a partir de depósitos naturales, dan lugar a variaciones en sus cualidades físicas y mecánicas. La configuración y organización de los áridos influye significativamente en la manejabilidad y resiliencia del hormigón. Por el contrario, los agregados artificiales se refieren a materiales creados por humanos, como escoria de alto horno, cenizas volantes y agregados reciclados derivados de materiales como hormigón reciclado o vidrio roto. Estos compuestos poseen atributos distintivos y regulados que están diseñados específicamente para mejorar propiedades específicas del concreto, como su resistencia y durabilidad.

**La notable longevidad y capacidad** de resistir las condiciones ambientales de los agregados naturales se puede atribuir principalmente a su composición mineralógica y forma redondeada. Estas características confieren una robusta resistencia tanto a la abrasión como a la degradación natural. Estos materiales son apropiados para su uso en aplicaciones que requieren resistencia a ambientes corrosivos, como la construcción naval. Sin embargo, se pueden elegir ciertos agregados sintéticos por su capacidad para mejorar la durabilidad del concreto al proporcionar resistencia contra la corrosión y el deterioro químico, especialmente en entornos industriales o cuando se exponen a productos químicos fuertes.

**La trabajabilidad del hormigón nuevo**, que se refiere a su facilidad de mezclar, transportar, colocar y compactar, puede diferir según el tipo de agregados utilizados, ya sean naturales o artificiales. Debido a su forma y tamaño únicos, los agregados naturales brindan trabajabilidad inherente, facilitando la colocación de concreto en encofrados y



estructuras intrincadas. Sin embargo, es posible que muchos agregados sintéticos requieran modificaciones en la mezcla para mantener el mismo nivel de suavidad y uniformidad que el concreto recién mezclado.

**Las variables económicas y ambientales** impactan los costos de los agregados naturales, incluida su disponibilidad geográfica y las tarifas de transporte. Al comparar los áridos artificiales, pueden tener precios de salida mayores debido a los procesos de fabricación y tratamiento necesarios. Sin embargo, pueden proporcionar ventajas económicas duraderas al disminuir la dependencia de los recursos naturales y abogar por métodos de construcción sostenibles mediante el uso de materiales reciclados o subproductos industriales.

**Impacto ambiental:** La extracción de agregados naturales puede causar consecuencias adversas sustanciales en el medio ambiente, incluidos cambios en las características visuales del paisaje, daños a los ecosistemas locales y agotamiento de recursos no renovables. Sin embargo, la utilización de agregados sintéticos podría mitigar estas consecuencias adversas al reutilizar materiales industriales o abandonados, disminuyendo así la necesidad de recursos naturales y disminuyendo la producción de desechos. Evaluar todo el ciclo de vida de los materiales es esencial para comprender su verdadera influencia ecológica, abarcando factores como el uso de energía relacionado con la producción y el transporte de áridos sintéticos.

La evaluación de los áridos tanto naturales como artificiales es crucial para determinar el tipo más adecuado para un proyecto constructivo, teniendo en cuenta los elementos técnicos, económicos, ambientales y de durabilidad del hormigón. La decisión final dependerá de las circunstancias específicas de la región, los requisitos del diseño y los objetivos de sostenibilidad del proyecto.

### 2.2.5.3 Impacto en la resistencia mecánica

La durabilidad mecánica del hormigón se ve afectada por varios factores, como la elección de los agregados (naturales o artificiales), los aditivos, las técnicas de mezclado



y los métodos de curado. Estos parámetros determinan la capacidad del hormigón para resistir fuerzas externas. A continuación, se muestra una explicación detallada y exhaustiva:(Alvarado Gilvonio, 2019a)

La selección de los áridos, ya sean naturales o fabricados deliberadamente, afecta significativamente a la robustez mecánica del hormigón. Los agregados naturales, como la grava y la arena, generalmente poseen cualidades mecánicas ventajosas debido a su forma y dureza inherentes. Sin embargo, áridos sintéticos específicos, como la escoria de alto horno o las cenizas volantes, tienen la capacidad de mejorar la longevidad del hormigón al ofrecer partículas resilientes y adaptables que ayudan en el proceso de unión con la pasta de cemento.

Los aditivos, como los superplastificantes, retardadores, aceleradores y modificadores de la viscosidad, tienen la capacidad de modificar la resistencia mecánica del hormigón al influir en su capacidad para trabajar, el tiempo que tarda en fraguar y su capacidad de fluir. Los superplastificantes pueden mejorar la flexibilidad del hormigón sin sacrificar su resistencia. Sin embargo, los aceleradores pueden aumentar rápidamente la resistencia inicial del concreto cuando se necesitan tiempos de curado más cortos.

La fusión de los constituyentes y la posterior solidificación son cruciales para garantizar que el hormigón alcance su máxima potencia estructural. Mezclar y regular adecuadamente los componentes ayuda a comprimir el cemento de manera efectiva y mejorar las reacciones químicas, optimizando así las propiedades mecánicas del concreto.

La relación agua-cemento (a/c) es un factor crítico que afecta la integridad estructural del hormigón. La reducción de la relación agua-cemento (a/c) mejora la resistencia del material al mejorar la compactación de la pasta de cemento y disminuir la porosidad. Como resultado, el hormigón tratado muestra una mayor resistencia a las tensiones de compresión y flexión.

La resiliencia mecánica del hormigón está estrechamente relacionada con su porosidad y su capacidad para resistir la abrasión y los daños. Combinando áridos y

aditivos adecuados se puede reducir la permeabilidad del hormigón, mejorando así su capacidad para soportar diferentes cargas y condiciones ambientales adversas como abrasión, corrosión y ciclos de hielo-deshielo que pueden degradar gradualmente el material.

La resistencia mecánica del hormigón está determinada principalmente por varios factores, incluida la selección de agregados, el uso de aditivos apropiados, el método de mezclado y curado y la relación agua-cemento. Para cumplir con los requisitos de resistencia mecánica para diferentes aplicaciones estructurales e infraestructurales, es esencial comprender y mejorar estas propiedades del concreto.

### **2.2.6 Impacto de la adición de aditivos**

La inclusión de aditivos en el hormigón tiene un impacto significativo en las características y cualidades del material, afectando así a su comportamiento y desempeño en aplicaciones específicas. A continuación, se muestra una aclaración detallada: (Cruz Díaz & Arana Pari, 2021)

Los aditivos tienen el poder de modificar varias características físicas del concreto, incluyendo trabajabilidad, consistencia, segregación y densidad. Los superplastificantes, como los enumerados, mejoran la fluidez del hormigón sin aumentar sustancialmente el contenido de agua, facilitando su colocación y compresión en encofrados complejos.

Controlar el tiempo de fraguado: Ciertas sustancias, como retardadores y aceleradores, tienen un impacto en el tiempo que tarda el concreto en solidificarse. Los retardadores son agentes que prolongan la duración del proceso de endurecimiento del hormigón. Son especialmente beneficiosos en ambientes de alta temperatura o cuando se necesita tiempo adicional para el transporte y colocación del concreto. Por el contrario, los aceleradores mejoran la velocidad del proceso de fraguado, lo que resulta ventajoso para aplicaciones que requieren un curado rápido.



Los aditivos tienen la capacidad de mejorar las características mecánicas del hormigón endurecido, incluida su resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y durabilidad. Los aditivos específicos pueden mejorar la relación agua-cemento, lo que resulta en una disminución de la porosidad y una mayor durabilidad a largo plazo del concreto.

**Durabilidad mejorada:** Ciertos aditivos están formulados específicamente para mejorar la capacidad del concreto para resistir condiciones climáticas adversas, como la corrosión, los ciclos de congelación y descongelación y la abrasión. Estos aditivos sirven para proteger los edificios de hormigón contra la degradación temprana y tienen la capacidad de prolongar su vida operativa.

La implementación de aditivos específicos puede mejorar la sostenibilidad en la construcción al disminuir la cantidad de cemento utilizado, optimizar la utilización de recursos y fomentar la adopción de materiales reciclados o alternativos. Esto tiene el potencial de reducir significativamente la huella ambiental de los edificios y mejorar el manejo de los residuos industriales.

**Compatibilidad y efectos secundarios:** Es imperativo evaluar la compatibilidad de los aditivos con otros componentes del concreto y garantizar que no induzcan efectos secundarios adversos, como segregación, agrietamiento o reducción de la durabilidad a largo plazo. Antes de integrar aditivos en aplicaciones prácticas, es imperativo realizar investigaciones y pruebas de laboratorio para evaluar el impacto preciso de cada aditivo en las mezclas de concreto.

En general, la adición de aditivos al hormigón tiene un impacto amplio y complejo, que incluye mejorar las características físicas y mecánicas, agilizar el procedimiento de construcción y fomentar una mayor sostenibilidad. Elegir minuciosamente y medir con precisión los aditivos es crucial para maximizar las ventajas y minimizar cualquier posible impacto negativo en el rendimiento del hormigón.

### 2.2.6.1 Mejora en la resistencia a la compresión

Mejorar la resistencia a la compresión del hormigón es un procedimiento crucial para garantizar su capacidad para soportar cargas verticales de manera eficiente. Este componente es crucial en la construcción de edificios que requieren niveles excepcionales de durabilidad y resistencia. (Vergara & Colorado, 2020)

La optimización de la composición es un método crucial para mejorar la resistencia a la compresión del hormigón. Este proceso implica ajustar meticulosamente la relación agua-cemento para minimizar la creación de huecos minúsculos y mejorar la compacidad de la pasta de cemento. Para mejorar la capacidad del hormigón para soportar tensiones de compresión, es imperativo disminuir la cantidad de agua en la mezcla y utilizar cementos de alta resistencia. Estas estrategias facilitan la formación de una estructura más compacta e impermeable.

La selección del agregado apropiado es crucial para mejorar la resistencia a la compresión, junto con la composición de la mezcla. Los agregados superiores, como la grava y la arena de primer nivel, ofrecen una estructura interna más fuerte que es menos susceptible a romperse cuando se somete a cargas pesadas. La forma y consistencia de los agregados también son factores cruciales, ya que impactan la facilidad de manejo y la capacidad del concreto para distribuir uniformemente las presiones de compresión.

Los aditivos tienen una función crucial para mejorar la resistencia a la compresión del hormigón. Los superplastificantes mejoran la fluidez de la mezcla sin requerir agua adicional, lo que facilita el vertido y la compresión efectivos del hormigón en construcciones complejas. Además, la inclusión de sustancias como cenizas volantes o humo de sílice puede reaccionar químicamente con el cemento durante la hidratación, lo que da como resultado una mayor durabilidad y una mayor resistencia a largo plazo del concreto.

La técnica correcta de curado del hormigón es igualmente vital para lograr la resistencia a la compresión deseada. El curado con vapor, el curado húmedo y el curado con membranas son técnicas eficientes para lograr una hidratación total del cemento



durante todo el proceso de curado. Estos métodos mejoran el desarrollo de cristales hidratados, mejorando así la durabilidad del hormigón.

Garantizar el control de calidad es crucial durante todo el proceso, desde el desarrollo inicial de la combinación hasta la evaluación final de su resistencia. Esto se realiza para validar que el concreto cumple con los criterios de resistencia especificados como se describe en el diseño. Los ensayos de resistencia a la compresión proporcionan información precisa sobre el comportamiento del hormigón, lo que permite implementar modificaciones esenciales para garantizar la seguridad y la longevidad de los edificios construidos.

Para mejorar la resistencia a la compresión del hormigón, es fundamental implementar un método integral. Esto implica una evaluación exhaustiva de diferentes factores, incluida la composición de la combinación, la elección de los componentes, el uso de aditivos adecuados, el proceso de curado y el control de calidad. Estas técnicas mejoran la durabilidad y la vida útil del hormigón, lo que conduce a un mejor rendimiento en varias aplicaciones de construcción e ingeniería civil.

### **2.2.6.2 Aumento de la durabilidad**

Mejorar la durabilidad del hormigón implica emplear técnicas y estrategias para prolongar su vida útil y mantener su integridad estructural, permitiéndole resistir los efectos nocivos del medio ambiente y el uso continuo. Este componente es esencial en la construcción de infraestructuras que requieren una resiliencia duradera y costos mínimos de mantenimiento. (Arenas Condori, 2022)

Para prolongar la vida útil del hormigón, es fundamental elegir cuidadosamente los componentes y preparar hábilmente la mezcla con gran precisión. Al utilizar cementos bajos en álcalis de alta calidad y al incorporar aditivos como cenizas volantes o humo de sílice, la permeabilidad del concreto se puede reducir significativamente y se puede mejorar su resistencia a la corrosión. Estos aditivos sufren una reacción química con los productos de hidratación del cemento, lo que resulta en un sellado eficiente de pequeños



agujeros y grietas. Esta técnica reduce la permeación de agua, cloruros y otras sustancias nocivas que pueden comprometer gradualmente la resistencia estructural del hormigón.

Además, es esencial mantener una relación agua-cemento óptima y utilizar métodos de compactación efectivos durante el proceso de colocación del concreto para minimizar la porosidad y asegurar una dispersión uniforme de los componentes. Esto aumenta la compacidad de la estructura de hormigón, mejorando así su capacidad para tolerar daños y soportar presiones estructurales sin deterioro prematuro.

El proceso de curado es crucial para garantizar la durabilidad y dureza del hormigón. Métodos como el curado húmedo, el curado con vapor y el uso de membranas de curado garantizan eficazmente que el cemento esté adecuadamente hidratado durante las primeras etapas de solidificación y endurecimiento. Esto facilita la formación de cristales de hidratación condensados y más robustos, mejorando así la resiliencia general del hormigón frente a condiciones climáticas severas y ciclos de congelación y descongelación.

Los selladores y revestimientos protectores mejoran la durabilidad y la vida útil del hormigón cuando se somete a condiciones difíciles. Estos químicos forman una barrera física que reduce la penetración de agua, gases corrosivos y contaminantes del aire, manteniendo así la durabilidad a largo plazo del concreto.

Realizar constantemente inspecciones de mantenimiento y reparaciones preventivas es esencial para detectar y resolver cualquier deterioro antes de que se convierta en problemas sustanciales. El seguimiento constante de la estructura permite la rápida ejecución de las medidas correctivas necesarias, prolongando así la vida útil del hormigón y optimizando los recursos financieros asignados para el mantenimiento a largo plazo.

En resumen, aumentar la durabilidad del concreto es un proceso complejo que involucra varios pasos, como diseño, mezcla, curado, protección y mantenimiento continuo. Al seguir los protocolos adecuados en cada fase, se garantiza que el hormigón

mantenga sus propiedades estructurales y estéticas durante su vida útil prevista, garantizando así la seguridad y el rendimiento óptimo de los edificios creados.

### 2.2.6.3 Modificación de la trabajabilidad del concreto

y procedimientos para alterar la consistencia y fluidez del concreto fresco durante su colocación y compactación en el sitio de construcción. Esta característica es fundamental para garantizar que el hormigón pueda transportarse y colocarse eficazmente sin poner en riesgo su solidez estructural. A continuación, se muestra una explicación detallada que se divide en varios párrafos:(Mayorca, 2020)

La trabajabilidad del concreto es un atributo crítico que impacta directamente en su facilidad de manipulación y posicionamiento durante la construcción. La propiedad especificada depende de la consistencia y capacidad del concreto para fluir suavemente, las cuales se ven afectadas por elementos que incluyen el contenido de agua, la cantidad de cemento utilizado, el tipo y número de agregados y la presencia de aditivos específicos.

Los aditivos superplastificantes son un medio eficaz para alterar la trabajabilidad del hormigón. Estos aditivos químicos pueden mejorar en gran medida la fluidez del hormigón sin necesidad de agua adicional, facilitando así su colocación en estructuras intrincadas o encofrados con formas irregulares. Los superplastificantes funcionan disminuyendo la tensión superficial del agua y mejorando la dispersión de las partículas de cemento, lo que lleva a una combinación más uniforme y manejable.

Un método adicional para modificar la trabajabilidad es alterando la relación agua-cemento. Disminuir esta relación puede mejorar el espesor y la adhesividad del hormigón, mejorando así su capacidad para conservar la forma deseada sin comprometer su fluidez necesaria para el procedimiento de colocación. Sin embargo, es imperativo lograr un equilibrio óptimo, ya que una disminución de la relación agua-cemento puede dar lugar a una mezcla excesivamente inflexible y difícil de manipular.

Varios factores pueden afectar la trabajabilidad del concreto, como la aplicación de superplastificantes, la proporción de agua y cemento, la temperatura del concreto y la duración del mezclado. Con el fin de garantizar el movimiento continuo del concreto durante su transporte y colocación, particularmente bajo circunstancias climáticas desfavorables que puedan afectar la retención de agua y el tiempo de fraguado, es imperativo ejercer control sobre estas características.

Mejorar la trabajabilidad del hormigón no sólo facilita su colocación y compactación, sino que también mejora la calidad del acabado superficial y mitiga problemas como la segregación y la creación de burbujas de aire. Por lo tanto, es imperativo realizar evaluaciones de trabajabilidad en el laboratorio e implementar los ajustes necesarios en el sitio para garantizar que el concreto cumpla con las especificaciones exactas de cada proyecto, garantizando así su longevidad y su integridad estructural continua.

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1. Aditivo**

Los aditivos químicos son sustancias que se añaden a la mezcla de hormigón durante su producción para modificar y mejorar sus propiedades. Los aditivos pueden cambiar la resistencia, durabilidad, trabajabilidad, tiempo de fraguado y otras características del hormigón. Se utilizan para optimizar el rendimiento del hormigón en diversas aplicaciones de la construcción. (Aparicio & Andrés, 2020)

### **2.3.2. Acelerante de fragua**

Un acelerador de fraguado es una sustancia que se agrega al concreto para acelerar el fraguado y la solidificación inicial del cemento. Esto permite que el hormigón adquiera resistencia rápidamente, lo que resulta especialmente ventajoso en circunstancias de clima frío o situaciones en las que se requiere una rápida retirada del encofrado y activación de la estructura. (Sika Perú, 2019)

### **2.3.3. Agregado artificial**

Un agregado artificial se refiere a un material granular sintético, como arena o grava, que se fabrica deliberadamente con el fin de incorporarlo a mezclas de concreto. Los agregados, derivados de materiales reciclados o sintéticos, son cruciales para mejorar las características mecánicas y la naturaleza duradera del concreto. (Mayorca & Dante, 2020)

### **2.3.4. Concreto hidráulico**

El hormigón hidráulico es un material compuesto formado por cemento, áridos finos y gruesos, agua y aditivos. Se pretende que al combinarse con agua se someta a un proceso químico llamado hidratación, lo que hace que se solidifique. Esta variedad particular de hormigón se utiliza ampliamente en el sector de la construcción debido a su excepcional resistencia y capacidad de solidificarse incluso cuando se sumerge en agua. (Rodríguez Sánchez & Tibabuzo Jiménez, 2019)

### **2.3.5. Resistencia a compresión**

La resistencia a la compresión se refiere a la capacidad del hormigón para soportar presiones perpendiculares, particularmente fuerzas de compresión. Las pruebas de laboratorio se utilizan para evaluar la resistencia estructural del hormigón en diferentes aplicaciones, como columnas y cimientos. (Santamaría et al., 2021)

### **2.3.6. Resistencia a tracción**

Resistencia a la tracción: La resistencia a la tracción del hormigón es su capacidad para soportar fuerzas que provocan estiramiento o fractura del material. Al diseñar estructuras que experimentan flexión, como vigas y losas, es fundamental tener en cuenta que la resistencia a la tracción de un material es generalmente menor que su resistencia a la compresión. (Diaz Diaz & Rimarachin Vasquez, 2023)



### **2.3.7. Superplastificante**

Un superplastificante es un aditivo químico utilizado en el hormigón para mejorar su trabajabilidad y fluidez, disminuyendo así la necesidad de agua adicional. Ayuda a disminuir la relación agua-cemento y simplifica el proceso de colocación y compresión de concreto en proyectos con estructuras intrincadas o muy reforzadas.(Alvarado Gilvonio, 2019b)



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Diseño de la investigación

El diseño de investigación es un enfoque sistemático y estructurado que guía la recopilación y el análisis de datos para investigar un problema de investigación específico o confirmar una hipótesis. Este diseño comprende decisiones cruciales sobre la metodología del estudio (cuantitativa, cualitativa o mixta), procesos de recopilación de datos, identificación y manipulación de variables, selección y tamaño de la muestra, análisis de datos y consideraciones éticas. El objetivo principal es garantizar la precisión, confiabilidad y trascendencia de los descubrimientos, generando así una valiosa contribución a la comprensión en el dominio de estudio particular. (Amorós Morote & Bendezú Ulloa, 2019)

Este trabajo presenta un novedoso enfoque experimental para gestionar las cantidades o proporciones de los componentes utilizados en la fabricación de concreto convencional. El objetivo es analizar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón. Se calcularán los porcentajes y se contrastará el diseño del ensayo utilizando aditivo superplastificante y aditivo acelerante de fragua con un diseño normal.

## 3.2 Método de la investigación

Esta técnica abarca el proceso de toma de decisiones para determinar la estructura del estudio, seleccionar participantes, recopilar y analizar datos e interpretar los hallazgos. El objetivo fundamental es lograr resultados precisos y confiables que mejoren la comprensión en un área específica de experiencia científica o académica. (Reyes, 2022)

Nuestro proyecto de investigación usa la metodología cuantitativa ya que estaremos observando y examinando el impacto de varias dosificaciones de la adición de algunos materiales como lo son los aditivos superplastificantes y acelerantes de fragua sobre las propiedades mecánicas del concreto convencional.

## 3.3 Nivel y tipo de la investigación

### 3.3.1 Nivel de la investigación

El nivel de estudio se refiere al grado de minuciosidad y precisión con el que se examina un tema o cuestión de investigación. El alcance de la investigación puede abarcar varios tipos de investigación, como la investigación exploratoria, que tiene como objetivo obtener una comprensión preliminar y completa de un fenómeno o problema, la investigación descriptiva, que tiene como objetivo proporcionar descripciones detalladas de características o fenómenos específicos y, en última instancia, la investigación explicativa, que tiene como objetivo establecer relaciones causales entre variables. Cada etapa de la investigación requiere la utilización de procedimientos y estrategias adecuados para recopilar y analizar datos que se alineen con los objetivos y características del estudio. (Reyes, 2022)

### 3.3.2 Tipo de la investigación

Los paradigmas de investigación son categorizaciones cruciales que dictan los métodos y procedimientos utilizados para estudiar diversas investigaciones. La investigación exploratoria se lleva a cabo principalmente para examinar imparcialmente un



tema, evento o cuestión con el fin de obtener una comprensión profunda del campo de estudio y proporcionar hipótesis o consultas más específicas para futuras investigaciones. La investigación descriptiva tiene como objetivo proporcionar descripciones y documentación exhaustivas de características o fenómenos observables. El objetivo es ofrecer respuestas a consultas sobre la identidad, características, momento y paradero de estas observaciones. (Gomez Rojas, 2020)

El presente estudio se clasifica como investigación aplicada, ya que implica la aplicación práctica de determinadas metodologías en el proceso de fabricación de unidades de mampostería. Los procedimientos pueden ser convencionales o implicar la aplicación de compuestos químicos.

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

#### **3.4.1 Población**

En el contexto de la investigación, el término "población" denota todo el grupo de individuos, objetos, eventos o fenómenos que poseen características específicas y son el principal tema de investigación. La frase "población" denota el conjunto completo de individuos bajo investigación, de los cuales los investigadores buscan derivar hallazgos integrales y abarcadores. La población puede clasificarse como finita, lo que indica que posee una cierta cantidad de elementos, o ilimitada en circunstancias teóricas. Delinear con precisión la población es crucial para establecer los parámetros y la importancia de los hallazgos de la investigación. Además, es esencial elegir cuidadosamente una muestra representativa e interpretar con precisión los hallazgos. (Ojeda, 2020)

**Figura 1**

*Mapa ubicación del distrito de Cabanillas*



### 3.4.2 Muestra

En el campo de la investigación, una muestra se refiere a un subconjunto representativo y cuidadosamente seleccionado de una población más grande. El objetivo de esto es agilizar el procedimiento de formulación de inferencias precisas sobre toda la población. La muestra se elige cuidadosamente para garantizar que refleje con precisión las características y variedad de la población objetivo. Para reducir el sesgo y garantizar una representación precisa de la población en general, es fundamental emplear métodos aleatorios o estadísticamente sólidos para seleccionar muestras. El proceso de selección de muestras es vital para garantizar la precisión y uniformidad de los hallazgos de la investigación.

En este estudio se seleccionó a propósito un determinado subgrupo de la población para llevar a cabo una investigación comparable. La investigación se llevó a cabo en un laboratorio controlado, donde se realizaron experimentos tanto con aditivo

superplastificante y aditivo acelerante de fragua en el distrito de San Román. Aquí se muestran los resultados de estos exámenes.

La muestra para este estudio se obtendrá de:

- Muestra patrón
- Muestra con aditivo superplastificante 0.6%
- Muestra con aditivo superplastificante 1.2%
- Muestra con aditivo acelerante de fragua 1.5%
- Muestra con aditivo acelerante de fragua 2.5%

MP = Muestra patrón

AAF = Aditivo acelerante de fragua

AS = Aditivo superplastificante

**Tabla 2**

*Cantidad de muestras que se usaran para la resistencia a compresión*

Muestra	Número de muestras por ensayo				Total
	3 días	7 días	14 días	28 días	
<b>MP</b>	5	5	5	5	<b>20</b>
<b>MP + 0.6% AS</b>	5	5	5	5	<b>20</b>
<b>MP + 1.2% AS</b>	5	5	5	5	<b>20</b>
<b>MP + 1.5% AAF</b>	5	5	5	5	<b>20</b>
<b>MP + 2.5% AAF</b>	5	5	5	5	<b>20</b>
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>100</b>

La Tabla 2 detalla la cantidad de muestras que serán sometidas a pruebas de resistencia a compresión en distintos periodos de curado. Se incluyen cinco grupos de muestras: la muestra patrón (MP), la combinación de MP con un 0.6 % de aditivo superplastificante (AS), otra con 1.2 % de AS, así como la mezcla de MP con 1.5 % de aditivo acelerante de fraguado (AAF), y finalmente, MP combinado con 2.5 % de AAF. Para cada grupo de muestra se evaluarán 5 especímenes en intervalos de 3, 7, 14 y 28 días, obteniendo un total de 20 muestras por cada conjunto experimental. En suma, se utilizarán 100 muestras

en total para todos los ensayos de resistencia, asegurando una evaluación completa a través del tiempo.

**Tabla 3**

*Cantidad de muestras elaboradas para la resistencia a tracción*

Muestra	Número de muestras por ensayo				Total
	3 días	7 días	14 días	28 días	
MP	5	5	5	5	<b>20</b>
MP + 0.6% AS	5	5	5	5	<b>20</b>
MP + 1.2% AS	5	5	5	5	<b>20</b>
MP + 1.5% AAF	5	5	5	5	<b>20</b>
MP + 2.5% AAF	5	5	5	5	<b>20</b>
Total	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>100</b>

La Tabla 2 detalla la cantidad de muestras que serán sometidas a pruebas de resistencia a compresión en distintos periodos de curado. Se incluyen cinco grupos de muestras: la muestra patrón (MP), la combinación de MP con un 0.6 % de aditivo superplastificante (AS), otra con 1.2 % de AS, así como la mezcla de MP con 1.5 % de aditivo acelerante de fraguado (AAF), y finalmente, MP combinado con 2.5 % de AAF. Para cada grupo de muestra se evaluarán 5 especímenes en intervalos de 3, 7, 14 y 28 días, obteniendo un total de 20 muestras por cada conjunto experimental. En suma, se utilizarán 100 muestras en total para todos los ensayos de resistencia, asegurando una evaluación completa a través del tiempo.

### 3.5 Técnicas e instrumentos

#### 3.5.1 Técnicas

En el campo de la investigación, las tácticas se refieren a los procedimientos específicos y protocolos sistemáticos utilizados para recopilar, analizar y aclarar datos con el fin de abordar preguntas de investigación o confirmar hipótesis. Los métodos utilizados



pueden variar significativamente según la naturaleza de la investigación y los objetivos específicos de la investigación. Ejemplos comunes de metodologías incluyen encuestas, entrevistas, observaciones, experimentos de laboratorio, análisis estadístico, estudios de casos, examen de documentos y otros. Seleccionar y ejecutar procedimientos adecuados es esencial para garantizar la precisión y uniformidad de los datos recopilados, así como para obtener resultados significativos y confiables en investigaciones científicas y académicas. (Medina et al., 2023)

### **3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación**

Las herramientas de recopilación de datos en la investigación son instrumentos meticulosamente elaborados que se utilizan para recopilar datos de manera metódica y precisa sobre factores pertinentes asociados con el tema de investigación. Los instrumentos abarcan una variedad de métodos, como encuestas estructuradas, entrevistas escritas, escalas de calificación, observaciones sistemáticas o dispositivos de grabación electrónicos. Cada instrumento está cuidadosamente diseñado para recopilar datos precisos que se alineen con los objetivos y el diseño de la investigación.

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

### **3.6.1 Validación de los instrumentos**

La validación de instrumentos de investigación implica una evaluación integral y sistemática de la idoneidad, precisión y coherencia de las herramientas utilizadas para recopilar datos. El objetivo de esta técnica es evaluar la precisión y confiabilidad del equipo en la medición de las variables deseadas. La validación implica varias etapas, incluida la evaluación de expertos para evaluar la relevancia y claridad de las preguntas, pruebas piloto para identificar posibles problemas en la administración o interpretación de los instrumentos y análisis estadístico para determinar la consistencia interna y confiabilidad de los resultados obtenidos. La validación implica verificar que los instrumentos sean



apropiados para la población de estudio en términos de su cultura e idioma, asegurando así la precisión y el uso de los datos recopilados con fines de investigación.

### **3.6.2 Confiabilidad de instrumentos**

La confiabilidad de los dispositivos de recolección de datos es crucial en la investigación, ya que se refiere a la consistencia y estabilidad de los hallazgos derivados de su uso. Un instrumento se considera confiable cuando produce resultados consistentes y repetibles tras su uso repetido en entornos análogos. La confiabilidad es esencial ya que garantiza que los datos representen adecuadamente la realidad bajo examen, reduce el error de medición y verifica que las variaciones en los hallazgos provienen de cambios genuinos en los fenómenos que se investigan y no de deficiencias en el instrumento de medición.

Existen varias metodologías para evaluar la confiabilidad de un instrumento. La técnica test-retest es un enfoque frecuente que implica administrar el mismo instrumento a la misma cohorte en dos períodos de tiempo distintos y luego evaluar los hallazgos para compararlos. Si los hallazgos son similares, se puede deducir que el instrumento tiene buena confiabilidad. Una forma alternativa es el enfoque de consistencia interna, que evalúa la coherencia entre varios componentes o ítems del instrumento y su evaluación uniforme del concepto relevante. Esto puede evaluarse calculando coeficientes como el alfa de Cronbach, que cuantifica la coherencia entre los ítems de la escala.

Evaluar la confiabilidad entre evaluadores es esencial, ya que cuantifica el nivel de concordancia entre muchos evaluadores que utilizan el mismo instrumento. Si dos o más personas obtienen resultados comparables utilizando el instrumento en los mismos entornos, puede considerarse confiable desde una perspectiva de evaluación subjetiva. En resumen, la confiabilidad denota la precisión de los datos recopilados y es esencial para mantener la validez general del estudio, ya que los datos defectuosos pueden dar lugar a hallazgos erróneos e improductivos.



### 3.7 Plan de recolección y procesamiento de datos

#### 3.7.1 Procedimiento del desarrollo de plan de investigación

##### ✿ Búsqueda de información

La recuperación de información es un proceso crucial en la investigación, ya que facilita el descubrimiento, selección y recopilación de materiales relevantes y confiables para abordar el problema de estudio. Este método implica un análisis exhaustivo de varias fuentes, incluidas bibliotecas físicas, bases de datos digitales, revistas científicas, libros especializados e informes técnicos, entre otros. La eficacia de una búsqueda de información eficiente depende de la capacidad del investigador para formular preguntas claras y precisas, así como de utilizar estrategias y herramientas adecuadas para obtener la información más relevante y actualizada.

La primera fase de este proceso implica definir claramente el tema y los objetivos de la investigación, acotando así el enfoque y determinando las palabras clave más adecuadas. Estas palabras clave permiten descubrir los artículos y publicaciones más relevantes dentro de bases de datos científicas, motores de búsqueda académicos y otros archivos. La búsqueda se puede refinar aún más utilizando parámetros específicos como idioma, fecha de publicación y disciplina científica, produciendo así resultados que se ajusten más a las necesidades del investigador.

Es importante evaluar la calidad y confiabilidad de las fuentes revisadas, ya que no toda la información disponible es confiable ni está sustentada en evidencia científica. Por lo tanto, se debe dar prioridad a las publicaciones que hayan sido sometidas a revisión por pares y sean producidas por instituciones académicas o de investigación reconocidas. La gestión eficaz de la información implica la recopilación de datos, la disposición metódica y las citas precisas, asegurando que el material utilizado en el estudio sea accesible y verificable, aumentando así el rigor y la solidez de la investigación.

- ✿ **Materiales empleados para la investigación**
- ✓ **Aditivo superplastificante:** Un aditivo superplastificante es un ingrediente químico utilizado en la industria del hormigón para mejorar la trabajabilidad y fluidez de la mezcla, manteniendo estable la relación agua-cemento. Los reductores de agua de alto rango, conocidos como HRWR, son aditivos que se utilizan en el hormigón nuevo para reducir el contenido de agua requerido para lograr la fluidez o trabajabilidad necesaria de la mezcla. Esto mejora el proceso de vertido e inyección de hormigón en estructuras complejas o fuertemente reforzadas, aumentando así su capacidad de movimiento y reduciendo las posibilidades de desprendimiento y filtraciones.

**Figura 2**

*Aditivo superplastificante*



- ✓ **Aditivo acelerante de fragua:** Un acelerante de fraguado es un compuesto crucial empleado en la industria del hormigón para acelerar la fase de curado inicial del cemento. El objetivo principal de esta sustancia es acelerar los procesos químicos que ocurren dentro de la mezcla de concreto, particularmente el proceso de hidratación del cemento Portland. Este método mejora significativamente la integridad estructural del hormigón, permitiéndole soportar cargas y tensiones sustanciales durante las fases iniciales de solidificación.

**Figura 3**

*Aditivo acelerante de fragua*



**Nota.** Fuente Google

#### ✿ Extracción de los agregados

La extracción de áridos es una operación crucial en la industria de la construcción, ya que estos materiales son vitales para la fabricación de hormigón, morteros y otros componentes estructurales. Los agregados, que pueden ser finos (p. ej., arena) o gruesos (p. ej., grava o piedra triturada), se obtienen de fuentes naturales, a menudo canteras o ríos, mediante procesos como la extracción, el transporte y el procesamiento posterior de materiales.

La primera fase de extracción consiste en evaluar y analizar el yacimiento, lo que ayuda a determinar la calidad y cantidad del material accesible. Una vez identificada una fuente factible, se realiza la excavación, ya sea manualmente o, más a menudo, con equipos pesados como retroexcavadoras y palas motorizadas. El material extraído puede necesitar una clasificación por tipo de agregado para segregar varios tamaños de partículas y asegurar el cumplimiento de los criterios técnicos necesarios para los fines de construcción.

Posteriormente, los áridos suelen someterse a un proceso de lavado para eliminar impurezas como polvo, arcilla o materia orgánica, mejorando así sus características de adherencia y durabilidad cuando se incluyen en las mezclas de hormigón. Luego del

posprocesamiento, los agregados se transportan al sitio de aplicación, preservando sus propiedades físicas y mecánicas fundamentales para el proyecto. La calidad del agregado extraído influye directamente en las cualidades finales del concreto, incluida su resistencia a la compresión, trabajabilidad y durabilidad, por lo que la gestión de extracción y procesamiento es esencial para proyectos de infraestructura.

### **3.7.2 Etapa de campo**

#### **a. Recolección de muestras de agregados naturales.**

La adquisición de muestras de áridos naturales es fundamental para garantizar que los materiales utilizados en la construcción cumplen con los criterios técnicos requeridos por el proyecto. Este enfoque facilita la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, incluido el tamaño de partícula, la densidad, la absorción y la resistencia, entre otros factores. Las muestras deben representar con precisión el lote de material extraído para garantizar que los atributos evaluados reflejen realmente las circunstancias de todos los agregados designados para su uso.

El procedimiento comienza con la identificación del lugar de extracción, incluyendo canteras, cauces o bancos de material, de donde se eligen regiones representativas. Se recolectan muestras de varios lugares del sitio para garantizar la representatividad y reducir el sesgo en los hallazgos. Se utilizan diversos métodos de recolección en función del tipo de agregado, ya sea fino (p. ej., arena) o grueso (p. ej., grava), para garantizar que las cantidades obtenidas sean suficientes para los ensayos pertinentes.

Las muestras deben recolectarse de acuerdo con las regulaciones pertinentes, incluidas las normas técnicas nacionales e internacionales que delinean los procesos adecuados para el muestreo, procesamiento y almacenamiento. Las muestras se transportan meticulosamente para evitar contaminación o modificación de sus cualidades, que podrían comprometer los resultados de pruebas posteriores. En el laboratorio, estas muestras se someten a numerosos ensayos para comprobar si los áridos cumplen con los



criterios establecidos para aplicaciones de ingeniería, asegurando así la calidad y durabilidad de los proyectos. (Ojeda, 2020)

### **3.7.3 Etapa de laboratorio**

La fase de laboratorio es crucial en la investigación de materiales, ya que permite una evaluación precisa de las propiedades físicas y mecánicas de los áridos y otros materiales. Las muestras recolectadas se someten a evaluaciones exhaustivas para determinar su idoneidad para la construcción y el cumplimiento de las normas técnicas necesarias. Las pruebas de laboratorio proporcionan datos confiables y cuantificables que ayudan a predecir el desempeño de los materiales en aplicaciones prácticas.

Las evaluaciones críticas en este paso incluyen la gradación, evaluando la distribución del tamaño de las partículas del agregado, y la densidad y absorción, que cuantifican la capacidad de retención de agua del material y su eficacia en la mezcla de concreto. Las evaluaciones de resistencia a la compresión y resistencia a la abrasión son esenciales para determinar la durabilidad y resiliencia del agregado bajo tensión mecánica y condiciones ambientales adversas.

Un aspecto crucial de la fase de laboratorio es la cuidadosa preparación de las muestras, que deben seguir estrictamente protocolos establecidos para garantizar la validez y repetibilidad de los datos obtenidos. Además, gestionar los parámetros ambientales del laboratorio, como la temperatura y la humedad, es crucial para garantizar la precisión de las pruebas. Los resultados de esta fase necesitan cambios en el diseño de la mezcla o en la selección de materiales, asegurando que las características finales del proyecto cumplan con los estándares de resistencia, durabilidad e integridad estructural. (Reyes, 2022)

#### **i. Ensayo de contenido de humedad**

El ensayo de contenido de humedad es un proceso crítico en ingeniería civil y geotécnica, ya que cuantifica el agua contenida en áridos, suelos u otros materiales de



construcción. El contenido de humedad afecta profundamente las características mecánicas de los materiales, como la compactación, la cohesión y la resistencia, lo que lo convierte en un parámetro crucial a regular durante todo el diseño y ejecución de cualquier proyecto de construcción.

El enfoque generalmente implica obtener una muestra representativa del material y someterlo a un proceso de secado en horno. Primero se pesa la muestra en estado húmedo y luego se calienta en un horno a una temperatura regulada, típicamente entre 105 y 110 °C, durante un tiempo suficiente para eliminar la humedad existente. Tras el secado, se vuelve a pesar la muestra y se utiliza el diferencial de peso entre las muestras húmedas y secas para determinar el contenido de humedad como porcentaje del peso seco.

Esta prueba es fundamental para verificar que el material tenga el contenido de humedad necesario para su compactación o integración con otros componentes, como el cemento, en la fabricación de hormigón. Una humedad excesiva puede comprometer la mezcla, mientras que una humedad insuficiente puede impedir su manipulación o compactación. Los resultados de las pruebas proporcionan datos críticos para modificar los protocolos in situ, garantizando que los materiales funcionen eficazmente bajo cargas y situaciones de uso anticipadas.

**Cálculo:**

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

**ii. Ensayo de análisis granulométrico.**

La prueba de análisis granulométrico es un proceso esencial en la ingeniería de suelos y materiales, utilizado para determinar la distribución del tamaño de partículas en agregados, suelos o materiales granulares. Esta distribución es crucial para evaluar la idoneidad del material para muchas aplicaciones, como la fabricación de hormigón, la



construcción de pavimentos y la estabilización de suelos. El análisis del tamaño de grano facilita la categorización de partículas por tamaño y evalúa la distribución de fracciones finas y gruesas dentro de la muestra, influyendo en características como la densidad, la permeabilidad y la resistencia de las mezclas.

La evaluación se realiza con una secuencia de tamices de diferentes dimensiones, desde aberturas más grandes para partículas gruesas hasta aberturas más pequeñas para partículas más pequeñas. Se coloca una muestra del material en la serie de tamices y luego se somete a agitación mecánica o humana para segregar las partículas por tamaño. Después del tamizado, se mide la cantidad de material retenido en cada tamiz, lo que permite calcular el porcentaje de material que atraviesa cada tamiz. Estos datos se utilizan para construir una curva de distribución del tamaño de grano, que representa la distribución del tamaño de partícula dentro de la muestra.

Los resultados de las pruebas proporcionan información crítica sobre la clasificación del material: puede estar bien clasificado, lo que significa una distribución adecuada de varios tamaños, o mal clasificado, mostrando una preponderancia de ciertos tamaños. Esta información es esencial para formular mezclas de concreto, pavimentos o evaluar la idoneidad del material para proyectos de construcción, ya que la distribución óptima del tamaño de las partículas mejora la compactación y la integridad estructural.

➤ **Procedimiento:**

La técnica de análisis granulométrico sigue una serie de métodos definidos que proporcionan resultados precisos y representativos. Este documento proporciona una descripción general de las técnicas habituales utilizadas para ejecutar esta prueba en el laboratorio.

Recolección de muestras: Se selecciona una muestra representativa del material a examinar, ya sea que consista en agregados finos, agregados gruesos o una mezcla de los mismos. La muestra debe cumplir con las especificaciones de peso



y cantidad dadas en normas técnicas (como ASTM o UNE), según el tipo de material.

La muestra se seca en estufa a una temperatura entre 105 y 110 °C hasta lograr un peso estable. Este método garantiza que la muestra esté libre de humedad, lo cual es crucial para evitar errores en los resultados. Tras el secado, la muestra se deja enfriar a temperatura ambiente antes de medirla para determinar su peso seco inicial.

La preparación de los tamices implica seleccionar una variedad de tamices con diferentes diámetros, típicamente desde aquellos con una apertura de 4,75 mm para agregados grandes hasta tamices de 0,075 mm (#200) para partículas más finas. Los tamices están organizados en una columna de tamizado de mayor a menor tamaño.

La muestra desecada se coloca sobre la columna de tamiz. Se utiliza un agitador mecánico; si no es accesible, se realiza una agitación manual para garantizar que las partículas pasen a través de los tamices según su tamaño.

**Pesaje del material retenido:** Al finalizar el proceso de tamizado, se retira cada tamiz y se pesa el material retenido en cada tamiz. Este enfoque debe realizarse con precisión para garantizar la exactitud de los cálculos granulométricos.

**Calcular los porcentajes retenido y pasante:** La proporción de material retenido en cada tamiz se determina usando los pesos obtenidos junto con el porcentaje acumulado de material que pasa a través de cada tamiz. Los datos se organizan en una tabla que permite representar gráficamente los resultados.

**Construcción de la curva granulométrica:** los datos obtenidos de los porcentajes de material que pasa se utilizan para crear la curva granulométrica, que representa la distribución de los tamaños de partículas dentro de la muestra. Esta curva es esencial para evaluar la calidad de clasificación del material.

La curva granulométrica facilita la evaluación del cumplimiento del material con ciertos estándares para aplicaciones de construcción. Se puede evaluar si el

material tiene una distribución adecuada de tamaños de partículas para su uso en concreto o pavimentos.

### iii. **Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.**

La prueba de resistencia a la compresión del concreto es una evaluación mecánica crítica que se realiza para evaluar la capacidad del concreto para soportar presiones de compresión, determinando así la carga máxima que puede soportar antes de fallar o deformarse. Esta característica es esencial en la ingeniería civil, ya que el hormigón sirve como material estructural principal en proyectos de construcción e infraestructura, como puentes, presas y carreteras. La resistencia a la compresión es una característica crítica en el diseño estructural, ya que determina la capacidad de carga y la longevidad de los componentes del hormigón.

La técnica de prueba implica la creación de muestras de hormigón, a menudo en formas cilíndricas o cúbicas, que se exponen a tensiones de compresión crecientes mediante una prensa hidráulica hasta que se produce el colapso. La capacidad de carga máxima de la muestra antes de la falla se documenta y se utiliza para determinar la resistencia a la compresión, expresada en megapascales (MPa) o kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ). La resistencia se calcula dividiendo la carga aplicada más alta por el área de la sección transversal de la muestra.

La prueba a menudo se realiza en intervalos designados de 7, 14 y 28 días después de la preparación de la muestra para evaluar la progresión de la resistencia a la compresión durante el curado. La resistencia a la compresión a los 28 días es el criterio principal para evaluar la calidad del concreto y el cumplimiento de las especificaciones de diseño estructural. Esta prueba es crucial para verificar que el hormigón utilizado en la construcción cumple con los criterios técnicos, garantizando así la seguridad y longevidad del proyecto.

La resistencia a la compresión del hormigón está influenciada por varios elementos, incluidas las proporciones de la mezcla de materiales, la calidad del cemento, el tipo de



agregado, el contenido de agua, las técnicas de curado y las condiciones ambientales. Los resultados de las pruebas confirman la capacidad de carga del hormigón y ayudan a identificar posibles mejoras en sus procesos de mezcla y fabricación.

➤ **Procedimiento:**

- La metodología para la prueba de resistencia a la compresión del concreto se adhiere a un conjunto de protocolos establecidos que brindan resultados precisos y confiables. Este es un resumen detallado del procedimiento de laboratorio, según estándares internacionales como ASTM C39 o regulaciones locales aplicables:
- Preparación de las muestras: Los ejemplos de hormigón se fabrican utilizando moldes de acero o plástico, a menudo cilíndricos (aproximadamente 15 cm de diámetro y 30 cm de altura) o cúbicos (15 cm de cada lado, dependiendo de los requisitos locales). El hormigón se vierte en los moldes en tres estratos, siendo cada estrato compactado con una varilla de acero para erradicar las burbujas de aire y garantizar una adecuada consolidación del material. Posteriormente se pulen las superficies de las muestras.
- Las muestras se dejan curar en los moldes durante aproximadamente 24 horas antes de la extracción. A continuación, se colocan en un ambiente controlado, ya sea sumergidos en agua o dentro de una cámara de curado, manteniendo una humedad relativa de alrededor del 100% a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C. El procedimiento de curado tiene una duración convencional de 7, 14 y 28 días para permitir que el concreto alcance su resistencia óptima.
- Después del tiempo de curado designado, las muestras se disponen en una prensa hidráulica dentro del equipo de compresión. La muestra se coloca meticulosamente en la plataforma de la máquina de compresión para garantizar una distribución uniforme de la fuerza sobre la superficie de la muestra. La alineación precisa es

esencial para evitar tensiones excéntricas que podrían influir en los resultados de la prueba.

- La prueba comienza con la aplicación metódica de una carga incremental sobre la muestra. La máquina de compresión eleva la tensión a un ritmo constante, que a menudo oscila entre 0,15 y 0,30 MPa por segundo, dependiendo del tamaño de la muestra y las leyes pertinentes. La fuerza se intensifica hasta que la muestra falla, lo que resulta en una fractura perceptible o un colapso completo de la muestra.
- Documentar la carga máxima: el aparato cuantifica la carga máxima que la muestra puede soportar justo antes de fallar. Esta cifra determina la resistencia a la compresión del hormigón dividiendo la carga máxima por el área de la sección transversal de la muestra, que puede ser redonda o cuadrada según su diseño.
- Evaluación de resultados: Los resultados se examinan de acuerdo con los parámetros de diseño del hormigón. La fortaleza a 28 días es el principal valor de referencia; sin embargo, los resultados a los 7 y 14 días facilitan la observación de la progresión de la fuerza a lo largo del tiempo. Si los hallazgos caen por debajo de los umbrales permitidos, puede ser esencial modificar la mezcla o reevaluar el proceso de producción del hormigón.

#### iv. **Ensayo de resistencia a la tracción de un concreto hidráulico**

El ensayo de resistencia a la tracción del hormigón hidráulico es crucial para evaluar la capacidad del material para soportar tensiones de tracción sin fallar. A pesar de su considerable resistencia a la compresión, el hormigón tiene un rendimiento de tracción inferior, lo que lo hace susceptible a agrietarse y fallar cuando se somete a presiones de tracción. La evaluación de este atributo ofrece una visión integral del desempeño del concreto en estructuras expuestas a cargas combinadas, como puentes, pavimentos, presas y edificios.



Existen múltiples técnicas para evaluar la resistencia a la tracción del hormigón, siendo las predominantes el ensayo de tracción indirecta mediante compresión diametral, denominado ensayo brasileño, y el ensayo de tracción directa. La prueba de compresión diametral es el método más utilizado debido a los desafíos técnicos asociados con la realización de una prueba de tracción directa en concreto, que es propenso a agrietarse debido a la concentración de tensiones en los lugares de aplicación de la carga. En el ensayo brasileño, una probeta cilíndrica de hormigón experimenta una tensión de compresión en todo su diámetro, induciendo una fuerza de tracción perpendicular al eje de carga. El concreto demuestra falla bajo tensión de tracción en todo su diámetro, lo que permite evaluar su resistencia a la tracción.

La resistencia a la tracción se calcula utilizando una fórmula que correlaciona la carga máxima soportada antes de la falla con las dimensiones de la muestra. La resistencia a la tracción suele variar entre el 8% y el 15% de la resistencia a la compresión del hormigón, dependiendo de las condiciones de mezclado y curado del material. A pesar de ser muy inferior a la resistencia a la compresión, comprender la resistencia a la tracción es fundamental ya que permite anticipar el comportamiento del hormigón en zonas de flexión o lugares susceptibles de fracturarse bajo tensión.

La prueba de tracción indirecta proporciona datos críticos para el diseño estructural, particularmente en proyectos donde el hormigón interactúa con otros materiales, como el acero de refuerzo en edificios de hormigón armado. Esta evaluación identifica cualquier defecto del material, incluida la susceptibilidad al agrietamiento, permitiendo acciones preventivas como la incorporación de fibras de refuerzo o aditivos que mejoren la resistencia a la tracción.

➤ **Procedimiento:**

El método para evaluar la resistencia a la tracción del hormigón hidráulico, concretamente mediante el ensayo de tracción indirecta mediante compresión diametral (ensayo brasileño), sigue una serie de protocolos meticulosamente



establecidos para garantizar resultados precisos y consistentes. Este método es el más utilizado debido a su simplicidad en comparación con las pruebas de tracción directa y proporciona información valiosa sobre la capacidad del hormigón para soportar tensiones de tracción.

**Preparación de muestras:** Las muestras de concreto cilíndricas, típicamente de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, se seleccionan de acuerdo con las normas ASTM C496 o las regulaciones locales. Las muestras deben curarse adecuadamente, generalmente en agua a una temperatura controlada de  $23 \pm 2$  °C durante períodos designados de 7, 14 o 28 días. Es fundamental asegurarse de que las muestras estén impecables y libres de defectos visibles antes de realizar la prueba.

**Colocación de la probeta en el aparato:** La probeta cilíndrica se orienta horizontalmente en el dispositivo de ensayo de compresión, garantizando que la fuerza se aplique uniformemente en todo su diámetro. La alineación precisa de la muestra es esencial para evitar cargas excéntricas, que podrían afectar los resultados. Algunas máquinas utilizan almohadillas de goma estrechas entre la muestra y las placas de carga para dispersar uniformemente las tensiones.

La prueba comienza con la aplicación de una tensión de compresión que aumenta gradualmente a lo largo del diámetro de la muestra. La tasa de aplicación de carga debe mantenerse consistentemente, típicamente entre 1,2 MPa y 2,4 MPa por minuto (según las regulaciones), hasta que la muestra colapse bajo tensión de tracción. El cumplimiento de esta tasa de carga es crucial para evitar resultados inexactos.

**Ejemplo de falla:** La probeta falla cuando ocurre una fractura a lo largo del diámetro, ya que la fuerza de compresión aplicada longitudinalmente genera esfuerzos de tracción en el plano ortogonal. Esta grieta indica la falla del concreto bajo estrés indirecto, permitiendo registrar la carga máxima sostenida antes de la fractura.

Documentar la carga máxima: la carga máxima registrada por el instrumento de prueba se anota en caso de falla de la muestra. Esta cifra se utilizará para calcular la resistencia a la tracción indirecta del hormigón.

Evaluación de los resultados: Los hallazgos obtenidos se comparan con los valores esperados o especificados en el diseño tangible. La resistencia a la tracción indirecta suele constituir entre el 8% y el 15% de la resistencia a la compresión del hormigón, dependiendo de las características de la mezcla y las condiciones de curado.

Este método proporciona una medida representativa de la resistencia a la tracción del hormigón, crucial para el diseño y evaluación de estructuras sometidas a fuerzas de flexión o tracción, ayudando así a mitigar fallas debidas a grietas o deficiencias estructurales en los esfuerzos de ingeniería.

Formula:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

Donde:

$f_{ct}$  = esfuerzo de tracción indirecta (MPa o N/mm<sup>2</sup>)

P = carga máxima aplicada durante la prueba (N)

L = longitud del cilindro de concreto (mm)

D = diámetro del cilindro de concreto (mm)

### 3.7.4 *Etapa de gabinete*

La etapa de oficina es una fase crucial de cualquier proyecto de investigación o desarrollo de ingeniería, arquitectura, ciencias sociales o ciencias naturales, en la que se lleva a cabo el análisis y procesamiento de los datos recopilados en el campo o laboratorio. En esta etapa, los investigadores organizan, evalúan e integran cuidadosamente los datos recopilados para formular conclusiones creíbles que aborden las preguntas de



investigación o logren los objetivos del estudio. El trabajo de oficina a menudo ocurre en oficinas, laboratorios o centros de procesamiento de datos y se enfoca en transformar datos sin procesar en información significativa utilizando técnicas analíticas cualitativas o cuantitativas.

En ingeniería y ciencias aplicadas, la fase de oficina implica un estudio exhaustivo de los datos obtenidos en las etapas de campo o laboratorio, incluidas evaluaciones de resistencia de materiales, estudios de suelos, evaluaciones de flujo hidráulico u otras métricas relevantes. Durante esta fase, los ingenieros realizan cálculos, modelados y simulaciones utilizando herramientas especializadas como AutoCAD, MATLAB y ANSYS para examinar el comportamiento de los datos y correlacionarlos con los modelos teóricos pertinentes. Esta fase implica evaluar hipótesis, validar parámetros de diseño y ajustar factores del proyecto para mejorar la eficiencia y la seguridad.

Por el contrario, en campos como la arquitectura o las ciencias sociales, la fase de office se centra en el análisis de planos, estudios de viabilidad, bases de datos o entrevistas, utilizando herramientas analíticas como SPSS, Excel o software de diseño arquitectónico. En las iniciativas de planificación urbana, el trabajo de oficina incluye la integración de datos de campo con regulaciones y estándares técnicos para crear diseños factibles que cumplan con los objetivos del cliente o criterios ambientales.

La etapa de oficina es esencial para consolidar investigaciones o iniciar proyectos, ya que permite a los profesionales organizar cuidadosamente la información adquirida, transformando así los datos en resultados procesables. Este enfoque garantiza que los resultados sean válidos, reproducibles y pertinentes, al mismo tiempo que se adhieran a los objetivos técnicos, económicos y ambientales del proyecto o estudio.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados alcanzados a través de los estudios

Los resultados obtenidos de los estudios son las conclusiones que se derivan de un examen y un análisis sistemáticos de los datos. Cada estudio se estructura en función de objetivos precisos que guían la recogida de datos, la realización de análisis exhaustivos y la interpretación de conclusiones significativas. Estos resultados no sólo incluyen datos científicos o estadísticos, sino que también tienen la capacidad de revelar patrones, tendencias o conexiones subyacentes que son importantes para abordar las preocupaciones de la investigación o reforzar las ideas.

La importancia de estos descubrimientos radica en su capacidad para aumentar los conocimientos existentes, ya sea confirmando hipótesis, revelando nuevas conexiones entre variables o proponiendo resoluciones innovadoras a problemas identificados. La técnica utilizada en el estudio es crucial para evaluar la fiabilidad y precisión de los hallazgos, garantizar la exactitud de los datos recogidos y validar la validez de las conclusiones.

#### 4.1.1 Proporciones según diseño de mezcla de todos los materiales

##### a. Humedad que tendrá contenida la muestra

Tabla 4

Humedad contenida en las muestras

Muestra: Agregado Fino		
	Agregado fino	Agregado grueso
Peso del muestreo en húmedo+ Tarro	345.62	433.26
Peso de muestreo seco+ Tarro	330.23	425.49
Peso Tarro	51.25	59.84
Peso de muestreo húmedo	294.37	373.42
Peso de muestreo seco	278.98	365.65
Peso - Agua	15.39	7.77
% Humedad	5.52	2.12

Nota. Datos recabados de laboratorio

Esta tabla que se encuentra a continuación enseña de forma detallada los valores concernientes a los pesos de las muestras tanto como lo son los finos y los gruesos, secadas para determinar los porcentajes de humedad de muestras, se recabo para los agregados finos 5.52% y 2.12% para los agregados gruesos.

##### a) Pesos con respecto al peso específico y absorción

$$Abs = \frac{(K - J) * 100}{J} = X \%$$

Tabla 5

Resumen de resultados sobre el peso específico y la cantidad de absorción

Peso específico y absorción		
	Pe. específico (gr/cm3)	Absorción (%)
Fino	2.57	2.68
Grueso	2.57	1.81

La tabla a continuación muestra los pesos concernientes a los pesos específicos y como también los porcentajes de absorción del agregado natural (cantera Isla) y del agregado artificial (cantera piedra Azul).

**b) Pesos unitarios sueltos****❖ Agregado fino y grueso****Tabla 6***Peso por unidad del agregado en condición no consolidado (suelto)*

	peso unitario (suelto)					
	Agreg. fino			Agreg. grueso		
P. del m.	5931 gr	5931 gr	5931 gr	7105 gr	7105 gr	7105 gr
Vol. M.	2121 cm <sup>3</sup>	2121 cm <sup>3</sup>	2121 cm <sup>3</sup>	3239 cm <sup>3</sup>	3239 cm <sup>3</sup>	3239 cm <sup>3</sup>
C. de m. a molde	caída libre					
P. m. + m. slta	9461 gr	9479 gr	9276 gr	11679 gr	11647 gr	11712 gr
P. m. suel.	3530 gr	3548 gr	3345 gr	4574 gr	4542 gr	4607 gr
D. mín. m. seca	1.664 gr/cm <sup>3</sup>	1.673 gr/cm <sup>3</sup>	1.577 gr/cm <sup>3</sup>	1.412 gr/cm <sup>3</sup>	1.402 gr/cm <sup>3</sup>	1.422 gr/cm <sup>3</sup>
<b>Promedio</b>	<b>1.638 gr/cm<sup>3</sup></b>			<b>1.412 gr/cm<sup>3</sup></b>		

La tabla nos enseña los valores que fueron recabados de laboratorio, en lo que respecta a los agregados finos (cantera Isla) su peso unitario alcanzo una densidad de muestra de 1.638gr/cm<sup>3</sup> de promedio y los agregados gruesos (cantera Piedra Azul) alcanzaron una densidad mínima de muestra de 1.412gr/cm<sup>3</sup> en promedio.

**c) Datos respecto a los pesos unitarios (compactado)****Tabla 7***Valores concernientes a los pesos unitarios (compactada)*

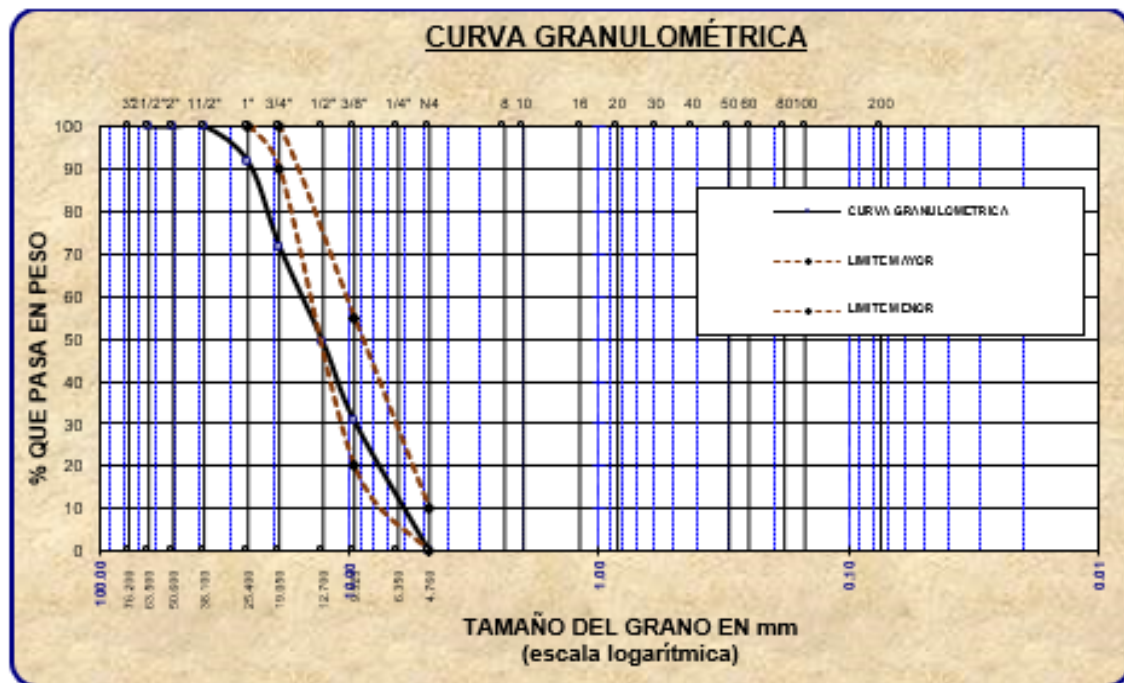
	Peso unitario (VARILLADO)					
	Agregado fino			Agregado grueso		
P. del m.	5931 gr	5931 gr	5931 gr	7105 gr	7105 gr	7105 gr
Vol. M.	2121 cm <sup>3</sup>	2121 cm <sup>3</sup>	2121 cm <sup>3</sup>	3198 cm <sup>3</sup>	3198 cm <sup>3</sup>	3198 cm <sup>3</sup>
C. de m. a molde	3					
P. m. + m. slta	25					
P. m. suel.	9413gr	9526gr	9531gr	12326gr	12031gr	12152gr
D. mín. m. seca	3482gr	3595gr	3600gr	5221gr	4926gr	5047gr
P. del m.	1.642	1.695	1.697	1.612	1.521	1.558
<b>Promedio</b>	<b>1.678 gr/cm<sup>3</sup></b>			<b>1.564 gr/cm<sup>3</sup></b>		

La tabla nos enseña los valores que fueron recabados de laboratorio, en lo que respecta a los agregados finos (cantera Isla) su peso unitario alcanzo una densidad de muestra de 1.678gr/cm<sup>3</sup> de promedio y los agregados gruesos (cantera Piedra Azul) alcanzaron una densidad mínima de muestra de 1.564gr/cm<sup>3</sup> en promedio, estos valores son concernientes a los agregados varillados.

### d) Análisis granulométrico

Figura 4

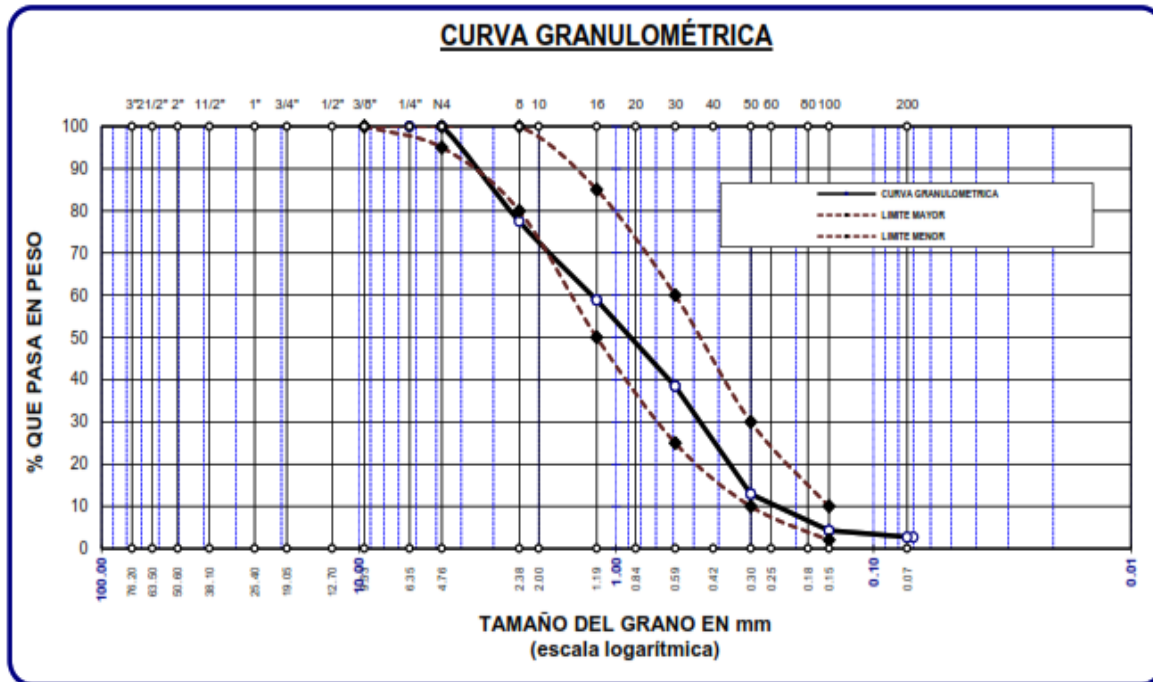
Curvas de los valores obtenidos (gruesos)



Nota. Resultados de laboratorio

**Figura 5**

Curvas de los valores obtenidos (finos)



**Tabla 8**

Resumen de las características de los agregados

Características Físicas	Agregado grueso	Agregado fino
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.57	2.58
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1564	1678
P.U. Suelto	1412	1638
% de Absorción	1.81	2.68
% de Humedad Natural	2.12	5.52
Módulo de Fineza	-	3.08

Nota. Resultados de laboratorio

La Tabla 8 presenta un resumen de las características físicas de los agregados grueso y fino utilizados en el estudio. Entre los datos destacados se observa que el peso específico sólido (P. e SSS) del agregado grueso es 2.57, mientras que el del agregado fino es 2.58. El peso específico bulk (P.e Bulk), aunque no se muestra en la tabla, también es un parámetro común en este tipo de

análisis. En cuanto a la densidad, el agregado grueso tiene una densidad varillada de  $1564 \text{ kg/m}^3$  y una densidad suelta de  $1412 \text{ kg/m}^3$ , mientras que para el agregado fino estos valores son  $1678 \text{ kg/m}^3$  y  $1638 \text{ kg/m}^3$ , respectivamente. Los valores de absorción indican un 1.81% para el agregado grueso y un 2.68% para el fino. La humedad natural es otro aspecto relevante, con un 2.12 % para el agregado grueso y un 5.52 % para el fino. Finalmente, el módulo de finura del agregado fino es de 3.08, lo cual es crucial para determinar la distribución de partículas finas.

**Tabla 9**

*Cantidad de materiales para la elaboración de un concreto*

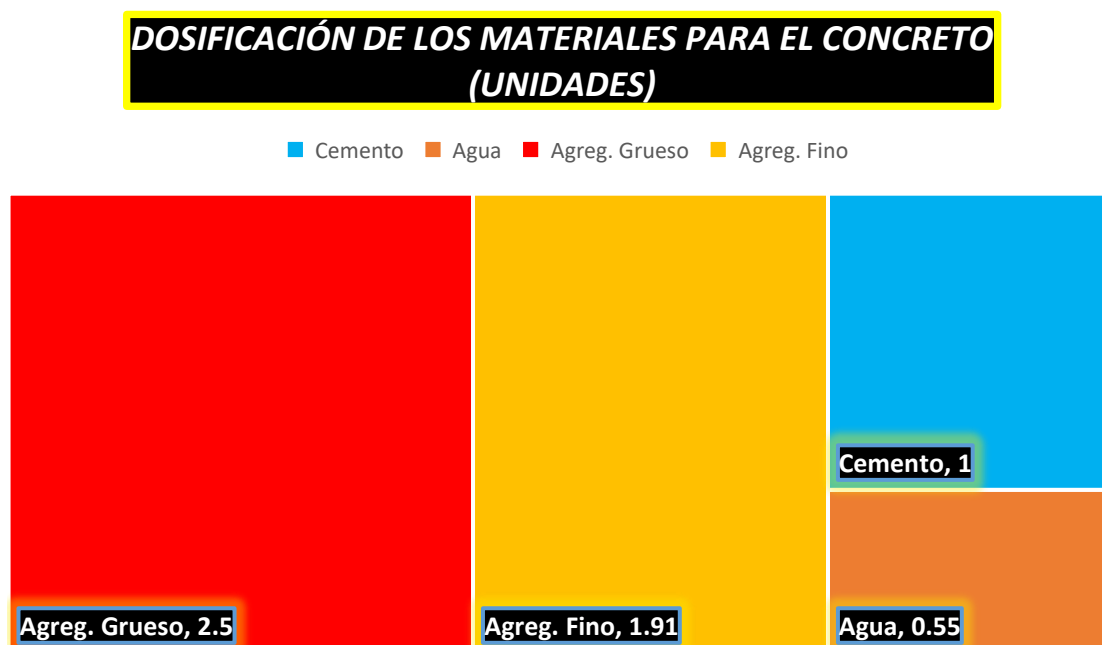
Agregado	Dosificación En	Proporción En	Dosificación En	Proporción En
	Peso Seco	Volumen	Peso Húmedo	Volumen
	(Kg/m <sup>3</sup> )	PESO SECO	(Kg/m <sup>3</sup> )	PESO HÚMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	182	0.50
Agreg. Grueso	926	2.53	946	2.58
Agreg. Fino	724	1.98	764	2.09
Aire	2.0 %		2.0 %	

En la tabla se muestran los materiales necesarios para la elaboración de un concreto convencional con los agregados de procedentes de la cantera de Isla y Piedra Azul, el volumen será procesado de acuerdo a una unidad (bolsa) de cemento, teniendo este un valor de 1, seguidamente el agua tendrá un valor de 0.56 y finalmente el agregado grueso tendrá un valor de 1.98.

Estas cifras no incluyen el impacto de los aditivos acelerantes de fragua y los aditivos superplastificantes, ya que se incorporarán posteriormente en la mezcla actual.

**Figura 6**

*Proporciones del diseño de mezcla*



El grafico enseña de manera detallada los valores en unidades, tenemos que el agregado grueso tendrá un valor de 2.5, el agregado fino 1.91, el cemento 1 y finalmente el agua tendrá un valor de 0.55.

**e) Dosificación del concreto con los aditivos**

**Tabla 10**

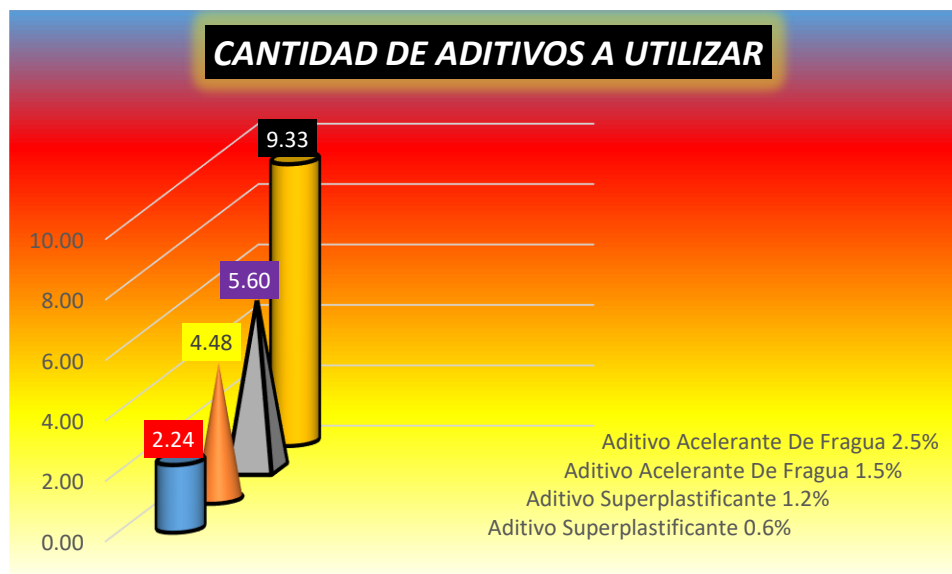
*Dosificación del concreto hidráulico + los aditivos*

Agregado	Dosificación En Peso Seco (Kg/m <sup>3</sup> )	Proporción En Volumen PESO SECO
Cemento	366	1
Agua	205	0.56
Agreg. Grueso	926	2.53
Agreg. Fino	724	1.98
Aditivo Superplastificante 0.6%	2.24	0.01
Aditivo Superplastificante 1.2%	4.48	0.01
Aditivo Acelerante De Fragua 1.5%	5.60	0.02
Aditivo Acelerante De Fragua 2.5%	9.33	0.03
Aire	2%	

En la tabla se presentan las dosificaciones del concreto convencional y como también las dosificaciones que se tendrán que incorporar sobre el concreto hidráulico.

**Figura 7**

Cantidades exactas de la dosificación de los aditivos



El gráfico de barras titulado muestra cuatro barras separadas, que representan diferentes aditivos y sus respectivos pesos medidos en kilogramos. Los aditivos y sus respectivas cantidades son los siguientes: "Aditivo Acelerante De Fragua 2,5%" con una cantidad de 9,33 kg, "Aditivo Acelerante De Fragua 1,5%" con una cantidad de 5,60 kg, "Aditivo Superplastificante De Fragua 1,2%" con una cantidad de 4,28 kg, y "Aditivo Superplastificante 0,6%" con una cantidad de 2,24 kg.

#### 4.1.2 Resistencia a la compresión de las muestras patrón + ASP y +AAF

La resistencia a la compresión es una propiedad crucial del hormigón que mide su capacidad para resistir presiones aplastantes. La evaluación de este atributo se realiza mediante pruebas estandarizadas, en las que una muestra sólida se somete a una carga progresivamente creciente hasta llegar a un punto de falla. La presión se cuantifica por la relación entre la fuerza aplicada y el área sobre la que se extiende. Las unidades de medida más utilizadas para este número son megapascales (MPa) y libras por pulgada cuadrada (psi) pero para nuestro caso tendremos las medidas en kg/cm<sup>2</sup>.

### A.1. Resistencia a compresión en el día 3

Tabla 11

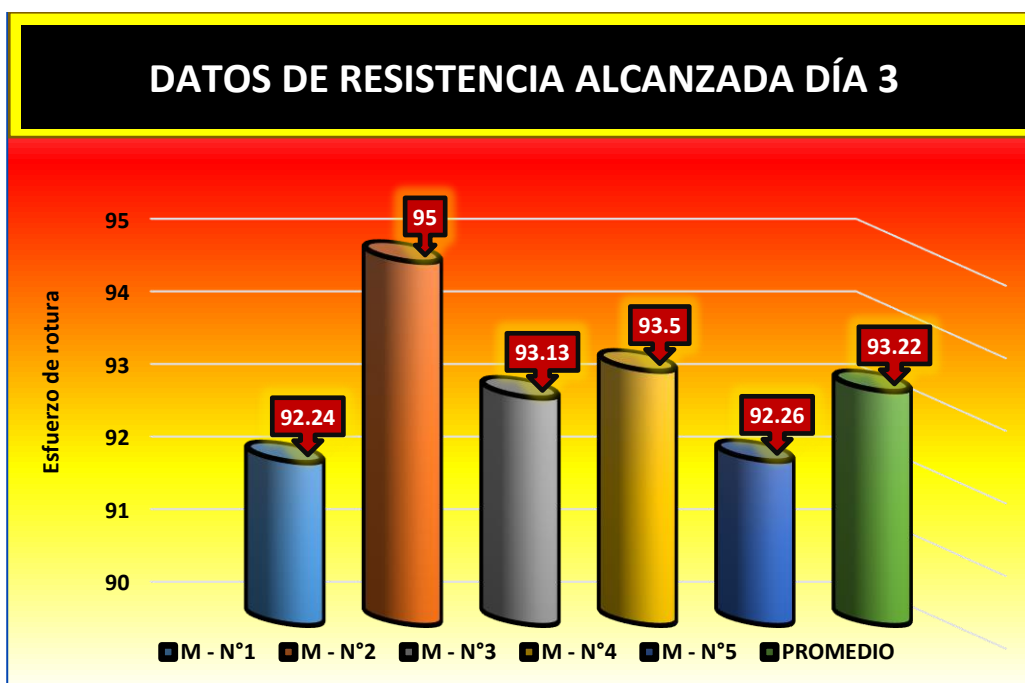
Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón, día 3

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO Kg/cm <sup>2</sup>	F' C Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
1	M - 1	16321	14.92	175.14	92.24		
2	M - 2	16743	15.05	175.36	95.00		
3	M - 3	16479	14.89	175.74	93.13	210	3
4	M - 4	16479	15.03	175.58	93.50		
5	M - 5	16325	14.92	175.74	92.26		
				<b>Prom.</b>	<b>93.22</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial y agregados naturales, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 93.22kg/cm<sup>2</sup> en los primeros 3 días de elaboración.

Figura 8

Correspondencia grafica de las resiliencias a los 3 días



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 92kg/cm<sup>2</sup> y 95kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un promedio de 93.22kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 12**

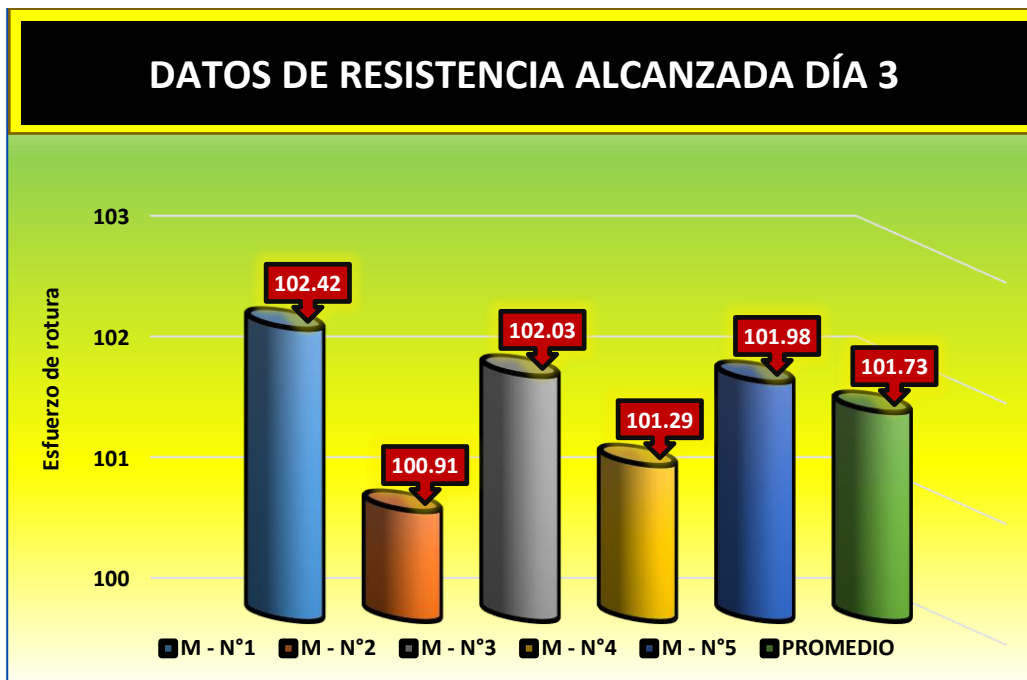
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 0.6%, día 3*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESFUERZO Kg/cm2	F'c Kg/cm2	EDAD DIAS
1	M - 1	18124	14.92	175.14	102.42		
2	M - 2	17856	15.05	175.36	100.91		
3	M - 3	17982	14.89	175.74	102.03	210	3
4	M - 4	17852	15.03	175.58	101.29		
5	M - 5	18046	14.92	175.74	101.98		
				<b>Prom.</b>	<b>101.73</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 101.73kg/cm2 en los primeros 3 días de elaboración.

**Figura 9**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 0.6% a los 3 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 100kg/cm2 y 103kg/cm2, teniendo un promedio de 101.73kg/cm2.

**Tabla 13**

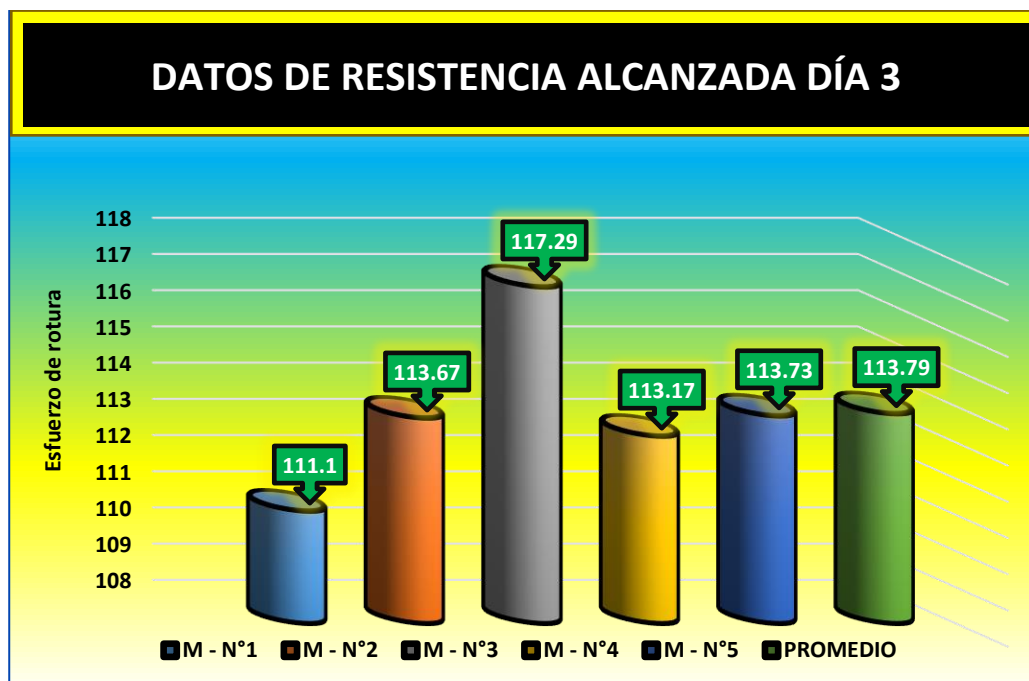
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 1.2%, día 3*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
1	M - 1	19659	14.92	175.14	111.10		
2	M - 2	20114	15.05	175.36	113.67		
3	M - 3	20754	14.89	175.74	117.29	210	3
4	M - 4	20025	15.03	175.58	113.17		
5	M - 5	20124	14.92	175.74	113.73		
			<b>Prom.</b>		<b>113.79</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 113.79kg/cm<sup>2</sup> en los primeros 3 días de elaboración.

**Figura 10**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 1.2% a los 3 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 111kg/cm<sup>2</sup> y 118kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un promedio de 113.79kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 14**

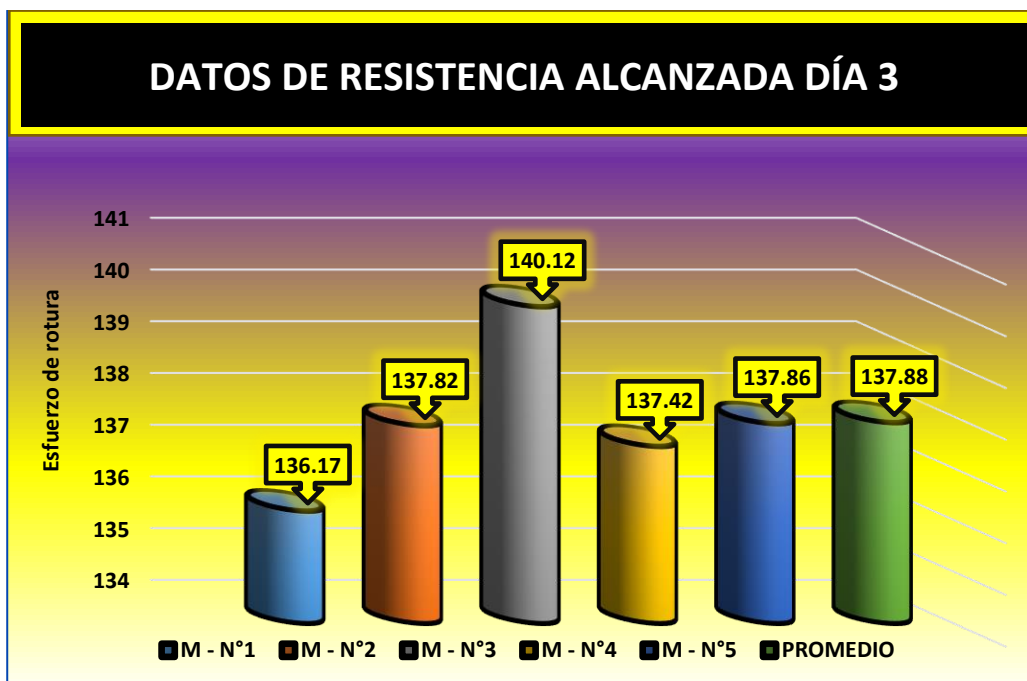
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 1.5%, día 3*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO Kg/cm <sup>2</sup>	F' C Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
1	M - 1	24096	14.92	175.14	136.17		
2	M - 2	24387	15.05	175.36	137.82		
3	M - 3	24794	14.89	175.74	140.12	210	3
4	M - 4	24316	15.03	175.58	137.42		
5	M - 5	24395	14.92	175.74	137.86		
				<b>Prom.</b>	<b>137.88</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 137.88kg/cm<sup>2</sup> en los primeros 3 días de elaboración.

**Figura 11**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 1.5% a los 3 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 136kg/cm<sup>2</sup> y 140kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un promedio de 137.88kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 15**

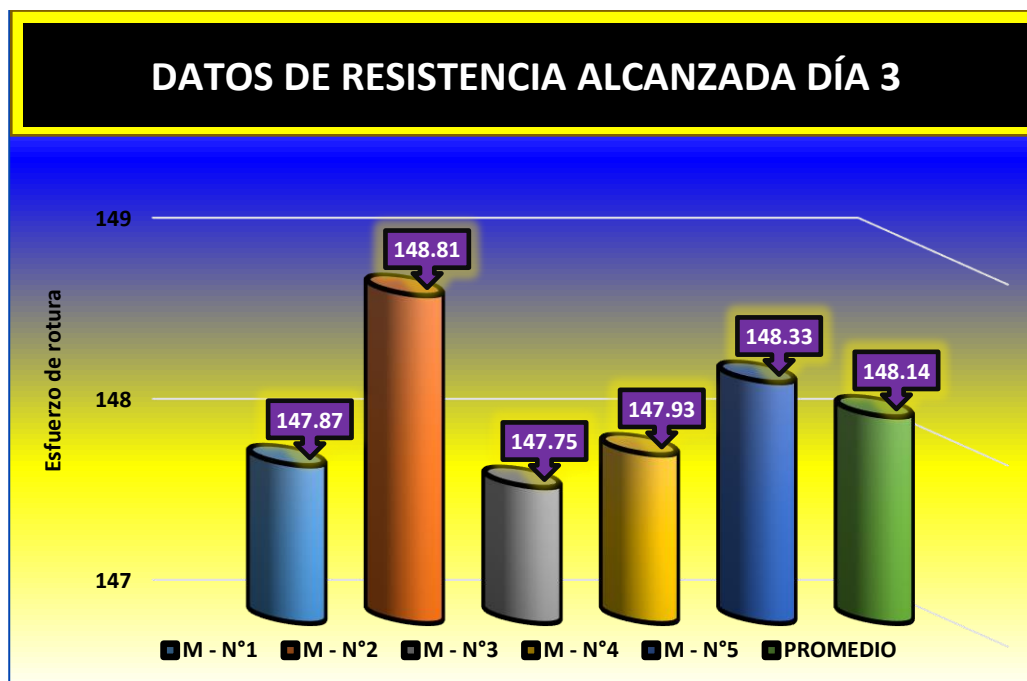
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 2.5%, día 3*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESFUERZO Kg/cm2	F'c Kg/cm2	EDAD DIAS
1	M - 1	26165	14.92	175.14	147.87		
2	M - 2	26332	15.05	175.36	148.81		
3	M - 3	26144	14.89	175.74	147.75	210	3
4	M - 4	26177	15.03	175.58	147.93		
5	M - 5	26247	14.92	175.74	148.33		
			<b>Prom.</b>		<b>148.14</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 148.14kg/cm2 en los primeros 3 días de elaboración.

**Figura 12**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 2.5% a los 3 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 147kg/cm2 y 149kg/cm2, teniendo un promedio de 148.14kg/cm2.

### A.2. Resistencia a compresión en el día 7

Tabla 16

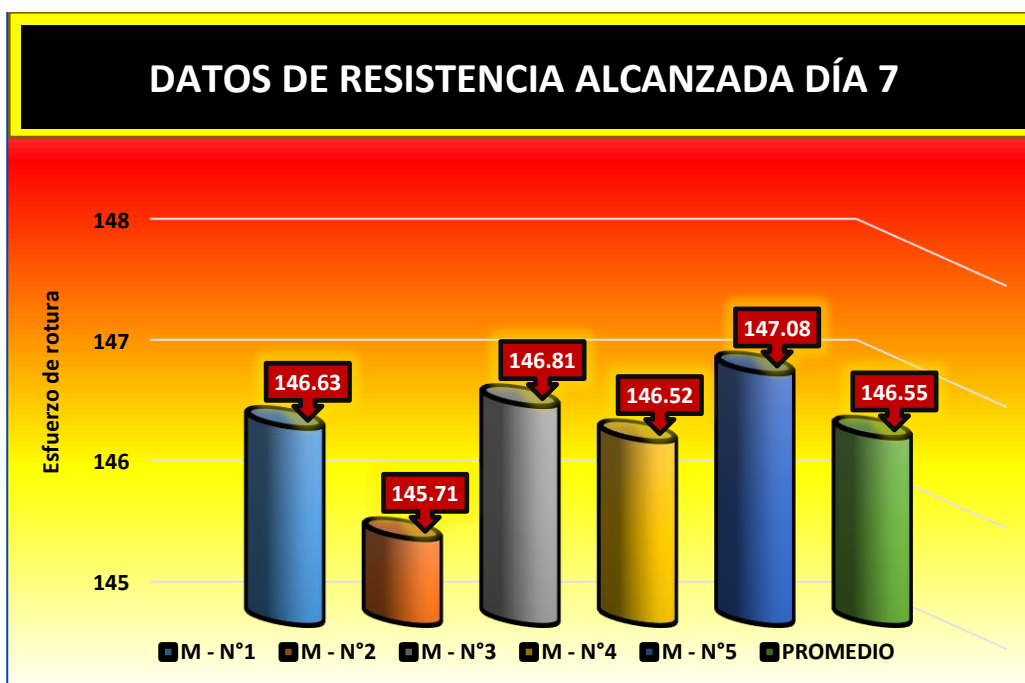
Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón, día 7

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO Kg/cm <sup>2</sup>	F' C Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
1	M - 1	25946	14.92	175.14	146.63		
2	M - 2	25783	15.05	175.36	145.71		
3	M - 3	25874	14.89	175.74	146.81	210	7
4	M - 4	25824	15.03	175.58	146.52		
5	M - 5	26026	14.92	175.74	147.08		
				<b>Prom.</b>	<b>146.55</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial y agregados naturales, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 146.55kg/cm<sup>2</sup> en los primeros 7 días de elaboración.

Figura 13

Correspondencia grafica de las resiliencias a los 7 días



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 145kg/cm<sup>2</sup> y 148kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un promedio de 146.55kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 17**

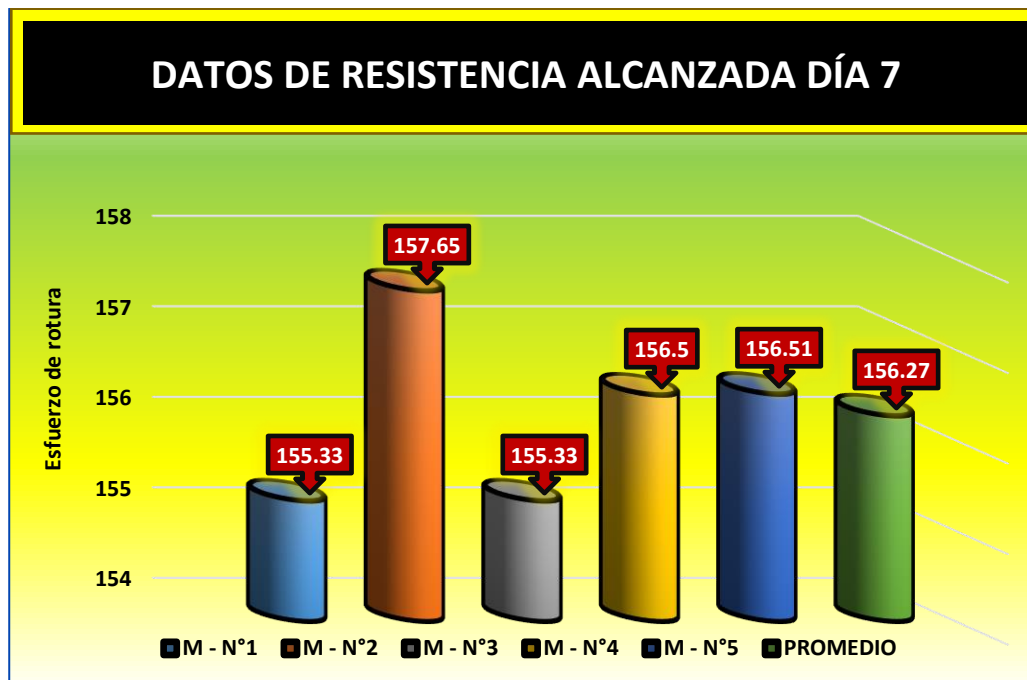
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 0.6%, día 7*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESFUERZO Kg/cm2	F'c Kg/cm2	EDAD DIAS
1	M - 1	27486	14.92	175.14	155.33		
2	M - 2	27896	15.05	175.36	157.65		
3	M - 3	27486	14.89	175.74	155.33	210	7
4	M - 4	27693	15.03	175.58	156.50		
5	M - 5	27695	14.92	175.74	156.51		
			<b>Prom.</b>		<b>156.27</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 156.27kg/cm2 en los primeros 7 días de elaboración.

**Figura 14**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 0.6% a los 7 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 155kg/cm2 y 158kg/cm2, teniendo un promedio de 156.27kg/cm2.

**Tabla 18**

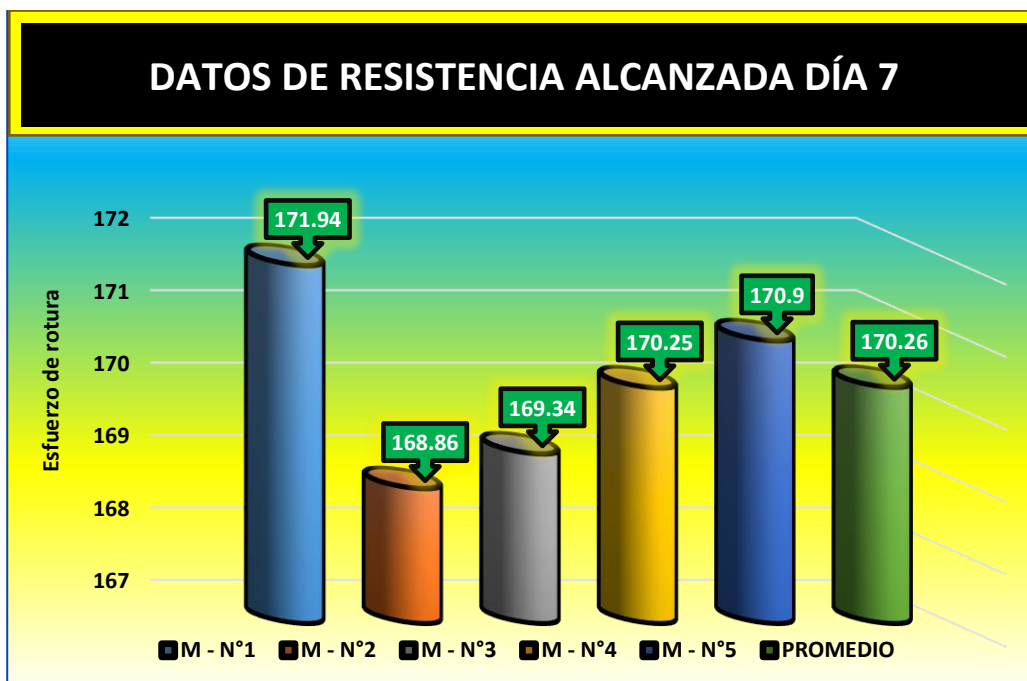
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 1.2%, día 7*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESFUERZO Kg/cm2	F'c Kg/cm2	EDAD DIAS
1	M - 1	30425	14.92	175.14	171.94		
2	M - 2	29879	15.05	175.36	168.86		
3	M - 3	29964	14.89	175.74	169.34	210	7
4	M - 4	30125	15.03	175.58	170.25		
5	M - 5	30241	14.92	175.74	170.90		
			<b>Prom.</b>		<b>170.26</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 170.26kg/cm2 en los primeros 7 días de elaboración.

**Figura 15**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 1.2% a los 7 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 168kg/cm2 y 172kg/cm2, teniendo un promedio de 170.26kg/cm2.

**Tabla 19**

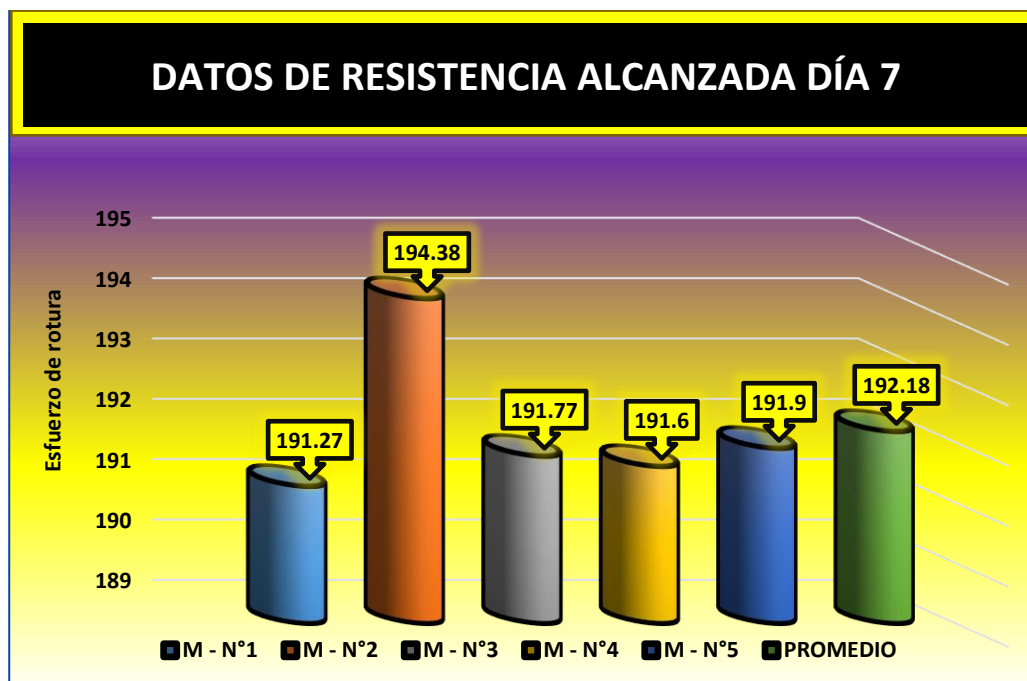
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 1.5%, día 7*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
1	M - 1	33846	14.92	175.14	191.27		
2	M - 2	34395	15.05	175.36	194.38		
3	M - 3	33933	14.89	175.74	191.77	210	7
4	M - 4	33769	15.03	175.58	191.60		
5	M - 5	33957	14.92	175.74	191.90		
			<b>Prom.</b>		<b>192.18</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 192.18kg/cm<sup>2</sup> en los primeros 7 días de elaboración.

**Figura 16**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 1.5% a los 7 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 191kg/cm<sup>2</sup> y 195kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un promedio de 192.18kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 20**

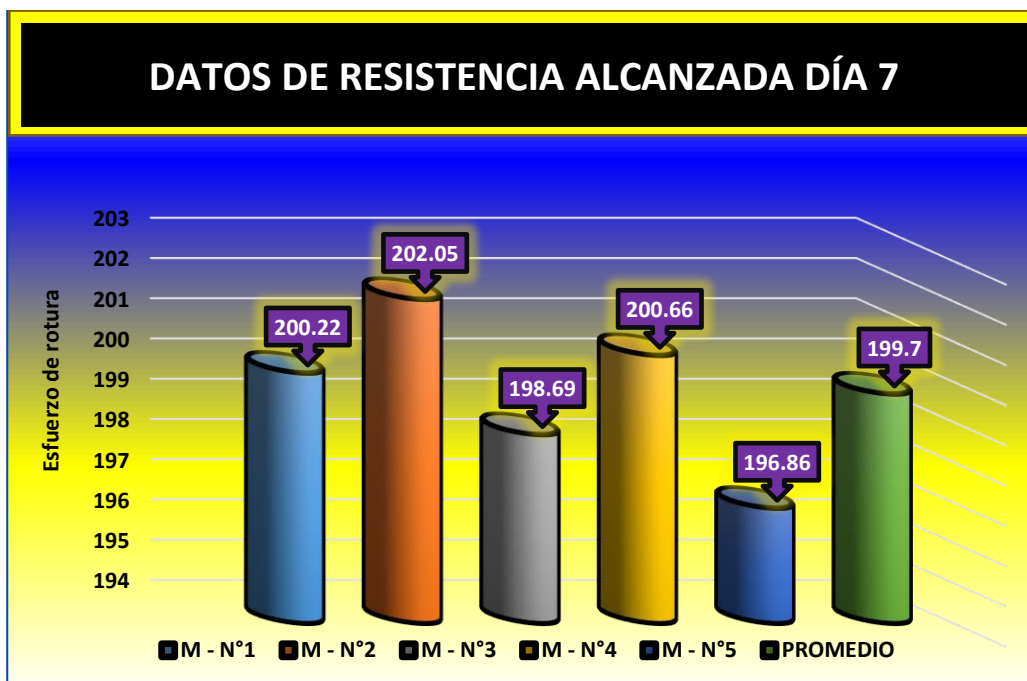
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 2.5%, día 7*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO Kg/cm <sup>2</sup>	F' C Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
1	M - 1	35429	14.92	175.14	200.22		
2	M - 2	35753	15.05	175.36	202.05		
3	M - 3	35159	14.89	175.74	198.69	210	7
4	M - 4	35365	15.03	175.58	200.66		
5	M - 5	34835	14.92	175.74	196.86		
				<b>Prom.</b>	<b>199.70</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 199.70kg/cm<sup>2</sup> en los primeros 7 días de elaboración.

**Figura 17**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 2.5% a los 7 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 196kg/cm<sup>2</sup> y 202kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un promedio de 199.70kg/cm<sup>2</sup>.

### A.3. Resistencia a compresión en el día 14

**Tabla 21**

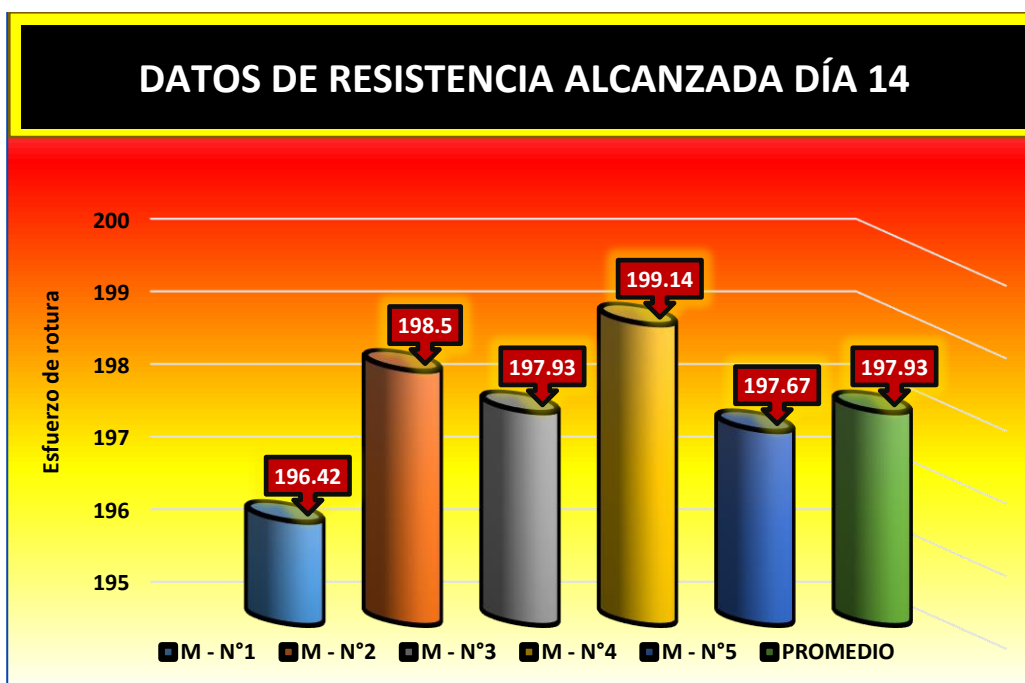
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón, día 14*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO Kg/cm <sup>2</sup>	F' C Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
1	M - 1	34756	14.92	175.14	196.42		
2	M - 2	35124	15.05	175.36	198.50		
3	M - 3	35024	14.89	175.74	197.93	210	14
4	M - 4	35097	15.03	175.58	199.14		
5	M - 5	34978	14.92	175.74	197.67		
				<b>Prom.</b>	<b>197.93</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial y agregados naturales, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 197.93kg/cm<sup>2</sup> en los primeros 14 días de elaboración.

**Figura 18**

*Correspondencia grafica de las resiliencias a los 14 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 196kg/cm<sup>2</sup> y 200kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un promedio de 197.93kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 22**

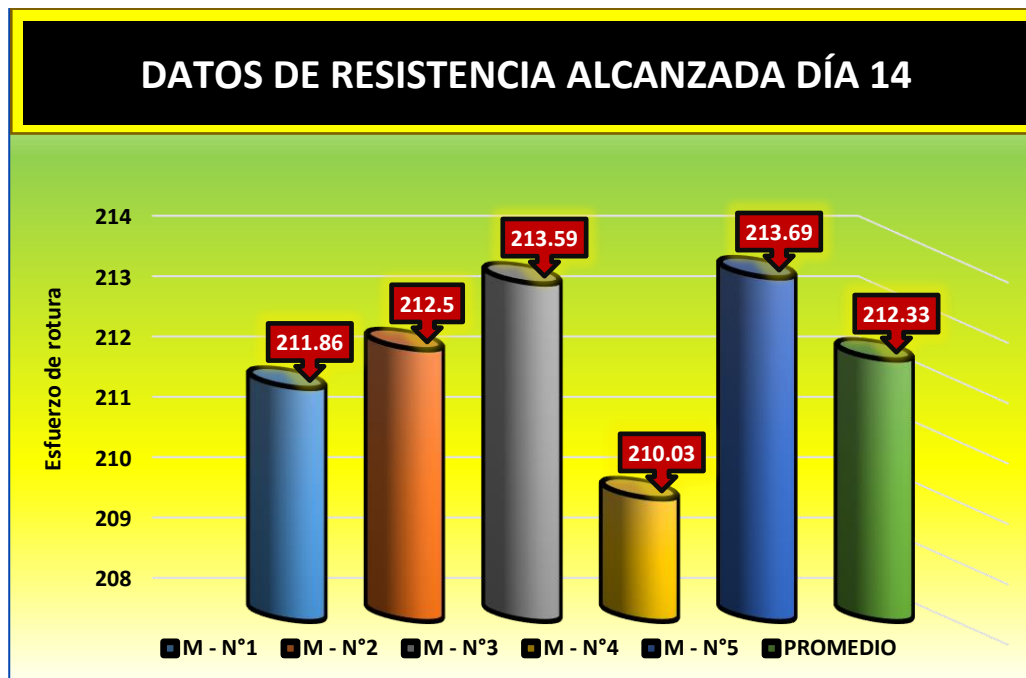
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 0.6%, día 14*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO Kg/cm <sup>2</sup>	F´C Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
1	M - 1	37489	14.92	175.14	211.86		
2	M - 2	37452	15.05	175.36	212.50		
3	M - 3	37794	14.89	175.74	213.59	210	14
4	M - 4	37165	15.03	175.58	210.03		
5	M - 5	37812	14.92	175.74	213.69		
			<b>Prom.</b>		<b>212.33</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 212.33kg/cm<sup>2</sup> en los primeros 14 días de elaboración.

**Figura 19**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 0.6% a los 14 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 210kg/cm<sup>2</sup> y 214kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un promedio de 212.33kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 23**

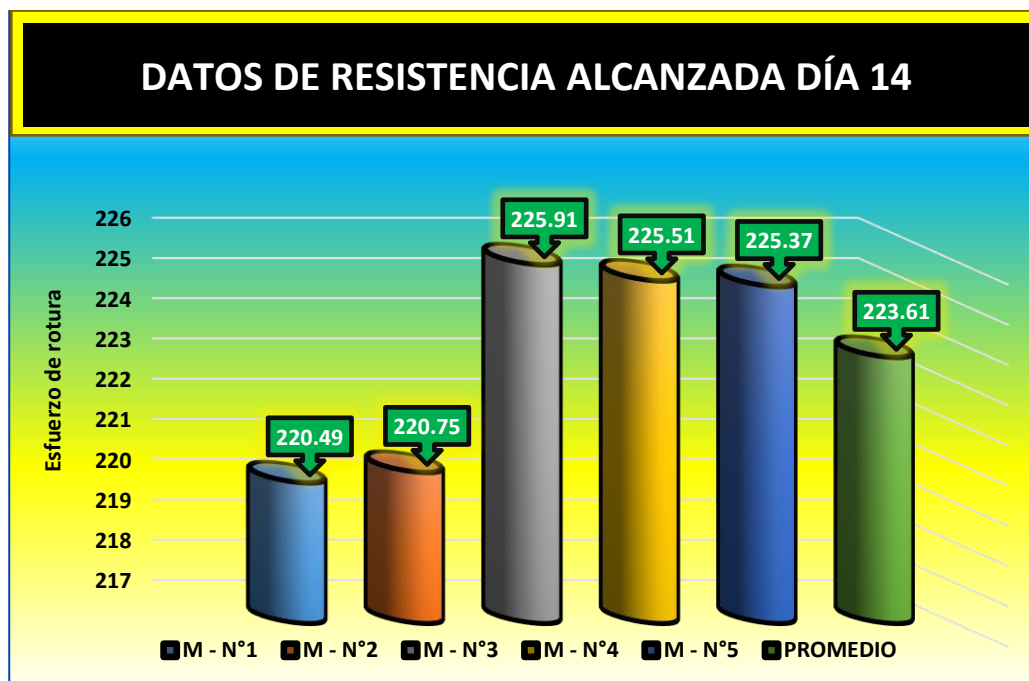
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 1.2%, día 14*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO Kg/cm <sup>2</sup>	F´C Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
1	M - 1	39016	14.92	175.14	220.49		
2	M - 2	39062	15.05	175.36	220.75		
3	M - 3	39974	14.89	175.74	225.91	210	14
4	M - 4	39745	15.03	175.58	225.51		
5	M - 5	39879	14.92	175.74	225.37		
			<b>Prom.</b>		<b>223.61</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 223.61kg/cm<sup>2</sup> en los primeros 14 días de elaboración.

**Figura 20**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 1.2% a los 14 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 220.49kg/cm<sup>2</sup> y 226kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un promedio de 223.61kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 24**

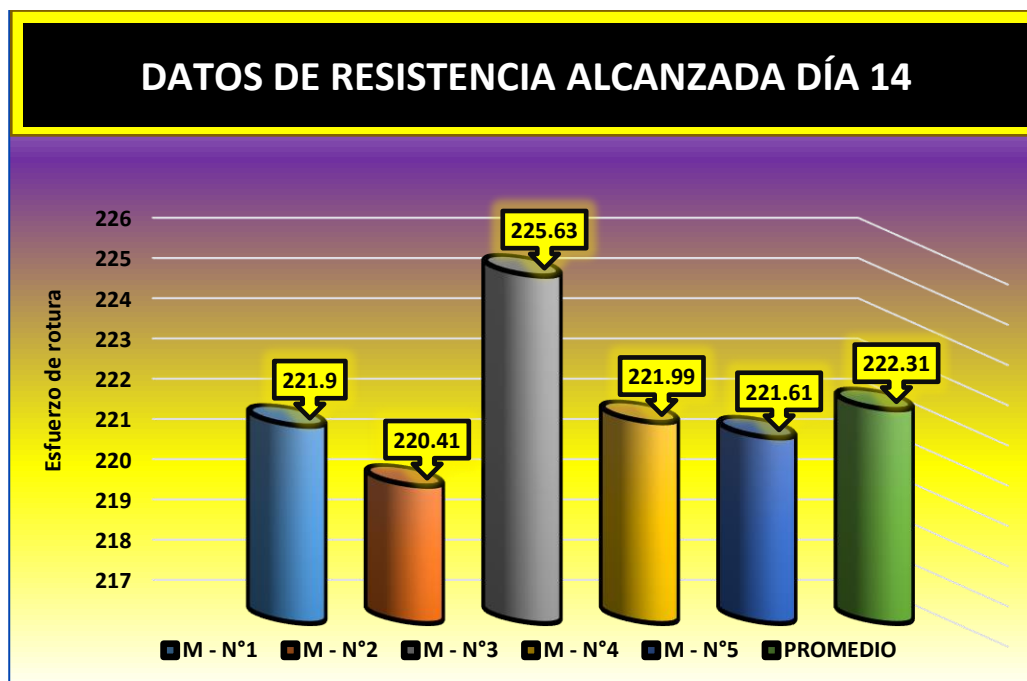
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 1.5%, día 14*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
1	M - 1	39265	14.92	175.14	221.90		
2	M - 2	39002	15.05	175.36	220.41		
3	M - 3	39925	14.89	175.74	225.63	210	14
4	M - 4	39125	15.03	175.58	221.99		
5	M - 5	39214	14.92	175.74	221.61		
			<b>Prom.</b>		<b>222.31</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 222.31kg/cm<sup>2</sup> en los primeros 14 días de elaboración.

**Figura 21**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 1.5% a los 14 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 220kg/cm<sup>2</sup> y 226kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un promedio de 222.31kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 25**

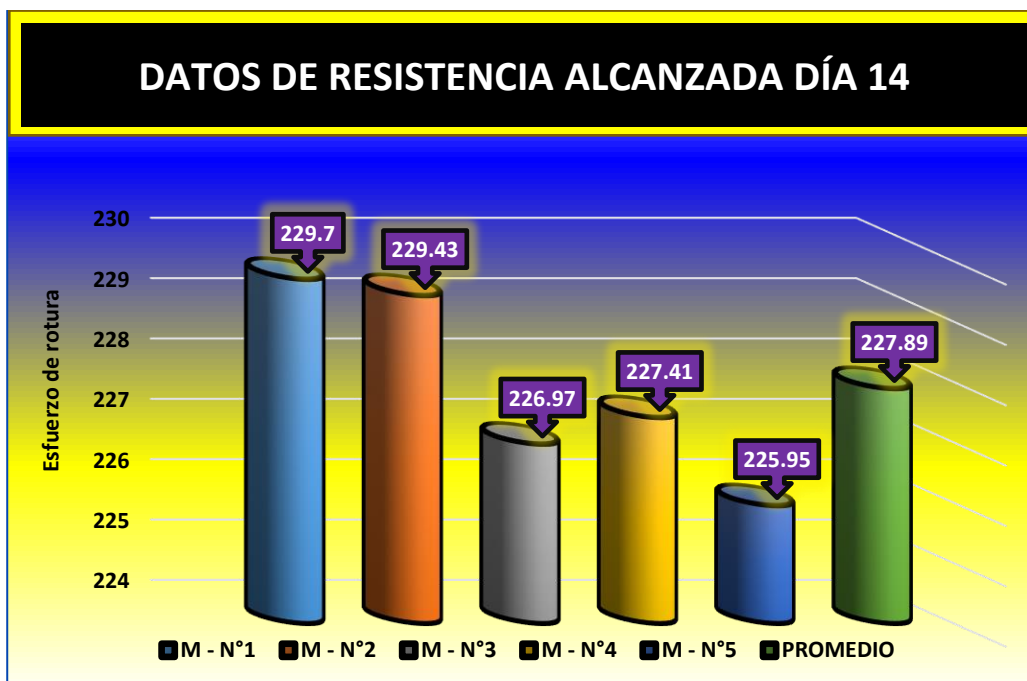
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 2.5%, día 14*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO Kg/cm <sup>2</sup>	F´C Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
1	M - 1	40646	14.92	175.14	229.70		
2	M - 2	40598	15.05	175.36	229.43		
3	M - 3	40162	14.89	175.74	226.97	210	14
4	M - 4	40079	15.03	175.58	227.41		
5	M - 5	39981	14.92	175.74	225.95		
			<b>Prom.</b>		<b>227.89</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 227.89kg/cm<sup>2</sup> en los primeros 14 días de elaboración.

**Figura 22**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 2.5% a los 14 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 225kg/cm<sup>2</sup> y 230kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un promedio de 227.89kg/cm<sup>2</sup>.

### A.4. Resistencia a compresión en el día 28

**Tabla 26**

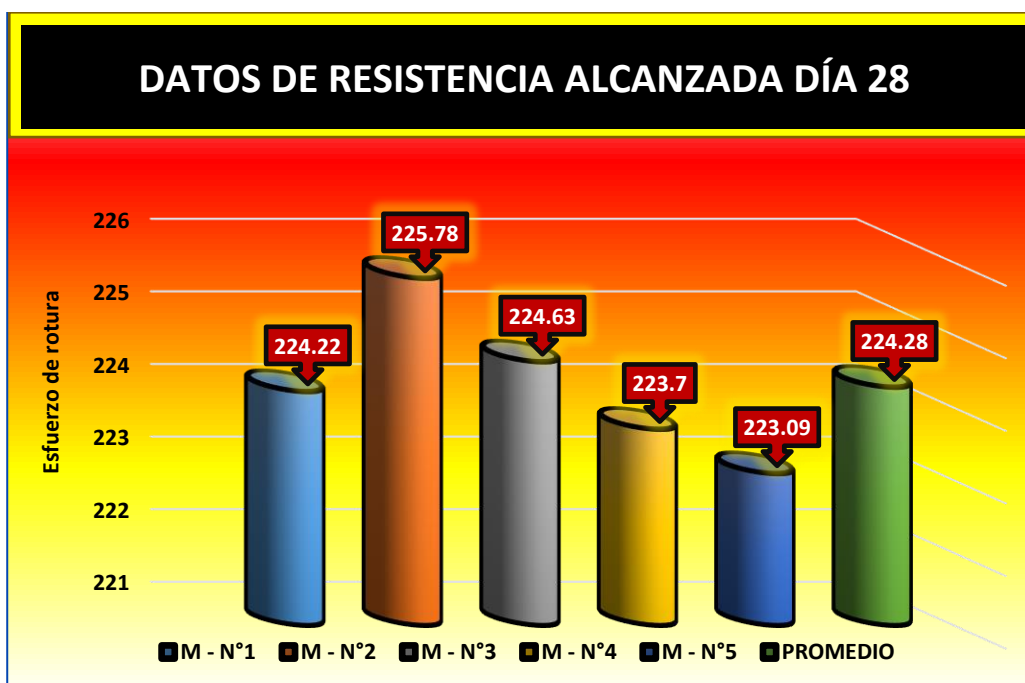
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón, día 28*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO Kg/cm <sup>2</sup>	F' C Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
1	M - 1	39675	14.92	175.14	224.22		
2	M - 2	39951	15.05	175.36	225.78		
3	M - 3	39749	14.89	175.74	224.63	210	28
4	M - 4	39426	15.03	175.58	223.70		
5	M - 5	39476	14.92	175.74	223.09		
				<b>Prom.</b>	<b>224.28</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial y agregados naturales, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 224.28kg/cm<sup>2</sup> en los primeros 28 días de elaboración.

**Figura 23**

*Correspondencia grafica de las resiliencias a los 28 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 223kg/cm<sup>2</sup> y 226kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un promedio de 224.28kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 27**

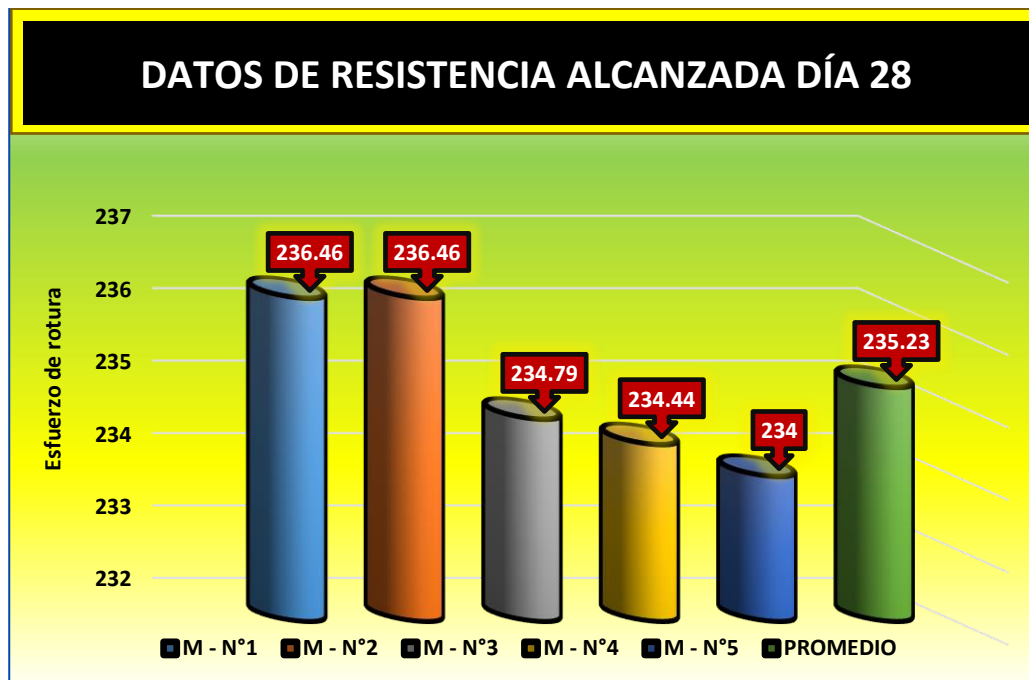
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 0.6%, día 28*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESFUERZO Kg/cm2	F'c Kg/cm2	EDAD DIAS
1	M - 1	41841	14.92	175.14	236.46		
2	M - 2	41674	15.05	175.36	236.46		
3	M - 3	41547	14.89	175.74	234.79	210	28
4	M - 4	41485	15.03	175.58	234.44		
5	M - 5	41407	14.92	175.74	234.00		
			<b>Prom.</b>		<b>235.23</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 235.23kg/cm2 en los primeros 28 días de elaboración.

**Figura 24**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 0.6% a los 28 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 237kg/cm2 y 234kg/cm2, teniendo un promedio de 235.23kg/cm2.

**Tabla 28**

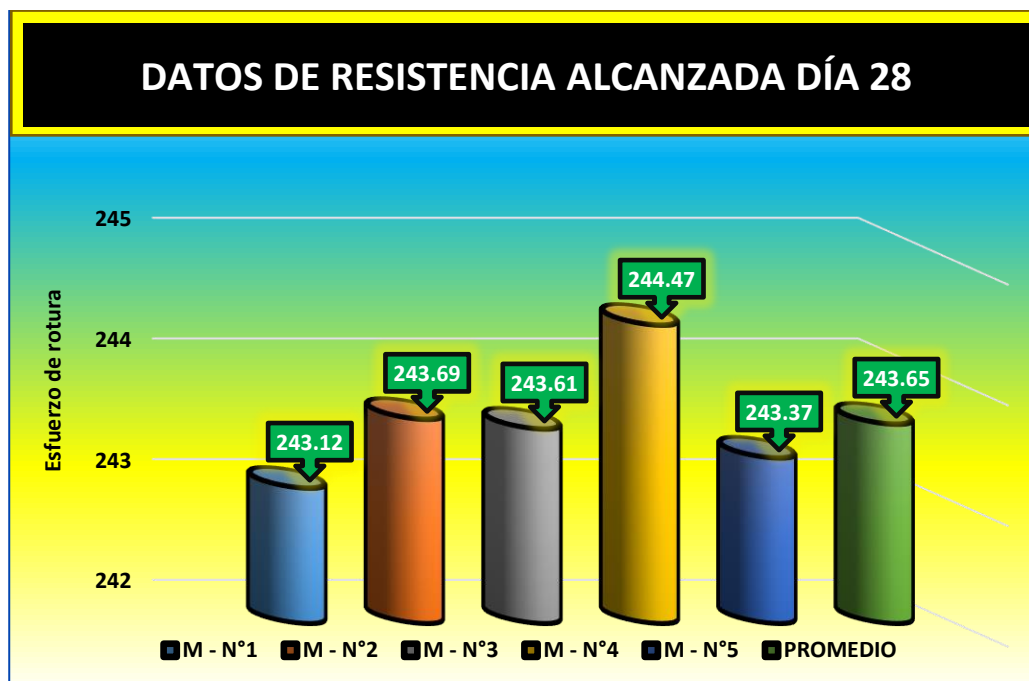
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo superplastificante + 1.2%, día 28*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESFUERZO Kg/cm2	F' C Kg/cm2	EDAD DIAS
1	M - 1	43021	14.92	175.14	243.12		
2	M - 2	43121	15.05	175.36	243.69		
3	M - 3	43107	14.89	175.74	243.61	210	28
4	M - 4	43087	15.03	175.58	244.47		
5	M - 5	43064	14.92	175.74	243.37		
				<b>Prom.</b>	<b>243.65</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 243.65kg/cm2 en los primeros 28 días de elaboración.

**Figura 25**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo superplastificantes 1.2% a los 28 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 243kg/cm2 y 244kg/cm2, teniendo un promedio de 243.65kg/cm2.

**Tabla 29**

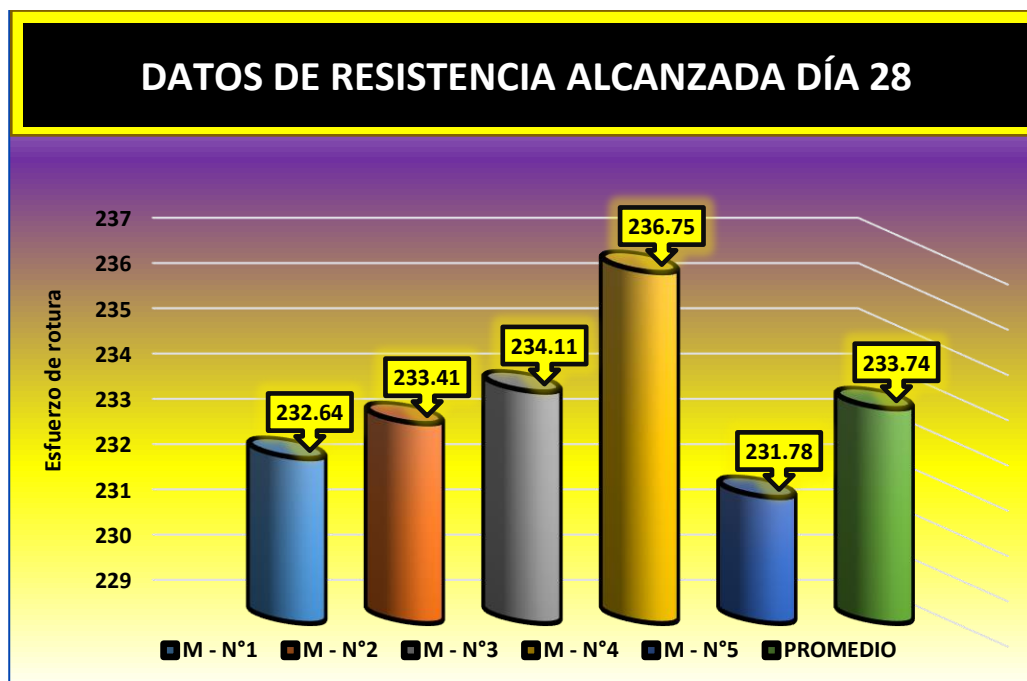
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 1.5%, día 28*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESFUERZO Kg/cm2	F´C Kg/cm2	EDAD DIAS
1	M - 1	41165	14.92	175.14	232.64		
2	M - 2	41302	15.05	175.36	233.41		
3	M - 3	41425	14.89	175.74	234.11	210	28
4	M - 4	41725	15.03	175.58	236.75		
5	M - 5	41014	14.92	175.74	231.78		
			<b>Prom.</b>		<b>233.74</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 233.74kg/cm2 en los primeros 28 días de elaboración.

**Figura 26**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 1.5% a los 28 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 231kg/cm2 y 237kg/cm2, teniendo un promedio de 233.74kg/cm2.

**Tabla 30**

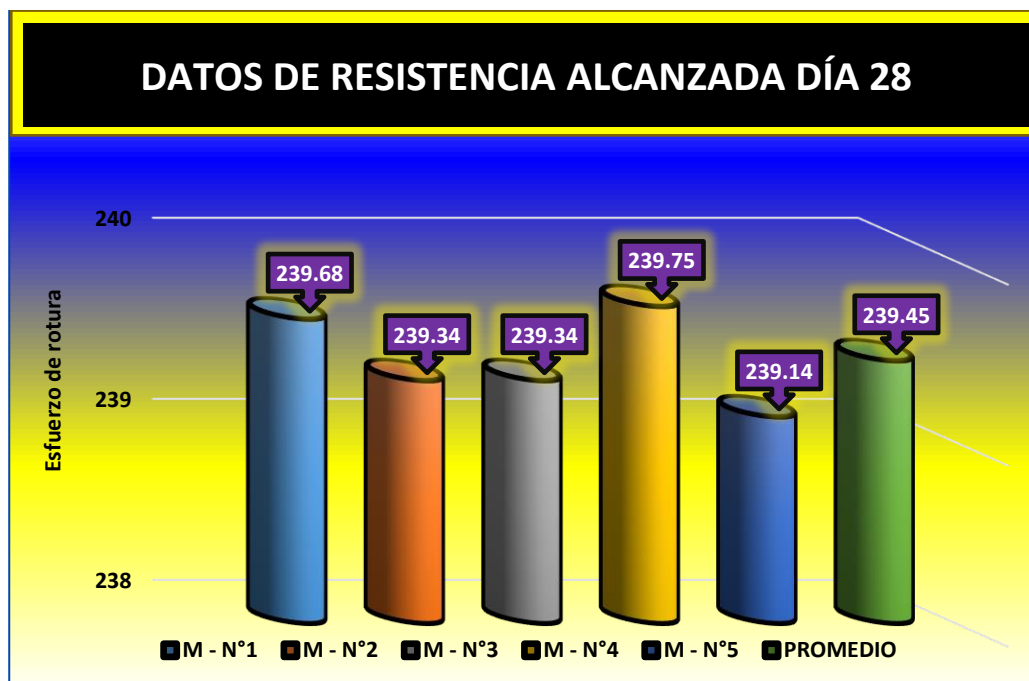
*Esfuerzo de rotura de briquetas muestras patrón + aditivo acelerante de fragua + 2.5%, día 28*

Nº	MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO Kg/cm <sup>2</sup>	F´C Kg/cm <sup>2</sup>	EDAD DIAS
1	M - 1	42411	14.92	175.14	239.68		
2	M - 2	42351	15.05	175.36	239.34		
3	M - 3	42352	14.89	175.74	239.34	210	28
4	M - 4	42254	15.03	175.58	239.75		
5	M - 5	42316	14.92	175.74	239.14		
			<b>Prom.</b>		<b>239.45</b>		

Esta tabla nos enseñara los esfuerzos de resistencia a compresión de las muestras elaboradas con agregado artificial, agregados naturales y aditivo superplastificante, obteniendo los datos ya observados, alcanzando así una resistencia promedio de 239.45kg/cm<sup>2</sup> en los primeros 28 días de elaboración.

**Figura 27**

*Correspondencia grafica de las resiliencias con aditivo acelerante de fragua 2.5% a los 28 días*



Las muestras en sus 3 primeros días fueron variadas y sus resiliencias oscilaron entre 239kg/cm<sup>2</sup> y 240kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un promedio de 239.45kg/cm<sup>2</sup>.



#### **4.1.3 Resistencia a la tracción de las muestras elaboradas + ASP y AAF**

Al incorporar superplastificante y acelerador de fraguado en muestras de concreto, la resistencia a la tracción del concreto mejora significativamente. La resistencia a la tracción se refiere a la capacidad del hormigón para soportar presiones o tensiones que provocan la separación de partículas. Este tipo específico de hormigón se caracteriza por su excepcional flexibilidad y adaptabilidad, así como por su rápido primer aumento en durabilidad. Por lo tanto, es especialmente adecuado para circunstancias que requieren un desempeño sobresaliente dentro de un período de tiempo restringido.

El uso del elemento superplastificante mejora la fluidez del hormigón sin requerir más agua, lo que permite una reducción en la relación agua-cemento. Esta mejora en la trabajabilidad da como resultado una estructura de hormigón más densa y menos porosa, lo que es crucial para mejorar las propiedades mecánicas, como la resistencia a la tracción. El aumento de la densidad y la cohesión del hormigón disminuye la probabilidad de que se produzcan huecos y fallas, por lo que mejora inmediatamente su capacidad para soportar presiones de tracción.

Por el contrario, el aditivo acelerador de fraguado reduce el tiempo que tarda el hormigón en solidificarse y acelera la fase inicial de adquisición de resistencia. Esto es particularmente beneficioso en condiciones climáticas extremadamente frías o en proyectos con limitaciones de tiempo estrictas donde es necesaria una implementación rápida. El acelerador de fraguado acelera el proceso de lograr la resistencia inicial, lo que permite una manipulación y eliminación más rápida del concreto. Además, mejora la resistencia inicial a la tracción del hormigón, asegurando que las construcciones puedan soportar cargas importantes poco después de estar terminadas.

### a) Resistencia a la tracción de las muestras a los 3 días

**Tabla 31**

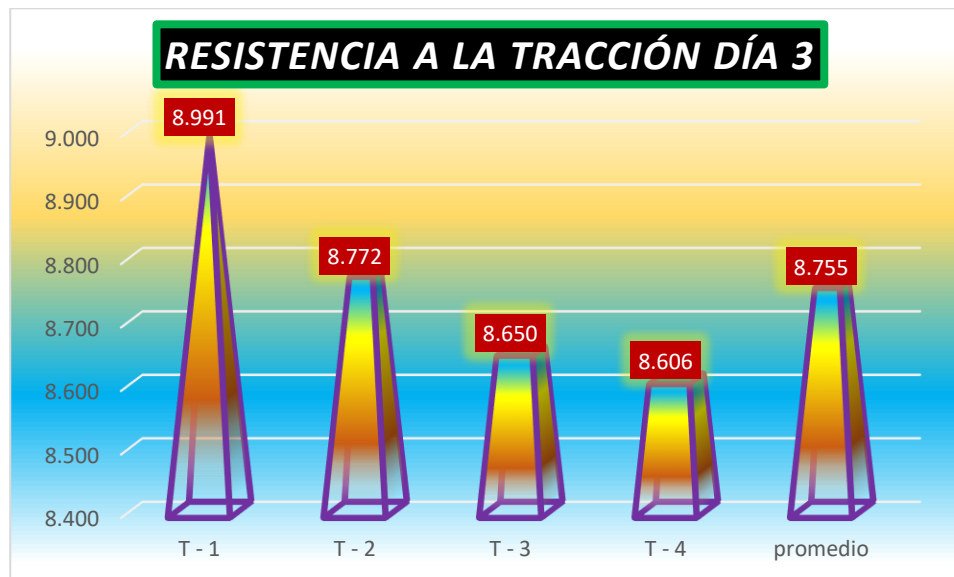
*Resistencia a tracción de muestras patrón, día 3*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	3	4012.00	8.991
2	T - 2		3946.00	8.772
3	T - 3		3864.00	8.650
4	T - 4		3874.00	8.606
<b>promedio</b>				<b>8.755</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 8.75kg/cm2 durante los primeros 3 días.

**Figura 28**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos patrón a los 3 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 8.75kg/cm2.

**Tabla 32**

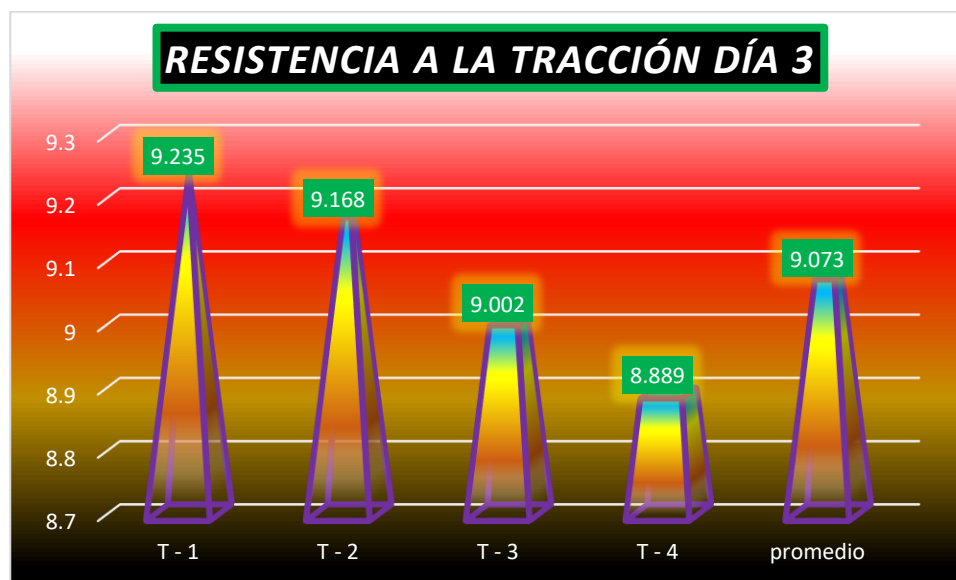
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 0.6%, día 3*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	3	4121.00	9.235
2	T - 2		4124.00	9.168
3	T - 3		4021.00	9.002
4	T - 4		4001.00	8.889
<b>promedio</b>				<b>9.073</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 9.073kg/cm2 durante los primeros 3 días.

**Figura 29**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo superplastificante 0.6% a los 3 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 9.073kg/cm2.

**Tabla 33**

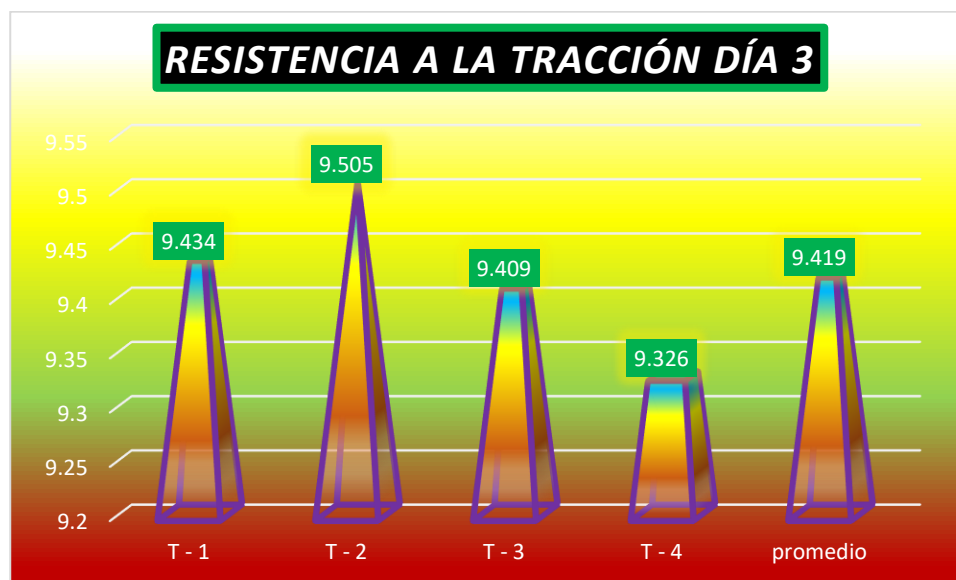
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 1.2%, día 3*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	3	4210.00	9.434
2	T - 2		4276.00	9.505
3	T - 3		4203.00	9.409
4	T - 4		4198.00	9.326
<b>promedio</b>				<b>9.419</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 9.419kg/cm2 durante los primeros 3 días.

**Figura 30**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo superplastificante 1.2% a los 3 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 9.419kg/cm2.

**Tabla 34**

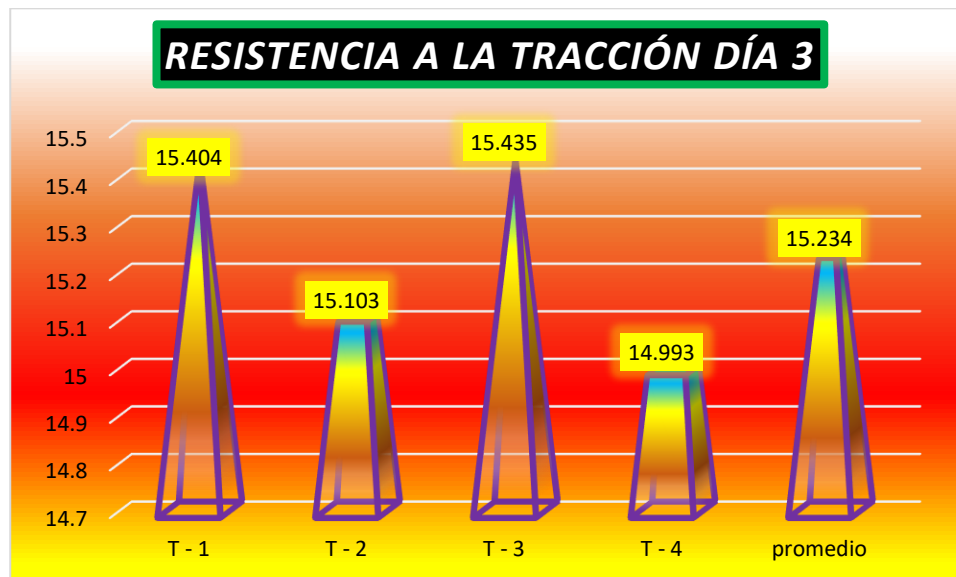
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 1.5%, día 3*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	3	6874.00	15.404
2	T - 2		6794.00	15.103
3	T - 3		6895.00	15.435
4	T - 4		6749.00	14.993
<b>promedio</b>				<b>15.234</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 15.234kg/cm2 durante los primeros 3 días.

**Figura 31**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua 1.5% a los 3 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 15.234kg/cm2.

**Tabla 35**

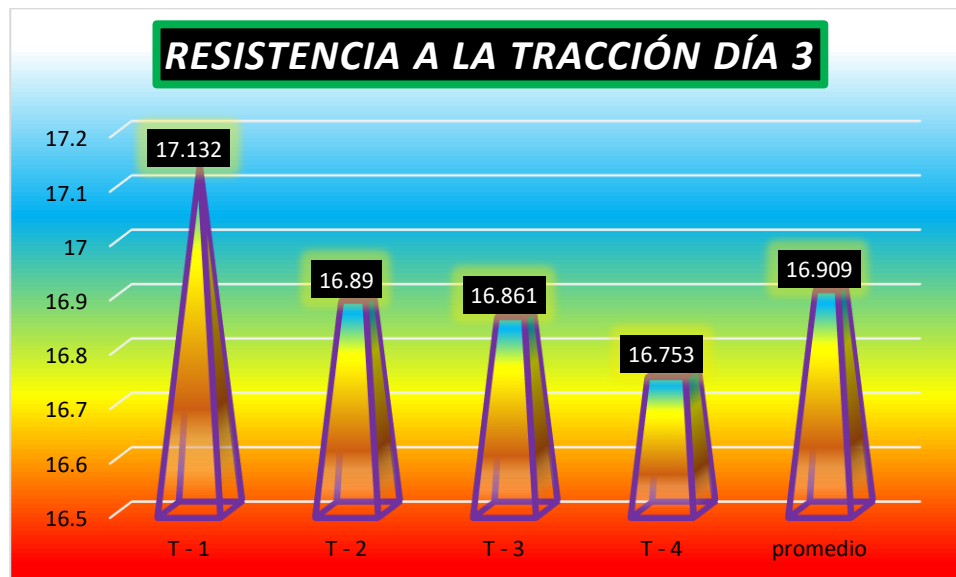
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 2.5%, día 3*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	3	7645.00	17.132
2	T - 2		7598.00	16.890
3	T - 3		7532.00	16.861
4	T - 4		7541.00	16.753
<b>promedio</b>				<b>16.909</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 16.909kg/cm2 durante los primeros 3 días.

**Figura 32**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua 2.5% a los 3 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 16.909kg/cm2.

### b) Resistencia a la tracción de las muestras a los 7 días

**Tabla 36**

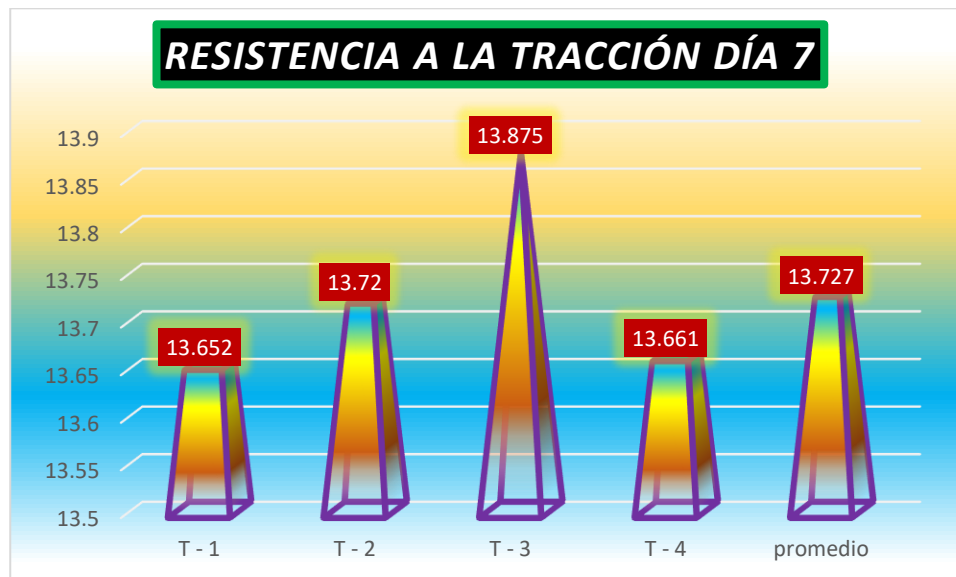
*Resistencia a tracción de muestras patrón, día 7*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	7	6125.00	13.652
2	T - 2		6143.00	13.720
3	T - 3		6200.00	13.875
4	T - 4		6174.00	13.661
<b>promedio</b>				<b>13.727</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 13.727kg/cm2 durante los primeros 7 días.

**Figura 33**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos patrón a los 7 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 13.727kg/cm2.

**Tabla 37**

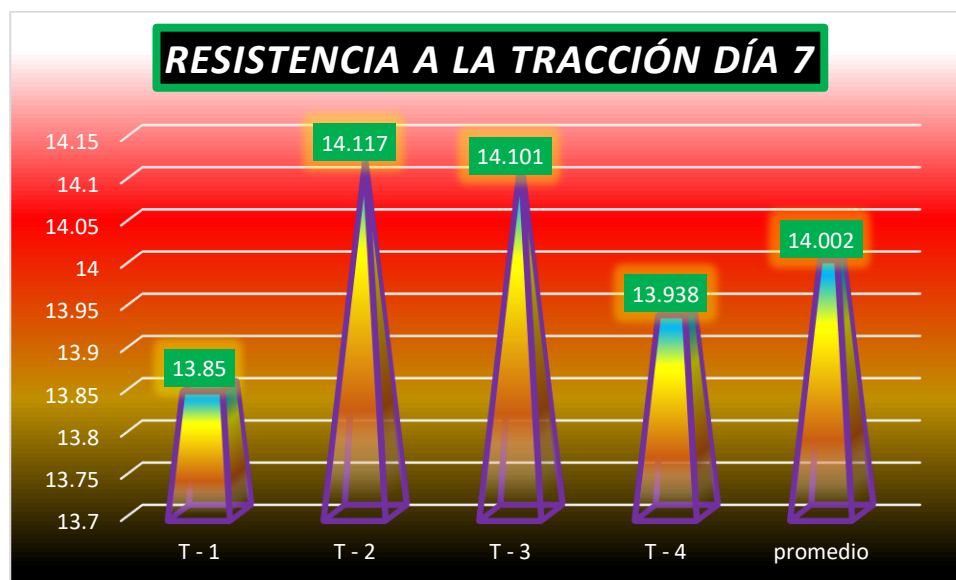
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 0.6%, día 7*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	7	6214.00	13.850
2	T - 2		6321.00	14.117
3	T - 3		6301.00	14.101
4	T - 4		6299.00	13.938
<b>promedio</b>				<b>14.002</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 14.002kg/cm2 durante los primeros 7 días.

**Figura 34**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo superplastificante 0.6% a los 7 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 14.002kg/cm2.

**Tabla 38**

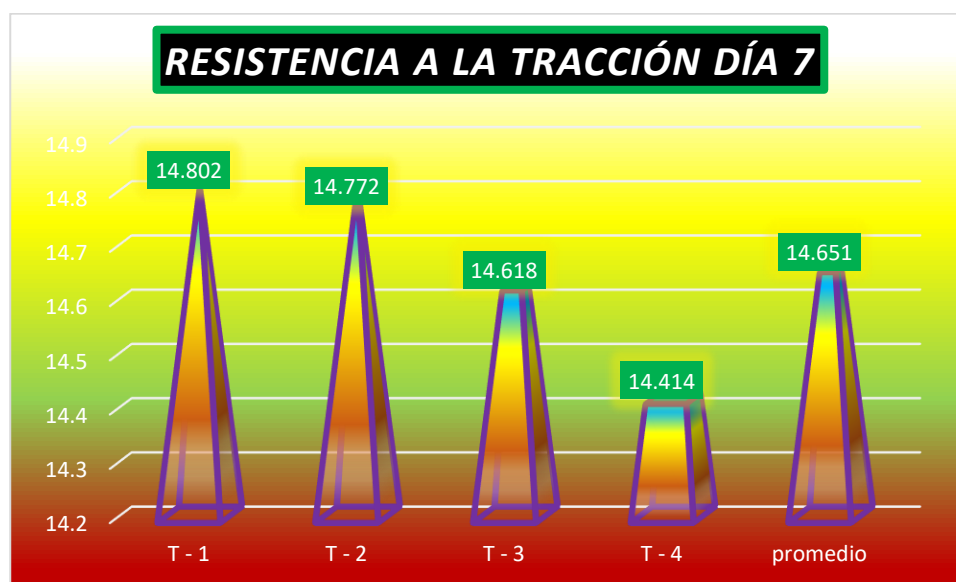
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 1.2%, día 7*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	7	6641.00	14.802
2	T - 2		6614.00	14.772
3	T - 3		6532.00	14.618
4	T - 4		6514.00	14.414
<b>promedio</b>				<b>14.651</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 14.651kg/cm2 durante los primeros 7 días.

**Figura 35**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo superplastificante 1.2% a los 7 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 14.651kg/cm2.

**Tabla 39**

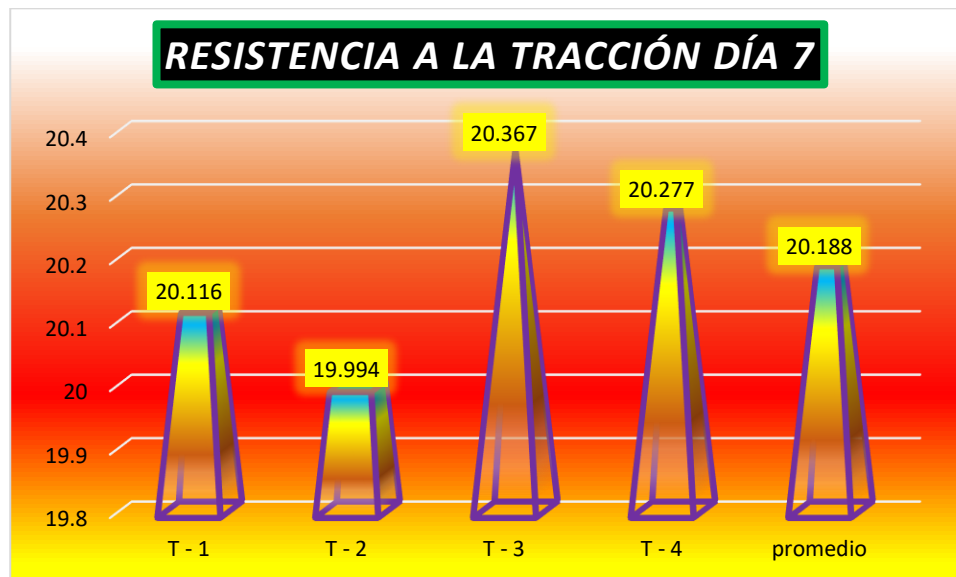
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 1.5%, día 7*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	7	9025.00	20.116
2	T - 2		8952.00	19.994
3	T - 3		9101.00	20.367
4	T - 4		9164.00	20.277
<b>promedio</b>				<b>20.188</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 20.188kg/cm2 durante los primeros 7 días.

**Figura 36**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua 1.5% a los 7 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 20.188kg/cm2.

**Tabla 40**

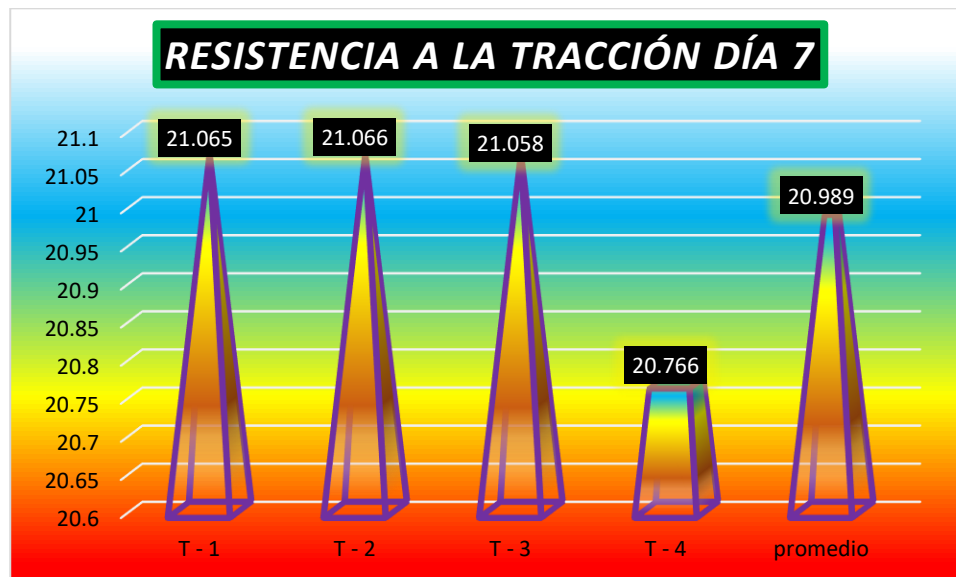
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 2.5%, día 7*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	7	9451.00	21.065
2	T - 2		9432.00	21.066
3	T - 3		9410.00	21.058
4	T - 4		9385.00	20.766
<b>promedio</b>				<b>20.989</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 20.989kg/cm2 durante los primeros 7 días.

**Figura 37**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua 2.5% a los 7 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 20.989kg/cm2.

### c) Resistencia a la tracción de las muestras a los 14 días

**Tabla 41**

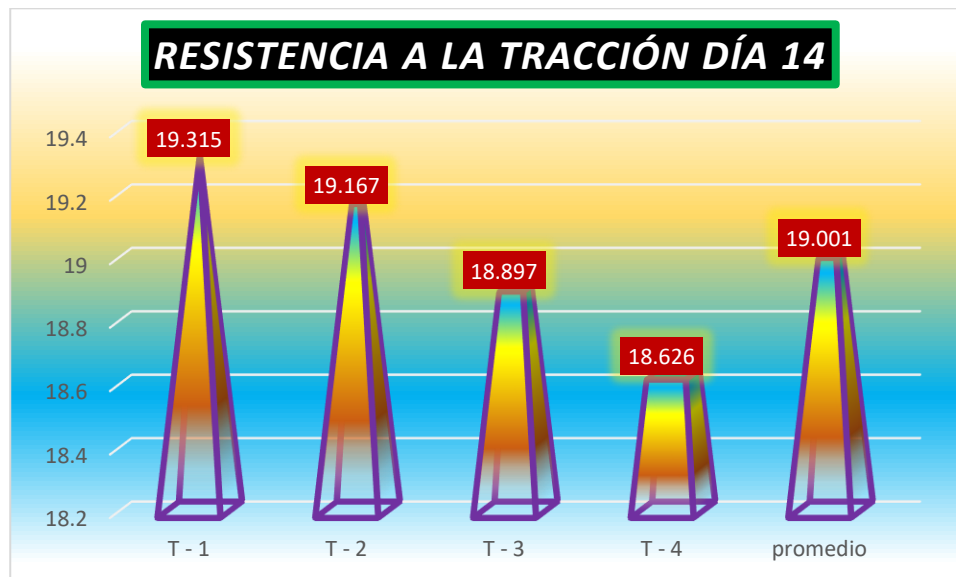
*Resistencia a tracción de muestras patrón, día 14*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	14	8654.00	19.315
2	T - 2		8542.00	19.167
3	T - 3		8413.00	18.897
4	T - 4		8376.00	18.626
<b>promedio</b>				<b>19.001</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 19.001kg/cm2 durante los primeros 14 días.

**Figura 38**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos patrón a los 14 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 19.001kg/cm2.

**Tabla 42**

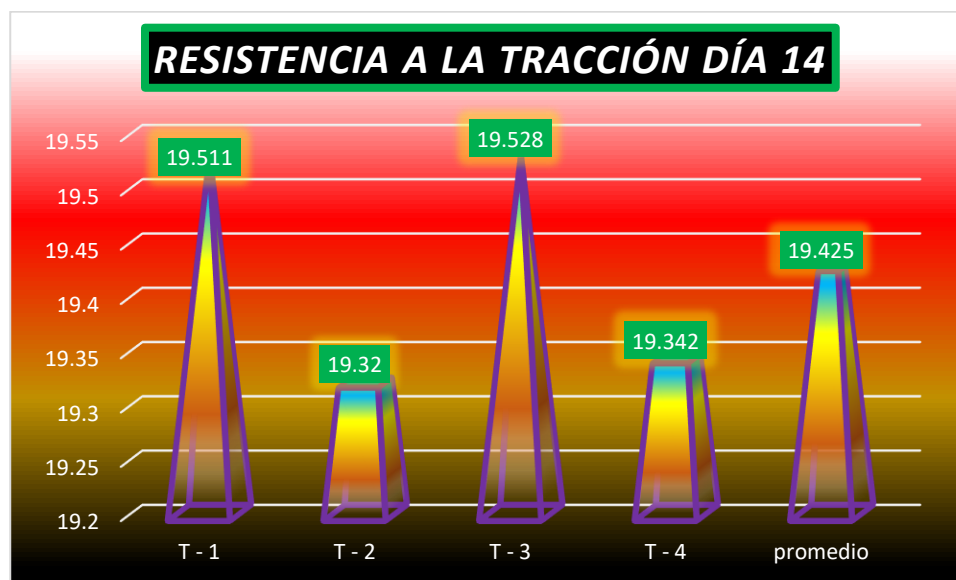
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 0.6%, día 14*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	14	8742.00	19.511
2	T - 2		8610.00	19.320
3	T - 3		8694.00	19.528
4	T - 4		8698.00	19.342
<b>promedio</b>				<b>19.425</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 19.425kg/cm2 durante los primeros 14 días.

**Figura 39**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo superplastificante 0.6% a los 14 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 19.425kg/cm2.

**Tabla 43**

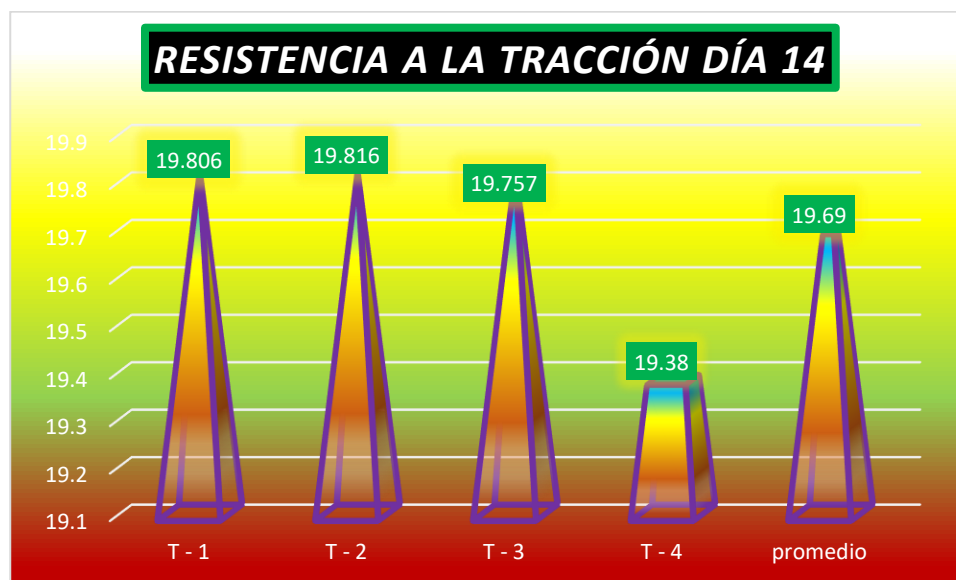
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 1.2%, día 14*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	14	8874.00	19.806
2	T - 2		8831.00	19.816
3	T - 3		8796.00	19.757
4	T - 4		8715.00	19.380
<b>promedio</b>				<b>19.690</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 19.690kg/cm2 durante los primeros 14 días.

**Figura 40**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo superplastificante 1.2% a los 14 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 19.690kg/cm2.

**Tabla 44**

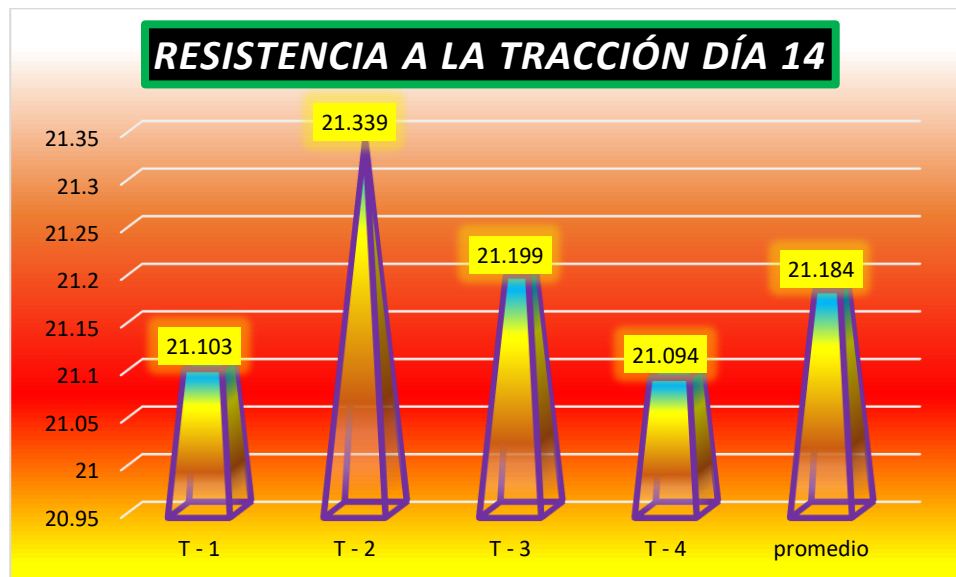
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 1.5%, día 14*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	14	9455.00	21.103
2	T - 2		9510.00	21.339
3	T - 3		9438.00	21.199
4	T - 4		9486.00	21.094
<b>promedio</b>				<b>21.184</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 21.184kg/cm2 durante los primeros 14 días.

**Figura 41**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua 1.5% a los 14 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 21.184kg/cm2.

**Tabla 45**

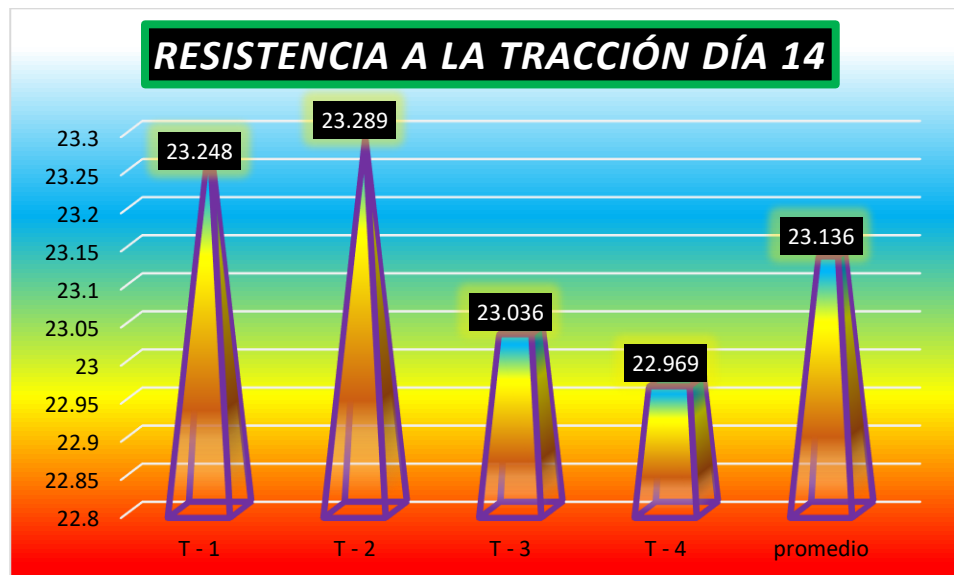
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 2.5%, día 14*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	14	10416.00	23.248
2	T - 2		10379.00	23.289
3	T - 3		10256.00	23.036
4	T - 4		10329.00	22.969
<b>promedio</b>				<b>23.136</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 23.136kg/cm2 durante los primeros 14 días.

**Figura 42**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua 2.5% a los 14 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 23.136kg/cm2.

### d) Resistencia a la tracción de las muestras a los 28 días

**Tabla 46**

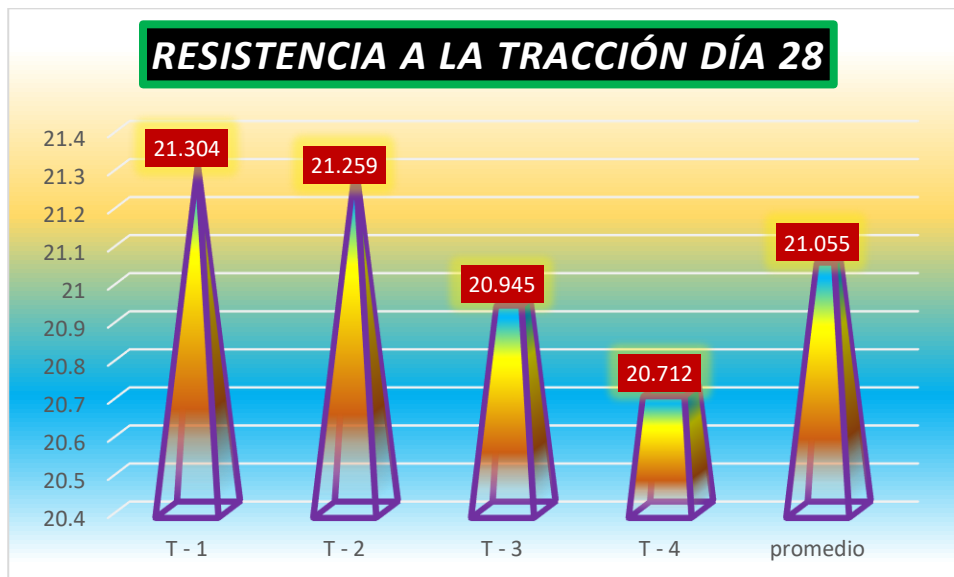
*Resistencia a tracción de muestras patrón, día 28*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	28	9545.00	21.304
2	T - 2		9474.00	21.259
3	T - 3		9325.00	20.945
4	T - 4		9314.00	20.712
<b>promedio</b>				<b>21.055</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 21.055kg/cm2 durante los primeros 28 días.

**Figura 43**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos patrón a los 28 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 21.055kg/cm2.

**Tabla 47**

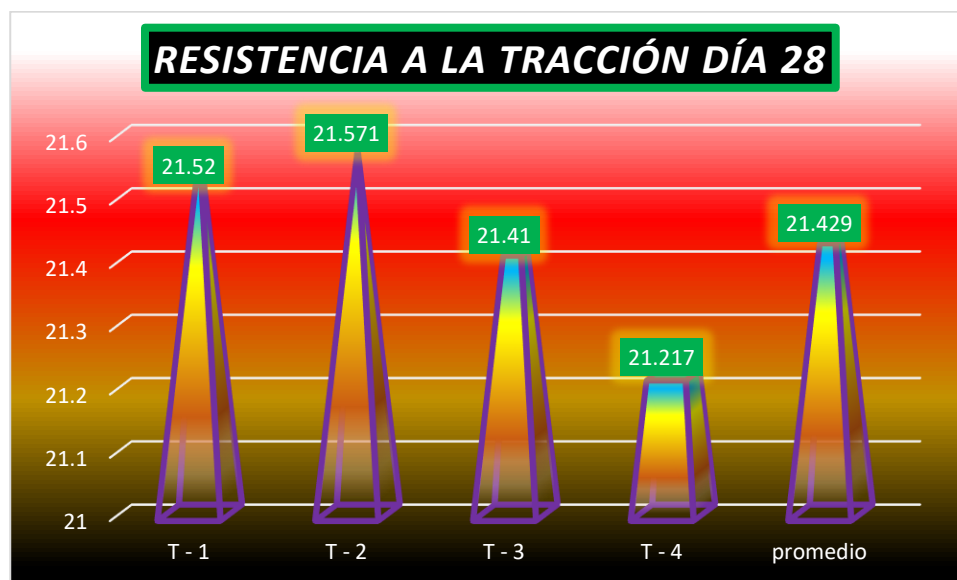
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 0.6%, día 28*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	28	9642.00	21.520
2	T - 2		9613.00	21.571
3	T - 3		9532.00	21.410
4	T - 4		9541.00	21.217
<b>promedio</b>				<b>21.429</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 21.429kg/cm2 durante los primeros 28 días.

**Figura 44**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo superplastificante 0.6% a los 28 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 21.429kg/cm2.

**Tabla 48**

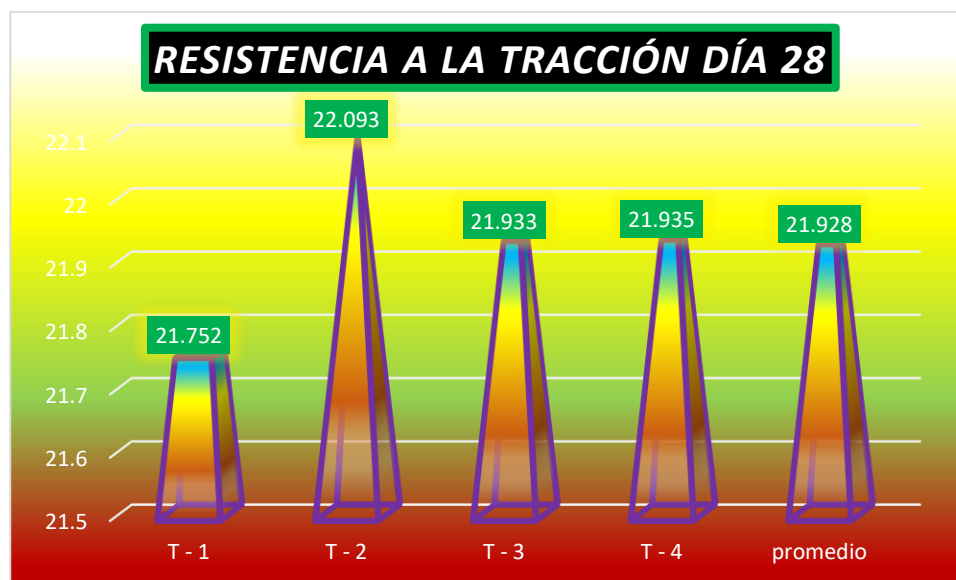
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo superplastificante 1.2%, día 28*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	28	9746.00	21.752
2	T - 2		9846.00	22.093
3	T - 3		9765.00	21.933
4	T - 4		9864.00	21.935
<b>promedio</b>				<b>21.928</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 21.928kg/cm2 durante los primeros 28 días.

**Figura 45**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + aditivo superplastificante 1.2% a los 28 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 21.928kg/cm2.

**Tabla 49**

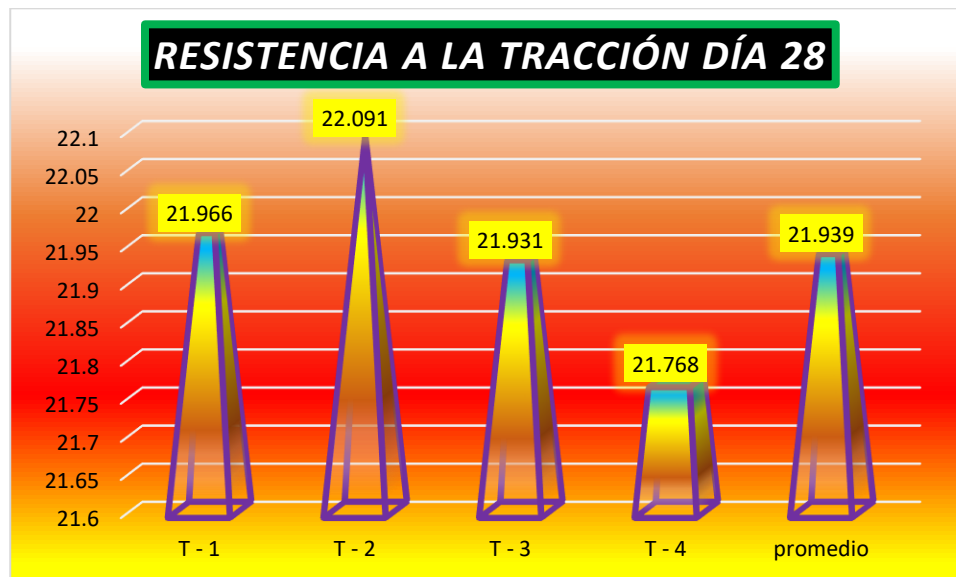
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 1.5%, día 28*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	28	9842.00	21.966
2	T - 2		9845.00	22.091
3	T - 3		9764.00	21.931
4	T - 4		9789.00	21.768
<b>promedio</b>				<b>21.939</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 21.939kg/cm2 durante los primeros 28 días.

**Figura 46**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua 1.5% a los 28 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 21.939kg/cm2.

**Tabla 50**

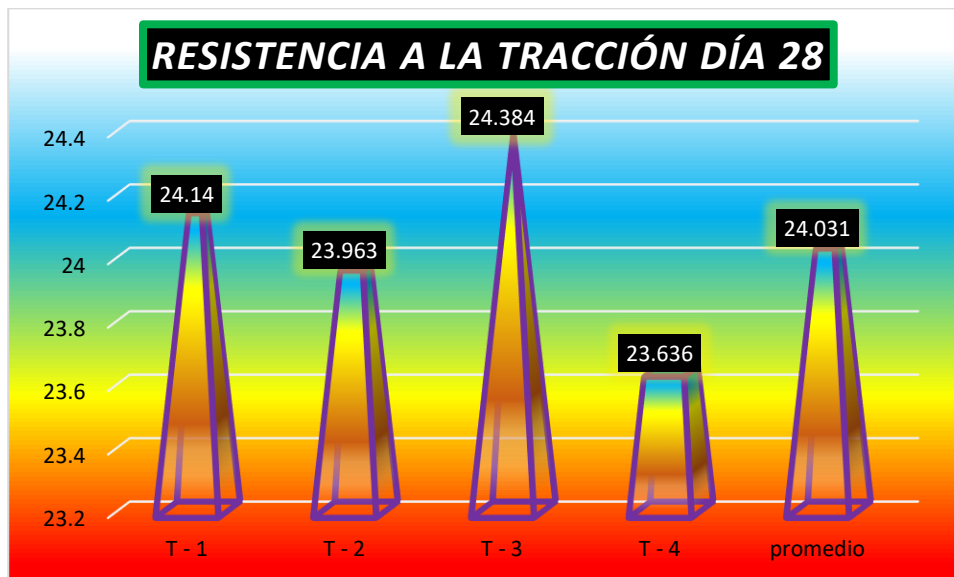
*Resistencia a tracción de muestras patrón + aditivo acelerante de fragua 2.5%, día 28*

Nº	TESTIGOS	EDAD	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm2)
1	T - 1	14	10816.00	24.140
2	T - 2		10679.00	23.963
3	T - 3		10856.00	24.384
4	T - 4		10629.00	23.636
<b>promedio</b>				<b>24.031</b>

En esta tabla se detallan los resultados de 4 testigos elaborados con un diseño de concreto hidráulico, haciendo una recopilación de los valores obtenidos a continuación se tiene que las muestras alcanzaron una resistencia promedio de 24.031kg/cm2 durante los primeros 28 días.

**Figura 47**

*Correspondencia grafica de las resiliencia, segmentos + acelerante de fragua 2.5% a los 28 días*



La resistencia a tracción de las muestras, mostraron una serie de variaciones con distintos valores estimados, todos estos valores se encuentran dentro de los valores especificados por la norma técnica, la resistencia a tracción promedio fue de 24.031kg/cm2.

**Tabla 51**

*Resumen de las resiliencias a tracción a los 28 días*

Resiliencias a la tracción	
Representación	Resiliencias (kg/cm <sup>2</sup> )
Muestra patrón	21.055
Muestra + ASP 0.6%	21.429
Muestra + ASP 1.2%	21.928
Muestra + AAF 1.5%	21.939
Muestra + AAF 2.5%	24.031

Tabla que muestra las resiliencias a la tracción del concreto hidráulico con distintas dosificaciones de aditivos superplastificantes y aditivos acelerantes de fragua.

**Figura 48**

*Correspondencia de resiliencias a flexión -28 días*



Las resiliencias obtenidas durante el período de sus últimos 28 días ofrecen una visión clara de los efectos de las adiciones de los aditivos, teniendo un mejor resultado el concreto aditivo acelerante de fragua 2.5% alcanzando un 24.031kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 52**

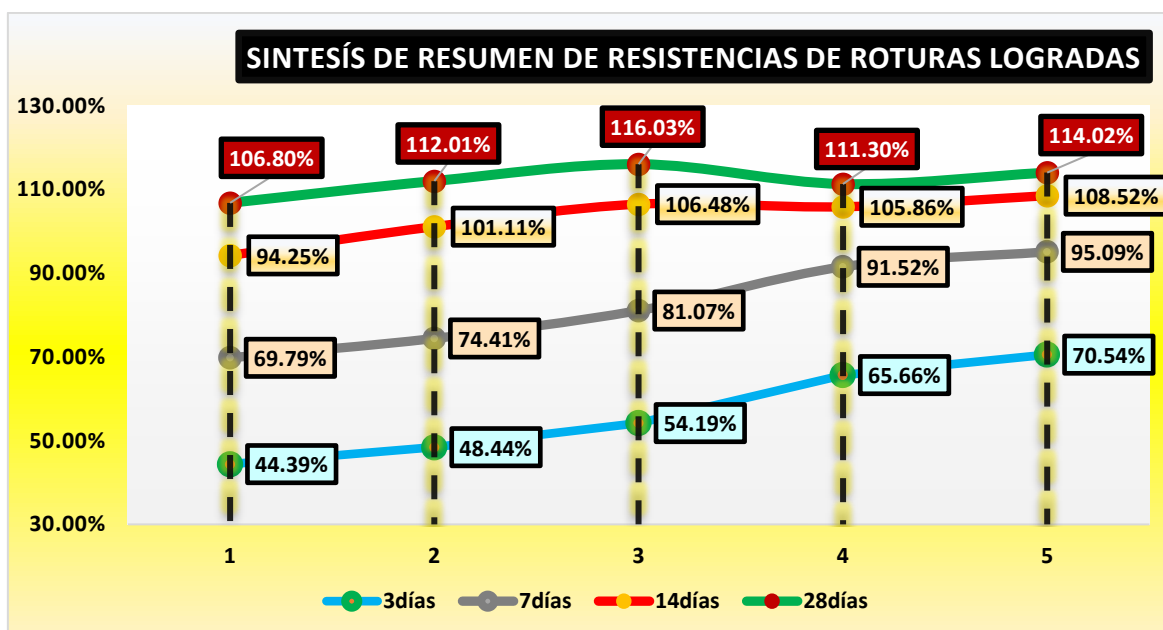
*Resiliencias a la compresión alcanzadas en Correspondencia con su diseño en %*

COMPARATIVA RESISTENCIA A COMPRESIÓN					
Nº	Muestra	3días	7días	14días	28días
1	MP	44.39%	69.79%	94.25%	106.80%
2	Testigo + ASP 0.6%	48.44%	74.41%	101.11%	112.01%
3	Testigo + ASP 1.2%	54.19%	81.07%	106.48%	116.03%
4	Testigo + AAF 1.5%	65.66%	91.52%	105.86%	111.30%
5	Testigo + AAF 2.5%	70.54%	95.09%	108.52%	114.02%

La tabla número 52 es una recopilación de las resiliencias a la compresión del concreto hidráulico con incorporación de aditivos plastificantes y aditivos acelerantes de fragua, estos valores están representados en porcentajes, teniendo que el aditivo superplastificante en 1.2% tuvo el mejor comportamiento mejorando en hasta un 16% en concreto patrón.

**Figura 49**

*Comparativa de resiliencias a la flexión alcanzadas en %*



Se presenta la gráfica en porcentajes, estos son los valores obtenidos de la resistencia a la compresión de las muestras durante los 3, 7, 14 y 28 de curado y posterior rotura, teniendo que los aditivos mejoran significativamente las resiliencias de un concreto hidráulico.



## CONCLUSIONES

**Primera**, las proporciones del concreto convencional son de 1,0.55,2.5 y 1.91 estos valores responden a los ítems de cemento, agua, agregado grueso y fino respectivamente para cada caso, los valores para los aditivos son de 2.24kg/m<sup>3</sup> y 4.48kg/m<sup>3</sup> para el aditivo superplastificante con 0.6% y 1.2% respectivamente y finalmente 5.60kg/m<sup>3</sup> y 9.33kg/m<sup>3</sup> para el aditivo acelerante de fragua en 1.5% y 2.5%.

**Segunda**, el uso de un aditivo superplastificante sobre un concreto hidráulico tuvo resultados sobresalientes en este caso, la incorporación de 1.2% sobre la muestra alcanzo una resistencia de 243.65kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la adición de un aditivo acelerante de fragua alcanzo resistencias altas durante sus primeros días finalmente se consolido con una resistencia de 239.45kg/cm<sup>2</sup> con una proporción de aditivo de 2.5%.

**Tercera**, al incorporar aditivos superplastificantes en 2.5% sobre la muestra patrón el concreto logra superar su diseño de mezcla y los estándares que se tienen para el mismo alcanzado una resistencia a la tracción de 21.928kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la incorporación del aditivo acelerante de fragua en 2.5% alcanzo valores altos en sus primeros días de curado y finalmente logrando una resistencia a la tracción en el día número 28 de 21.928kg/cm<sup>2</sup>.



## RECOMENDACIONES

**Tercera**, se requiere investigación adicional para comprender de mejor manera el comportamiento de los componentes del concreto hidráulico y los valores que son afectados dentro del mismo al incorporar aditivos.

**Segunda**, se recomienda elaborar más estudios para determinar los valores adecuados de los aditivos sobre la resistencia a la compresión del concreto hidráulico, ya que sus comportamientos fueron variados durante el estudio.

**Tercera**, es aconsejable buscar una dosificación idónea para la resistencia a tracción de los concretos hidráulicos con aditivos y como también se sugiere realizar más estudios para determinar las influencias en otras propiedades del concreto.



## REFERENCIAS

- Altynbekova, A. D., Lukpanov, R. E., Dyusseminov, D. S., Askerbekova, A. M., & Tkach, E. V. (2023). Effect of a complex modified additive on the setting time of the cement mixture. *Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra = Complex Use of Mineral Resources*, 325(2), Article 2. <https://doi.org/10.31643/2023/6445.15>
- Alvarado Gilvonio, E. R. (2019a). Análisis del estado plástico y endurecido del concreto usando aditivo superplastificante y la cascara de huevo molido en concretos con hormigón. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5429>
- Alvarado Gilvonio, E. R. (2019b). *Análisis del estado plástico y endurecido del concreto usando aditivo superplastificante y la cascara de huevo molido en concretos con hormigón*.
- Amorós Morote, C. E., & Bendezú Ulloa, J. C. (2019). Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626313>
- Aparicio, R., & Andrés, F. (2020). *Caracterización de las propiedades físicas y químicas de los agregados finos y gruesos con mayor demanda en la ciudad de Tunja* [Bachelor thesis]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/29821>
- Aquino Carreon, H. S. (2021). Análisis de la resistencia de concretos autocompactantes con agregados artificiales para f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, f'c=280 kg/cm<sup>2</sup>, f'c=315 kg/cm<sup>2</sup> en Puno 2018. *Universidad Nacional del Altiplano*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3581532>
- Arenas Condori, J. T. (2022). Análisis de la influencia de acelerantes de fragua y resistencia en las propiedades mecánicas del concreto convencional, Puno 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98184>
- Cati Zea, H. A. (2022). Diseño concreto durable 280 Kg/Cm<sup>2</sup> para climas gélidos utilizando cemento tipo IP con aditivo incorporador de aire Juliaca Puno 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91030>
- cayllahua, dawin. (2023, febrero 30). *Evaluación comparativa de la resistencia a la compresión de concretos convencional y ecológico empleando aditivo acelerante*



de fragua y plastificante en la Ciudad de Juliaca.

<https://repositorio.uancv.edu.pe/items/cc49ab5c-6845-40fb-8262-9579c6cca79b>

Condori Canaza, N. M. (2022). Resistencia mecánica de muros de albañilería de bloques de concreto, con nanosilice y superplastificante, Juliaca, Puno—2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92736>

Cruz Díaz, F. H., & Arana Pari, C. F. (2021). Evaluación de la resistencia mecánica de un concreto permeable ordinario frente a concretos permeables elaborados con un aditivo superplastificante y relaciones a/c menores, para su uso en pavimentos urbanos; Arequipa—2021. *Repositorio Institucional - Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10415>

Díaz Díaz, Y. M., & Rimarachin Vasquez, Y. (2023). Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto incorporando escoria siderúrgica y escoria de aluminio. *Repositorio Institucional - USS*. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11885>

Galvez-Alvarado, J., Barzola-Gastelú, C., Gómez-Minaya, R., & Torre-Carrillo, A. (2020). ESTUDIO DE LAS DIATOMITAS DE ICA COMO MATERIA PRIMA EN LA FABRICACIÓN DE ÁRIDOS ARTIFICIALES DE ARCILLA PARA SU USO COMO AGREGADOS LIGEROS EN MEZCLAS DE HORMIGÓN DISEÑADOS EN BASE A LAS EXIGENCIAS DE LA NTP Y ASTM. *Investigación & Desarrollo*, 20(1), 113-134.

Garfield, A. D. (2024). Evaluation Of The Impact Of Adding Accelerator Additives On The Initial Strength Of High Performance Concrete. *International Journal of Mechanical, Electrical and Civil Engineering*, 1(1), 36-46. <https://doi.org/10.61132/ijmecie.v1i1.9>

Gomez Rojas, N. G. (2020, febrero 4). «Metodología de la investigación, ¿para qué?: La producción de los datos y los diseños», Néstor Cohen, Gabriela Gómez Rojas (2020). *Portal de la Comunicación*. <https://incom.uab.cat/portalcom/books/libros/metodologia-de-la-investigacion-para-que-la-produccion-de-los-datos-y-los-disenos-nestor-cohen-gabriela-gomez-rojas-2020/>

Gómez-Gómez, A., Vinasco-Isaza, L. E., Lima, N. B. de, Tenório, J. A. S., Gómez-Gómez, A., Vinasco-Isaza, L. E., Lima, N. B. de, & Tenório, J. A. S. (2018). Relación entre el tamaño de partícula y el contenido de las fases cristalinas presentes en una escoria de aluminio. *DYNA*, 85(206), 348-354. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.74252>



- Jannat, N., Hussien, A., Abdullah, B., & Cotgrave, A. (2020). Application of agro and non-agro waste materials for unfired earth blocks construction: A review. *Construction and Building Materials*, 254, 119346.  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119346>
- Machaca Zuñiga, L. A. (2019). Análisis del comportamiento del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de aditivo superplastificante para modificar las características del diseño, Lima—2019. *Repositorio Institucional - UCV*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41440>
- Mayorca, O., & Dante, F. (2020). Redes neuronales artificiales en la estimación de la resistencia a la compresión del concreto para la Provincia de Huancayo. *Universidad Nacional del Centro del Perú*.  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6139>
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. En *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.  
<https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Mondragón Oblitas, E. (2020). Influencia de la fibra de poliestireno en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para una resistencia de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. *Repositorio Institucional - USS*.  
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8883>
- Ojeda, D. P. C. (2020). *Universo, población y muestra*.
- Pinto Pinto, A. (2022, mayo 12). *Desarrollo y análisis comparativo de concretos premezclados bombeables, con resiliencias especificadas a 24h, 3 y 7 días, con y sin uso de acelerante*. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/1e821507-a499-4b08-a43d-075f040585ec>
- Ramos Gonzales, I. D., & Sáenz Acosta, H. R. (s. f.). "PLÁSTICO PEAD RECICLADO MOLIDO COMO AGREGADO FINO PARA UN CONCRETO  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>". Recuperado 19 de junio de 2024, de <https://repositorio.unh.edu.pe/items/b89a1b42-1cd0-47da-9012-70301c1a0699>
- Reyes, E. (2022). *Metodología de la Investigación Científica*. Page Publishing Inc.
- Rodríguez Sánchez, A. M., & Tibabuzo Jiménez, M. P. (2019). *Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico*



[Bachelor thesis, Universidad Santo Tomás].

<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/15589>

Salahaldeen, A. S., & Al-Hadithi, A. I. (2022). The Effect of Adding Expanded Polystyrene Beads (EPS) on the Hardened Properties of Concrete. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 12(6), Article 6. <https://doi.org/10.48084/etasr.5278>

Santamaría, J. L., Adame, B., Bermeo, C., Santamaría, J. L., Adame, B., & Bermeo, C. (2021). Influencia de la calidad de los agregados y tipo de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen. *Revista Digital Novasinerгия*, 4(1), 91-101. <https://doi.org/10.37135/ns.01.07.05>

Sika Perú. (2019). *SikaCem® Acelerante PE*.

Suaña Apaza, J. D. (2021). Evaluación del concreto permeable adicionando virutas de acero para la sostenibilidad del pavimento en el Jr. Moquegua de la ciudad de Juliaca, 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76554>

*Tecnología del Hormigón - Unidad 6: Resistencia a la Compresión by Instituto del cemento y del hormigon - Issuu.* (2022, enero 12). [https://issuu.com/ich\\_mkt/docs/unidad\\_6.pptx](https://issuu.com/ich_mkt/docs/unidad_6.pptx)

Vergara, L. A., & Colorado, H. A. (2020). Additive manufacturing of Portland cement pastes with additions of kaolin, superplastificant and calcium carbonate. *Construction and Building Materials*, 248, 118669. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118669>



## ANEXOS

### Anexo. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuál es la incidencia en la propiedad mecánica del concreto hidráulico elaborado con agregados artificiales mediante la adición de aditivos en la provincia de San Román?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Evaluar la incidencia en la propiedad mecánica del concreto hidráulico elaborado con agregados artificiales mediante la adición de aditivos en la provincia de San Román.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>La incidencia en la propiedad mecánica del concreto hidráulico elaborado con agregados artificiales mediante la adición de aditivos en la provincia de San Román, variará de manera proporcional.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>CONCRETOS ARTIFICIALES, ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Y ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA</p> <p><b>Dimensiones:</b>  <i>Concreto con aditivo superplastificante</i>                      M+0.6%ASP                      M+1.2%ASP  <i>Concreto con aditivo acelerante de fragua</i>                      M+1.5%AAF                      M+2.5%AAF</p>	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuáles son las proporciones según diseño de mezclas de los materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua para un concreto hidráulico de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román?</p> <p>¿Cuál es el efecto del uso de materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua sobre la resistencia a la compresión de un concreto hidráulico de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román?</p> <p>¿Cuál es el efecto del uso de materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua sobre la resistencia a la tracción de un concreto hidráulico de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Determinar las proporciones según diseño de mezclas de los materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua para un concreto hidráulico de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román.</p> <p>Determinar el efecto del uso de materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua sobre la resistencia a la compresión de un concreto hidráulico de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román.</p> <p>Determinar el efecto del uso de materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua sobre la resistencia a la tracción de un concreto hidráulico de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román.</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>Las proporciones según diseño de mezclas de los materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua para un concreto hidráulico de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román, estará de acuerdo a los lineamientos del ACI 211.</p> <p>El efecto del uso de materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua mejorará la resistencia a la compresión de un concreto hidráulico de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román.</p> <p>El efecto del uso de materiales naturales, agregados artificiales, aditivo super plastificante y aditivo acelerante de fragua mejorará la resistencia a la compresión de un concreto hidráulico de <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en la provincia de San Román.</p>		



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 EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : BACHILLER VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI  
**CANTERA** : PIEDRA AZUL - AGREGADO GRUESO  
: ISLA - AGREGADO FINO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 8 DE MAYO DEL 2023

### 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"	0.00	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>485.85</u>
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	112.56	22.51	22.51	77.49	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1313.12</u>
N° 16	93.25	18.65	41.16	58.84	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1618.15</u>
N° 30	102.03	20.41	61.57	38.43	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	127.65	25.53	87.10	12.90	Wc+B =	<u>1813</u> Wc+B-W = <u>195</u>
N° 100	43.11	8.62	95.72	4.28	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500.00}{1618.15 - 1813} = 2.57$ gr/cm <sup>3</sup>
N° 200	8.23	1.65	97.37	2.63	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	13.17	2.63	100.00	0.00	B =	<u>500.00</u> B-A = <u>14.15</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{14.15 \times 100}{485.85} = 2.89$ %
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MÓDULO DE FINEZA			3.08			

#### AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>784.64</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
1"	279	7.97	7.97	92.03	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1313.12</u>
3/4"	521	14.89	22.86	77.14	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1799.52</u>
1/2"	1045	29.86	52.71	47.29	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	553	15.80	68.51	31.49	Wc+B =	<u>2113</u> Wc+B-W = <u>314</u>
N° 4	0	0.00	68.51	31.49	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800.00}{1799.52 - 2113} = 2.57$ gr/cm <sup>3</sup>
N° 8	1102	31.49	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	B =	<u>800.00</u> B-A = <u>15.36</u>
SUMA	3500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{15.36 \times 100}{784.64} = 1.96$ %
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
M.S.C.A. JEFATURA  
Mg. Arnaldo Kana Torres



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



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

**PROYECTO** : INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : BACHILLER VICTOR RAUL MAMANI-CHAMBI  
**CANTERA** : PIEDRA AZUL - AGREGADO GRUESO  
 : ISLA - AGREGADO FINO  
**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 8 DE MAYO DEL 2023

### PROCESO DE DISEÑO

**NORMAS:** ACI 211.1.74  
 ACI 211.1.81

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

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

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

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

### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.57	2.57
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1564	1678
P.U. Suelto	1412	1638
% de Absorción	1.81	2.68
% de Humedad Natural	2.12	5.52
Modulo de Fineza	-	3.08

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/m<sup>3</sup>**
- 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:

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

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
 Mestr. Arnaldo Yana Torres



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.08 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1564 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.592 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.5923) * (1564) = 926 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= (366) / (2.88 * 1000) = 0.127 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= (926) / (2.53 * 1000) = 0.366 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volúmen sub total} &= 0.718 \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.718) = 0.282 \text{ m}^3$$

$$(0.282) * (2.57) * 1000 = 724 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &(926) * (1.02125) = 946 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &(724) * (1.0552) = 764 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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

$$205 - 926 * \left( \frac{2.12 - 1.81}{100} \right) - 724 \left( \frac{5.52 - 2.68}{100} \right) = 182$$

### 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	182	0.50
Agreg. Grueso	926	2.53	946	2.58
Agreg. Fino	724	1.98	764	2.09
Aire	2.0 %		2.0 %	

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

#### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	: 42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	: 88.73 Kg.
Agregado grueso húmedo	: 109.81 Kg.
Agua efectiva	: 21.08 Kg.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
C.P. 103257

BIE : B018 - 00089853



### DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

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

**1.0 Bolsa de Cemento:** Redondeo

- 1.91 p<sup>3</sup> de Arena                      1.9 p<sup>3</sup> de Arena
- 2.75 p<sup>3</sup> de Piedra Chancada        2.7 p<sup>3</sup> de Piedra Chancada
- 21 Lt de Agua                            21 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 DEL CACERES Y LASQUEZ  
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
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

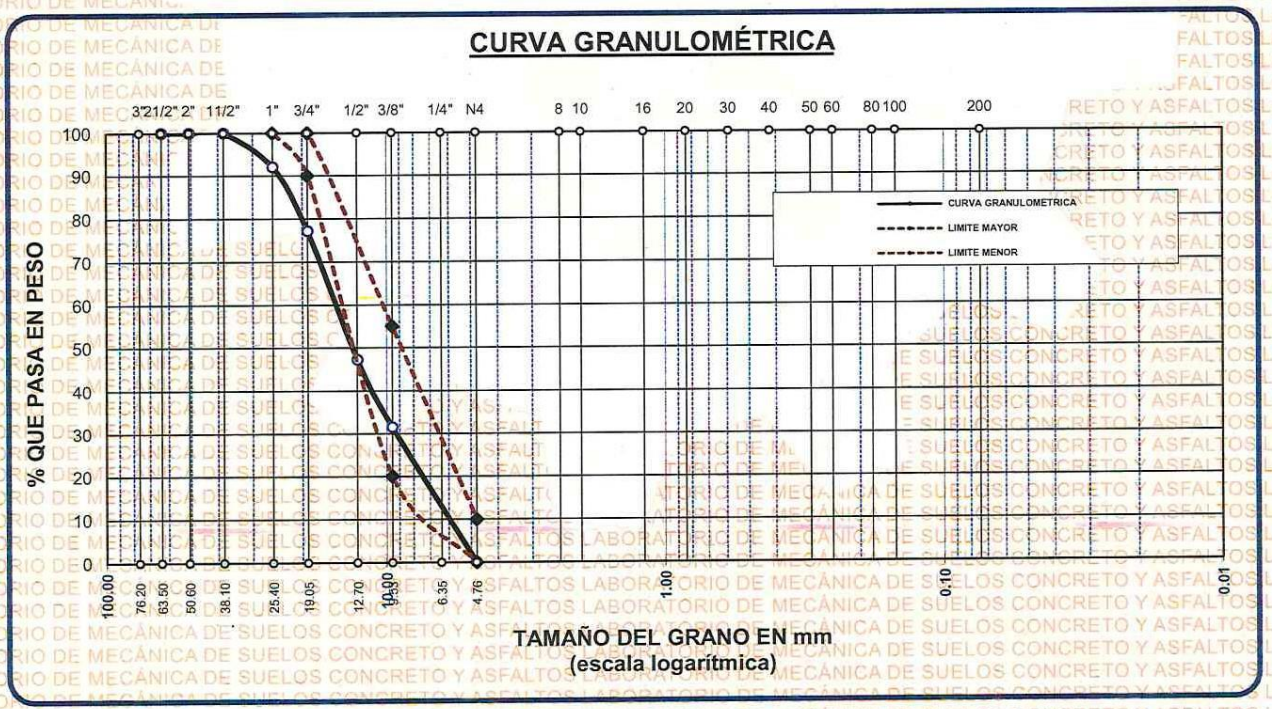


### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : BACHILLER VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI  
**CANTERA** : PIEDRA AZUL - AGREGADO GRUESO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 8 DE MAYO DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						<b>Peso Inicial = 3500 gr.</b> <b>Tamaño máx. nominal = 3/4"</b> <b>OBSERVACIONES:</b>
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	279.00	7.97	7.97	92.03		
3/4"	19.050	521.00	14.89	22.86	77.14		
1/2"	12.700	1045.00	29.86	52.71	47.29	20 - 55 %	
3/8"	9.525	553.00	15.80	68.51	31.49		
1/4"	6.350					0 - 10 %	
No4	4.760	1102.00	31.49	100.00	0.00		
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"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A. DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
JULIACA - PERÚ

*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



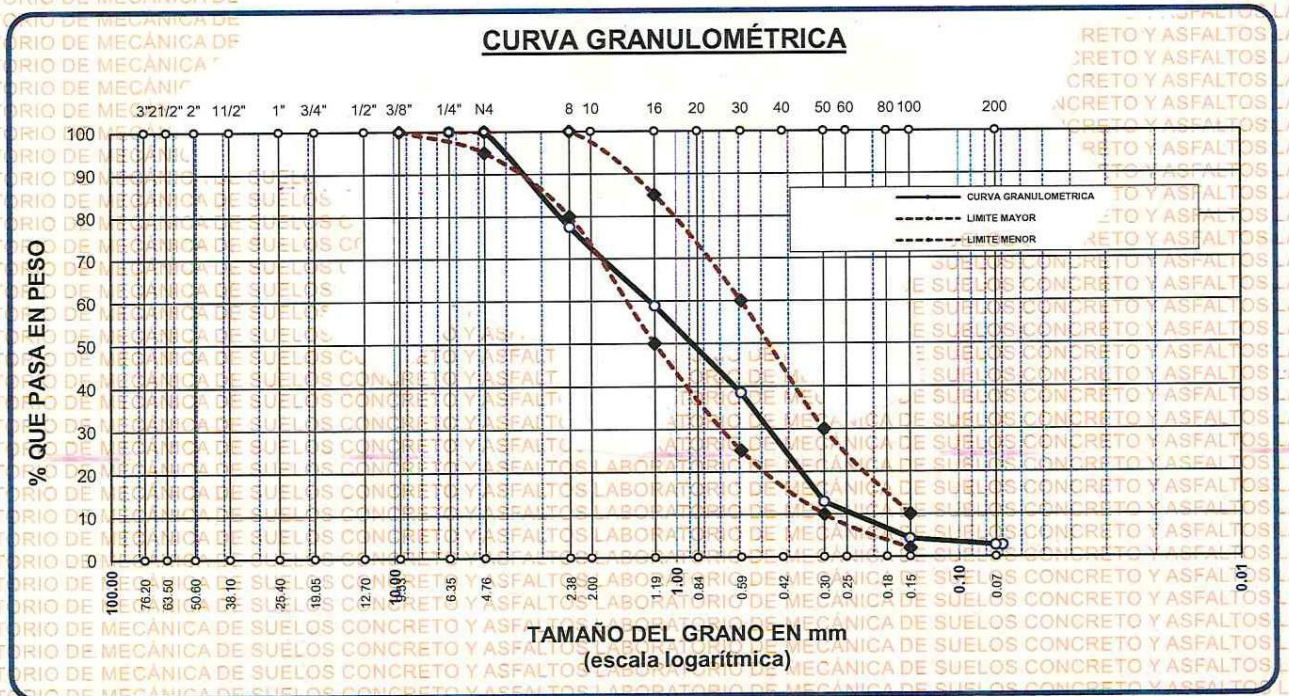
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : BACHILLER VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI  
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO FINO  
**LUGAR** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** : 8 DE MAYO DEL 2023

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 = 3.08
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	112.56	22.51	22.51	77.49		
No10	2.000						
No16	1.190	93.25	18.65	41.16	58.84	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	102.03	20.41	61.57	38.43	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	127.65	25.53	87.10	12.90	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	43.11	8.62	95.72	4.28	2-10%	
No200	0.074	8.23	1.65	97.37	2.63		
BASE		13.17	2.63	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		2.63					

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
 Mgtr. Arnaldo Yano Torres  
 CIP 16321



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 EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : BACHILLER VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI

**CANTERA** : PIEDRA AZUL - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 8 DE MAYO DEL 2023

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	5931 gr	5931 gr	5931 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2121 cm <sup>3</sup>	2121 cm <sup>3</sup>	2121 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9461.00 gr	9479.00 gr	9276.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3530.00 gr	3548.00 gr	3345.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.664 gr/cm <sup>3</sup>	1.673 gr/cm <sup>3</sup>	1.577 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.638 gr/cm <sup>3</sup>		

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	5931 gr	5931 gr	5931 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2121 cm <sup>3</sup>	2121 cm <sup>3</sup>	2121 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9413.00 gr	9526.00 gr	9531.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3482.00 gr	3595.00 gr	3600.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.642 gr/cm <sup>3</sup>	1.695 gr/cm <sup>3</sup>	1.697 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.678 gr/cm <sup>3</sup>		

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Iana Torres  
 CIP 103257

BIÉ : B018 - 00089853



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 EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : BACHILLER VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI

**CANTERA** : PIEDRA AZUL - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 8 DE MAYO DEL 2023

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	7105 gr	7105 gr	ASF 7105 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3239 cm <sup>3</sup>	3239 cm <sup>3</sup>	3239 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	11679.00 gr	11647.00 gr	11712.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4574.00 gr	4542.00 gr	4607.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.412 gr/cm <sup>3</sup>	1.402 gr/cm <sup>3</sup>	1.422 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.412 gr/cm <sup>3</sup>		

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	7105 gr	7105 gr	ASF 7105 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3239 cm <sup>3</sup>	3239 cm <sup>3</sup>	3239 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12326.00 gr	12031.00 gr	12152.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5221.00 gr	4926.00 gr	5047.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.612 gr/cm <sup>3</sup>	1.521 gr/cm <sup>3</sup>	1.558 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.564 gr/cm <sup>3</sup>		

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

M<sup>te.</sup> 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



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

**PROYECTO :** INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE :** BACHILLER VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI

**CANTERA :** PIEDRA AZUL - AGREGADO GRUESO

: ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA :** 8 DE MAYO DEL 2023

### MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	345.62
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	330.23
PESO DEL TARRO (gr.)	51.25
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	294.37
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	278.98
PESO DEL AGUA (gr.)	15.39
% HUMEDAD	5.52

### MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	433.26
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	425.49
PESO DEL TARRO (gr.)	59.84
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	373.42
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	365.65
PESO DEL AGUA (gr.)	7.77
% HUMEDAD	2.12

**OBSERVACIONES:**

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



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

Mgr. Arnaldo Yano Torres  
CIP 103325

BIE : B018 - 00089853



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 EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE:** BACHILLER VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI

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

**FECHA:** 08 - MAYO - 2023

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

Nº	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	B - 1	16321	15.01	176.95	92.24	210	08/05/2023	11/05/2023	3	43.92
2	B - 2	16743	14.98	176.24	95.00	210	08/05/2023	11/05/2023	3	45.24
3	B - 3	16479	15.01	176.95	93.13	210	08/05/2023	11/05/2023	3	44.35
4	B - 4	16479	14.98	176.24	93.50	210	08/05/2023	11/05/2023	3	44.53
5	B - 5	16325	15.01	176.95	92.26	210	08/05/2023	11/05/2023	3	43.93
Promedio De Esf. Rotura					93.23					44.39

Nº	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	B - 1	25946	15.01	176.95	146.63	210	08/05/2023	15/05/2023	7	69.82
2	B - 2	25783	15.01	176.95	145.71	210	08/05/2023	15/05/2023	7	69.38
3	B - 3	25874	14.98	176.24	146.81	210	08/05/2023	15/05/2023	7	69.91
4	B - 4	25824	14.98	176.24	146.53	210	08/05/2023	15/05/2023	7	69.77
5	B - 5	26026	15.01	176.95	147.08	210	08/05/2023	15/05/2023	7	70.04
Promedio De Esf. Rotura					146.55					69.79

Nº	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	B - 1	34756	15.01	176.95	196.42	210	08/05/2023	22/05/2023	14	93.53
2	B - 2	35124	15.01	176.95	198.50	210	08/05/2023	22/05/2023	14	94.52
3	B - 3	35024	15.01	176.95	197.93	210	08/05/2023	22/05/2023	14	94.25
4	B - 4	35097	14.98	176.24	199.14	210	08/05/2023	22/05/2023	14	94.83
5	B - 5	34978	15.01	176.95	197.67	210	08/05/2023	22/05/2023	14	94.13
Promedio De Esf. Rotura					197.93					94.25

Nº	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	B - 1	39675	15.01	176.95	224.22	210	08/05/2023	05/06/2023	28	106.77
2	B - 2	39951	15.01	176.95	225.78	210	08/05/2023	05/06/2023	28	107.51
3	B - 3	39749	15.01	176.95	224.63	210	08/05/2023	05/06/2023	28	106.97
4	B - 4	39426	14.98	176.24	223.71	210	08/05/2023	05/06/2023	28	106.53
5	B - 5	39476	15.01	176.95	223.09	210	08/05/2023	05/06/2023	28	106.23
Promedio De Esf. Rotura					224.28					106.80

**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  
 Mtro. Arnaldo Yano Torres  
 C.P. 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 EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE:** BACHILLER VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** 08 - MAYO - 2023

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 0.60% DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

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	B - 1	18124	15.01	176.95	102.42	210	08/05/2023	11/05/2023	3	48.77
2	B - 2	17856	15.01	176.95	100.91	210	08/05/2023	11/05/2023	3	48.05
3	B - 3	17982	14.98	176.24	102.03	210	08/05/2023	11/05/2023	3	48.59
4	B - 4	17852	14.98	176.24	101.29	210	08/05/2023	11/05/2023	3	48.24
5	B - 5	18046	15.01	176.95	101.98	210	08/05/2023	11/05/2023	3	48.56
Promedio De Esf. Rotura					101.73					48.44

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	B - 1	27486	15.01	176.95	155.33	210	08/05/2023	15/05/2023	7	73.97
2	B - 2	27896	15.01	176.95	157.65	210	08/05/2023	15/05/2023	7	75.07
3	B - 3	27486	15.01	176.95	155.33	210	08/05/2023	15/05/2023	7	73.97
4	B - 4	27693	15.01	176.95	156.50	210	08/05/2023	15/05/2023	7	74.52
5	B - 5	27695	15.01	176.95	156.51	210	08/05/2023	15/05/2023	7	74.53
Promedio De Esf. Rotura					156.27					74.41

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	B - 1	37489	15.01	176.95	211.86	210	08/05/2023	22/05/2023	14	100.89
2	B - 2	37452	14.98	176.24	212.51	210	08/05/2023	22/05/2023	14	101.19
3	B - 3	37794	15.01	176.95	213.59	210	08/05/2023	22/05/2023	14	101.71
4	B - 4	37165	15.01	176.95	210.03	210	08/05/2023	22/05/2023	14	100.01
5	B - 5	37812	15.01	176.95	213.69	210	08/05/2023	22/05/2023	14	101.76
Promedio De Esf. Rotura					212.33					101.11

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	B - 1	41841	15.01	176.95	236.46	210	08/05/2023	05/06/2023	28	112.60
2	B - 2	41674	14.98	176.24	236.46	210	08/05/2023	05/06/2023	28	112.60
3	B - 3	41547	15.01	176.95	234.80	210	08/05/2023	05/06/2023	28	111.81
4	B - 4	41485	15.01	176.95	234.44	210	08/05/2023	05/06/2023	28	111.64
5	B - 5	41407	15.01	176.95	234.00	210	08/05/2023	05/06/2023	28	111.43
Promedio De Esf. Rotura					235.23					112.02

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
C.P. 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 EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE:** BACHILLER VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** 08 - MAYO - 2023

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 1.2% DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	B - 1	19659	15.01	176.95	111.10	210	08/05/2023	11/05/2023	3	52.90
2	B - 2	20114	15.01	176.95	113.67	210	08/05/2023	11/05/2023	3	54.13
3	B - 3	20754	15.01	176.95	117.29	210	08/05/2023	11/05/2023	3	55.85
4	B - 4	20025	15.01	176.95	113.17	210	08/05/2023	11/05/2023	3	53.89
5	B - 5	20124	15.01	176.95	113.73	210	08/05/2023	11/05/2023	3	54.16
Promedio De Esf. Rotura					113.79					54.19

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	B - 1	30425	15.01	176.95	171.94	210	08/05/2023	15/05/2023	7	81.88
2	B - 2	29879	15.01	176.95	168.86	210	08/05/2023	15/05/2023	7	80.41
3	B - 3	29964	15.01	176.95	169.34	210	08/05/2023	15/05/2023	7	80.64
4	B - 4	30125	15.01	176.95	170.25	210	08/05/2023	15/05/2023	7	81.07
5	B - 5	30241	15.01	176.95	170.90	210	08/05/2023	15/05/2023	7	81.38
Promedio De Esf. Rotura					170.26					81.07

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	B - 1	39016	15.01	176.95	220.49	210	08/05/2023	22/05/2023	14	105.00
2	B - 2	39062	15.01	176.95	220.75	210	08/05/2023	22/05/2023	14	105.12
3	B - 3	39974	15.01	176.95	225.91	210	08/05/2023	22/05/2023	14	107.57
4	B - 4	39745	14.98	176.24	225.52	210	08/05/2023	22/05/2023	14	107.39
5	B - 5	39879	15.01	176.95	225.37	210	08/05/2023	22/05/2023	14	107.32
Promedio De Esf. Rotura					223.61					106.48

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm <sup>2</sup>	ESF. ROTURA Kg/cm <sup>2</sup>	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	B - 1	43021	15.01	176.95	243.13	210	08/05/2023	05/06/2023	28	115.77
2	B - 2	43121	15.01	176.95	243.69	210	08/05/2023	05/06/2023	28	116.04
3	B - 3	43107	15.01	176.95	243.61	210	08/05/2023	05/06/2023	28	116.01
4	B - 4	43087	14.98	176.24	244.48	210	08/05/2023	05/06/2023	28	116.42
5	B - 5	43064	15.01	176.95	243.37	210	08/05/2023	05/06/2023	28	115.89
Promedio De Esf. Rotura					243.65					116.03

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A.  
JEPATURA JULIACA  
Mgtr. Arnaldo Yano Torres  
C.I.P. 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 EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE:** BACHILLER VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI

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

**FECHA:** 08 - MAYO - 2023

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 1.5% DE ADITIVO ACCELERANTE DE FRAGUA

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	B - 1	24096	15.01	176.95	136.17	210	08/05/2023	11/05/2023	3	64.84
2	B - 2	24387	15.01	176.95	137.82	210	08/05/2023	11/05/2023	3	65.63
3	B - 3	24794	15.01	176.95	140.12	210	08/05/2023	11/05/2023	3	66.72
4	B - 4	24316	15.01	176.95	137.42	210	08/05/2023	11/05/2023	3	65.44
5	B - 5	24395	15.01	176.95	137.86	210	08/05/2023	11/05/2023	3	65.65
Promedio De Esf. Rotura					137.88					65.66

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	B - 1	33846	15.01	176.95	191.27	210	08/05/2023	15/05/2023	7	91.08
2	B - 2	34395	15.01	176.95	194.38	210	08/05/2023	15/05/2023	7	92.56
3	B - 3	33933	15.01	176.95	191.77	210	08/05/2023	15/05/2023	7	91.32
4	B - 4	33769	14.98	176.24	191.61	210	08/05/2023	15/05/2023	7	91.24
5	B - 5	33957	15.01	176.95	191.90	210	08/05/2023	15/05/2023	7	91.38
Promedio De Esf. Rotura					192.19					91.52

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	B - 1	39265	15.01	176.95	221.90	210	08/05/2023	22/05/2023	14	105.67
2	B - 2	39002	15.01	176.95	220.41	210	08/05/2023	22/05/2023	14	104.96
3	B - 3	39925	15.01	176.95	225.63	210	08/05/2023	22/05/2023	14	107.44
4	B - 4	39125	14.98	176.24	222.00	210	08/05/2023	22/05/2023	14	105.71
5	B - 5	39214	15.01	176.95	221.61	210	08/05/2023	22/05/2023	14	105.53
Promedio De Esf. Rotura					222.31					105.86

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	B - 1	41165	15.01	176.95	232.64	210	08/05/2023	05/06/2023	28	110.78
2	B - 2	41302	15.01	176.95	233.41	210	08/05/2023	05/06/2023	28	111.15
3	B - 3	41425	15.01	176.95	234.11	210	08/05/2023	05/06/2023	28	111.48
4	B - 4	41725	14.98	176.24	236.75	210	08/05/2023	05/06/2023	28	112.74
5	B - 5	41014	15.01	176.95	231.78	210	08/05/2023	05/06/2023	28	110.37
Promedio De Esf. Rotura					233.74					111.30

**OBSERVACIONES:**

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

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

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
 JULIACA

Mg. Arnaldo Iana Torres  
 C.I. 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 EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES, MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE:** BACHILLER VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI

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

**FECHA:** 08 - MAYO - 2023

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 2.5% DE ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA

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	B - 1	26165	15.01	176.95	147.87	210	08/05/2023	11/05/2023	3	70.41
2	B - 2	26332	15.01	176.95	148.81	210	08/05/2023	11/05/2023	3	70.86
3	B - 3	26144	15.01	176.95	147.75	210	08/05/2023	11/05/2023	3	70.36
4	B - 4	26177	15.01	176.95	147.93	210	08/05/2023	11/05/2023	3	70.44
5	B - 5	26247	15.01	176.95	148.33	210	08/05/2023	11/05/2023	3	70.63
Promedio De Esf. Rotura					148.14					70.54

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	B - 1	35429	15.01	176.95	200.22	210	08/05/2023	15/05/2023	7	95.34
2	B - 2	35753	15.01	176.95	202.05	210	08/05/2023	15/05/2023	7	96.21
3	B - 3	35159	15.01	176.95	198.69	210	08/05/2023	15/05/2023	7	94.62
4	B - 4	35365	14.98	176.24	200.66	210	08/05/2023	15/05/2023	7	95.55
5	B - 5	34835	15.01	176.95	196.86	210	08/05/2023	15/05/2023	7	93.74
Promedio De Esf. Rotura					199.70					95.09

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	B - 1	40646	15.01	176.95	229.70	210	08/05/2023	22/05/2023	14	109.38
2	B - 2	40598	15.01	176.95	229.43	210	08/05/2023	22/05/2023	14	109.25
3	B - 3	40162	15.01	176.95	226.97	210	08/05/2023	22/05/2023	14	108.08
4	B - 4	40079	14.98	176.24	227.41	210	08/05/2023	22/05/2023	14	108.29
5	B - 5	39981	15.01	176.95	225.95	210	08/05/2023	22/05/2023	14	107.59
Promedio De Esf. Rotura					227.89					108.52

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	B - 1	42411	15.01	176.95	239.68	210	08/05/2023	05/06/2023	28	114.13
2	B - 2	42351	15.01	176.95	239.34	210	08/05/2023	05/06/2023	28	113.97
3	B - 3	42352	15.01	176.95	239.34	210	08/05/2023	05/06/2023	28	113.97
4	B - 4	42254	14.98	176.24	239.75	210	08/05/2023	05/06/2023	28	114.17
5	B - 5	42316	15.01	176.95	239.14	210	08/05/2023	05/06/2023	28	113.88
Promedio De Esf. Rotura					239.45					114.02

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

LABORATORIO M.S.C.A. JULIACA  
 Mgr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 103257

BIE: B018 - 00089853



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 25-11-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: VICTOR RAUL MAMANI CHAMBI  
Dirección: Av. MAESTRO 1564  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70112842  
Teléfono: 941 795 720 email: Victorraulmamanichambi01@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL  
Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL  
Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:  
Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: INCIDENCIA EN LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO  
ELABORADO CON AGREGADOS ARTIFICIALES MEDIANTE LA ADICIÓN  
DE ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Palabras claves, (3 a 5 términos): SUPERPLASTIFICANTE, COMPRESIÓN, TRACCIÓN, ACELERANTE DE FRAGUA

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

1

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.  
<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

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

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

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

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

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

Sí autorizo  
 No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

  
Firma de Autor



huella digital

25-11-2024

Fecha