



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



**INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN
DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD
MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL
EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ
2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN
DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD
MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL
EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:


Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:


Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA LA CONSTRUCCIÓN – P17



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 392-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 19 de agosto de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 090-2024-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°118-2024 de fecha 18 de abril de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**; y el trámite solicitado por el Bachiller en Ingeniería Civil y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL 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. LEONEL SUASACA PELINCO
* 1er Miembro	:	Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
* 2do Miembro	:	Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
* Asesor	:	Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

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: **DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

* FECHA	:	miércoles 21 de agosto 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.

C.c. Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



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

Dr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 45851



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 118-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de abril de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 061-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 041-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 865-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **04 de setiembre de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **01 de abril de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL 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. LEONEL SUASACA PELINCO |
| * 1er Miembro | : | Mgtr. ARNALDO YANA TORRES |
| * 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 DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**.

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 017-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL 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: **DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL 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 **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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,



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

Dr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADEMICO
CIP. 95531

cc.
archivo 2024
investigación (s)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 865-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 04 de setiembre 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 501-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 0157-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 117-2023-UANCV-FICP-UI-CI** 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 **22 de agosto de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento 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. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, 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: **DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL 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, **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
archivo 2023
interesado (a)



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

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA

DECANO
CIP. 47738



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

13%

2

repositorio.uancv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

5

Submitted to Mountain Lakes High School

Trabajo del estudiante

<1%

6

repositorio.ucsg.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

7

Submitted to Universidad Privada del Norte

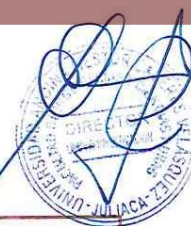
Trabajo del estudiante

<1%

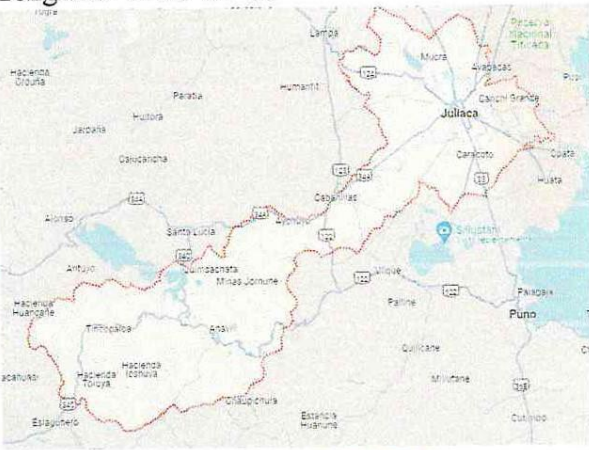
repositorio.ucv.edu.pe



Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Dercy Steven Begazo Alvarez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70810821
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-0363-3334
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Franz Joseph Barahona Perales
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	02442876
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 59"  https://maps.app.goo.gl/ssWrtURwieSExbMB6
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2023 - Agosto 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRI/S/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03 Ingeniería estructural y municipal https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Payillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ, identificado con DNI
Nro. 70810821, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES

VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO

CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 09 de setiembre del 2024


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Con agradecimiento profundo a Dios, quien ha sido mi guía y protector constante, y por haberme bendecido con unos padres que no solo me brindaron sustento, sino que también me inculcaron valores fundamentales. Ellos, más que nadie, me mostraron la importancia de vivir plenamente, amar sinceramente, esforzarse en el trabajo y entregarse con dedicación a la consecución de mis metas.



AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, cuya guía y amor han sido la luz que ha orientado mi camino en la vida. A mis queridos padres, les estoy inmensamente agradecido por ser el fundamento sólido sobre el cual he construido mi existencia; su amor y apoyo incondicional son mi fuente más grande de fortaleza. También extendo mi gratitud a los ingenieros que han formado parte de mi formación profesional, ya que su conocimiento y mentoría han sido esenciales en mi desarrollo académico y profesional. Este recorrido ha estado marcado por la guía divina, el apoyo inquebrantable de mis padres y la sabia dirección de mis mentores; mi agradecimiento se traduce en mi compromiso de honrar estos dones a través de mi dedicación y esfuerzo diario hacia el éxito.



ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

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



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	20
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	22
2.1.3	Antecedentes regionales	25
2.2	Bases teóricas.....	27
2.2.1	Grafito.....	27
2.2.2	Concreto en la construcción	30
2.2.3	Propiedades del concreto	36
2.2.4	Propiedad de los agregados	41
2.2.5	Acelerante de fragua	44
2.2.6	Incorporador de aire	46
2.2.7	Diseño de mezclas	48
2.3	Marco conceptual	48

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la investigación	50
3.2	Métodos de la investigación	51
3.3	Nivel y tipo de investigación	51
3.3.1	Tipo de la investigación	51
3.3.2	Nivel de la investigación	52
3.4	Población y muestra de la investigación	52
3.4.1	Población.....	52
3.4.2	Muestra	53
3.5	Técnicas e instrumentos.....	54
3.5.1	Técnicas	54
3.5.2	Instrumentos.....	54
3.6	Validación y confiabilidad del instrumento	55
3.6.1	Validación de los instrumentos	55
3.6.2	Confiabilidad de instrumentos.....	55
3.7	Procedimiento de recolección de datos	56



3.7.1	Recolección de información.....	57
3.7.2	Materiales a emplear	57
3.7.3	Ensayos en laboratorio	58
3.8	Procesamiento y análisis de datos	65

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Presentación y análisis de resultados.....	66
4.1.1	Uso de grafito en polvo en proporciones de 2.5% y 3.5% sobre la resistencia de un concreto	74
4.1.2	Uso de aditivos acelerante de fragua en proporciones de 1.5% y 2.5% e incorporador en 0.06% y 0.12%.....	87
4.1.3	Combinación de los porcentajes óptimos de grafito en polvo y aditivos	103
4.2	Discusión de resultados	110
CONCLUSIONES.....		113
RECOMENDACIONES.....		114
BIBLIOGRAFÍA.....		115
ANEXOS		118



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables	19
Tabla 2	Especímenes para análisis de resistencia a la compresión.	53
Tabla 3	Análisis del volumen de agua	63
Tabla 4	Cuantificación del aire atrapado.....	63
Tabla 5	Establecimiento de la proporción a/c	64
Tabla 6	Medición del volumen específico de agregado grueso.....	64
Tabla 7	Concentración de humedad.....	66
Tabla 8	Densidad específica y capacidad de absorción	67
Tabla 9	Densidad aparente del agregado en condición suelta.....	68
Tabla 10	Densidad del agregado consolidado por unidad de volumen.	68
Tabla 11	Estudio del tamaño de partículas del agregado grueso.....	69
Tabla 12	Estudio del tamaño de partículas del agregado fino.....	70
Tabla 13	Cálculo de la mezcla de componentes para concreto.	73
Tabla 14	Determinación de materiales por briqueta.....	74
Tabla 15	Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón - 7... 74	
Tabla 16	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%GP - 7..... 75	
Tabla 17	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+3.5%GP - 7..... 76	
Tabla 18	Resistencias promedios a compresión – 7 días	77
Tabla 19	Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón - 14. 78	
Tabla 20	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%GP - 14.... 79	
Tabla 21	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+3.5%GP - 14.... 80	
Tabla 22	Resistencias promedios a compresión –14 días	81
Tabla 23	Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón - 28. 82	
Tabla 24	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%GP - 28.... 83	
Tabla 25	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+3.5%GP - 28.... 84	
Tabla 26	Resistencias promedios a compresión –28 días	85
Tabla 27	Resumen de resistencias promedios a compresión	86
Tabla 28	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+1.5%ACF - 7 87	
Tabla 29	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%AF - 7 88	
Tabla 30	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.06%IA - 7..... 89	
Tabla 31	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.12%IA - 7..... 90	
Tabla 32	Resumen de resistencias promedios a compresión – 7 días	91
Tabla 33	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+1.5%ACF - 14.. 92	
Tabla 34	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%AF - 14 93	



Tabla 35	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.06%IA - 14....	94
Tabla 36	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.12%IA - 14....	95
Tabla 37	Resumen de resistencias promedios a compresión – 14 días.....	96
Tabla 38	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+1.5%ACF - 28..	97
Tabla 39	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%AF - 28	98
Tabla 40	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.06%IA - 28....	99
Tabla 41	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.12%IA - 28..	100
Tabla 42	Resumen de resistencias promedios a compresión – 28 días.....	101
Tabla 43	Resumen de resistencias promedios a compresión	102
Tabla 44	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+Com% óptimos	103
Tabla 45	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+Com de % óptimos	104
Tabla 46	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+Com de % óptimos	105
Tabla 47	Resumen de resistencias promedios a compresión	106
Tabla 48	Recopilación de resistencia alcanzada	107
Tabla 49	Recopilación de resistencia alcanzada	108



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Polvo de grafito	29
Figura 2	Granulometría de agregado grueso	69
Figura 3	Curva granulométrica de la arena	70
Figura 4	Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón	73
Figura 5	Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón	75
Figura 6	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%GP	76
Figura 7	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+3.5%GP	77
Figura 8	Comparativa de las resistencias promedios logradas – 7 días	78
Figura 9	Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón	79
Figura 10	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%GP	80
Figura 11	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+3.5%GP	81
Figura 12	Comparativa de las resistencias promedios logradas – 14 días	82
Figura 13	Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón	83
Figura 14	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%GP	84
Figura 15	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+3.5%GP	85
Figura 16	Comparativa de las resistencias promedios logradas – 28 días	86
Figura 17	Comparativa de las resistencias promedios logradas.....	87
Figura 18	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+1.5%AF	88
Figura 19	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%AF	89
Figura 20	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.06%IA	90
Figura 21	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.12%IA	91
Figura 22	Comparativa de las resistencias promedios logradas – 7 días	92
Figura 23	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+1.5%AF	93
Figura 24	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%AF	94
Figura 25	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.06%IA	95
Figura 26	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.12%IA	96
Figura 27	Comparativa de las resistencias promedios logradas – 14 días	97
Figura 28	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+1.5%AF	98
Figura 29	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%AF	99
Figura 30	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.06%IA	100
Figura 31	Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.12%IA	101
Figura 32	Comparativa de las resistencias promedios logradas – 28 días	102
Figura 33	Comparativa de las resistencias promedios logradas.....	103



Figura 34 Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+Com de % óptimos.....	104
Figura 35 Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+Com de % óptimos.....	105
Figura 36 Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+Com de % óptimos.....	106
Figura 37 Comparativa de las resistencias promedios logradas.....	107
Figura 38 Comparativa de las resistencias logradas	108
Figura 39 Comparativa de los porcentajes de resistencia alcanzados.....	109
Figura 40 Comparativa de las diferencias porcentuales en las resistencias alcanzadas	109



RESUMEN

En el marco de este estudio, denominado “Incidencia del uso de grafito en polvo y aditivos en dosificaciones variables sobre la propiedad mecánica del concreto convencional en la provincia de San Román”, el objetivo fue determinar la influencia del empleo de grafito en polvo y aditivos, específicamente un acelerante de fragua e incorporador de aire, en la resistencia a compresión. Para proceder con este estudio, se optó por utilizar agregados naturales procedentes de la cantera Unocolla, y se realizaron un total de 120 muestras de briquetas con el fin de llevar a cabo los ensayos correspondientes. La adición de grafito en polvo se llevó a cabo en dos proporciones diferentes: un 2.5% y un 3.5%, mientras que el aditivo acelerante de fragua se incorporó en concentraciones del 1.5% y 2.5%. Por su parte, el aditivo incorporador de aire fue introducido en porcentajes de 0.06% y 0.12%. La muestra patrón alcanzó una resistencia de 211.59 kg/cm², y los resultados en relación con la incorporación de polvo de grafito arrojaron resistencias de 238.40 kg/cm² y 231.75 kg/cm² para los porcentajes de 2.5% y 3.5%, respectivamente. En cuanto al aditivo acelerante, las concentraciones del 1.5% y 2.5% condujeron a resistencias de 221.50 kg/cm² y 236.91 kg/cm², respectivamente. Por otro lado, al incorporar el aditivo incorporador de aire en proporciones de 0.06% y 0.12%, se obtuvieron resistencias de 220.37 kg/cm² y 234.62 kg/cm², respectivamente. Finalmente, se llevó a cabo la combinación de los porcentajes óptimos de grafito en polvo (2.5%), aditivo acelerante de fragua (2.5%) y aditivo incorporador de aire (0.12%), logrando una resistencia de 232.81 kg/cm². Estos resultados evidencian claramente que la incorporación de grafito en polvo y los aditivos analizados tienen una incidencia favorable y significativa en la resistencia a compresión.

Palabras Clave: Acelerante de fragua, Incorporador de aire, Grafito en polvo y Concreto.



ABSTRACT

Within the framework of this study, called "Incidence of the use of powdered graphite and additives in variable dosages on the mechanical properties of conventional concrete in the province of San Roman", the objective was to determine the influence of the use of powdered graphite and additives, specifically a setting accelerator and air incorporator, on compressive strength. To proceed with this study, natural aggregates from the Unocolla quarry were used, and a total of 120 briquette samples were taken in order to carry out the corresponding tests. The addition of powdered graphite was carried out in two different proportions: 2.5% and 3.5%, while the setting accelerating additive was incorporated in concentrations of 1.5% and 2.5%. The air-entraining admixture was introduced in percentages of 0.06% and 0.12%. The standard sample reached a strength of 211.59 kg/cm², and the results in relation to the incorporation of graphite powder yielded strengths of 238.40 kg/cm² and 231.75 kg/cm² for the percentages of 2.5% and 3.5%, respectively. As for the accelerating additive, concentrations of 1.5% and 2.5% led to strengths of 221.50 kg/cm² and 236.91 kg/cm², respectively. On the other hand, when incorporating the air-entraining additive in proportions of 0.06% and 0.12%, strengths of 220.37 kg/cm² and 234.62 kg/cm² were obtained, respectively. Finally, the combination of the optimum percentages of graphite powder (2.5%), setting accelerating additive (2.5%) and air-entraining additive (0.12%) was carried out, achieving a strength of 232.81 kg/cm². These results clearly show that the incorporation of graphite powder and the additives analyzed have a favorable and significant effect on the compressive strength.

Keywords: Setting accelerator, air incorporator, powdered graphite and concrete.



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis se centra en la evaluación de la incidencia del uso de grafito en polvo y aditivos en dosificaciones variables sobre las propiedades mecánicas del concreto convencional en la provincia de San Román. La industria de la construcción ha experimentado un constante desarrollo en busca de alternativas que mejoren las características del concreto, tanto en términos de resistencia como de sostenibilidad. En este contexto, la introducción de materiales innovadores, como el grafito en polvo, ha suscitado un interés creciente debido a sus propiedades únicas y su potencial impacto en el incremento de las características mecánicas del concreto.

La provincia de San Román, se presenta como un escenario propicio para la investigación, dada su actividad constructiva constante y la necesidad de adaptarse a tecnologías que promuevan la eficiencia y la durabilidad de las estructuras. Este estudio busca proporcionar una contribución significativa al conocimiento actual sobre la aplicación del grafito en polvo y aditivos en dosificaciones variables en la formulación del concreto convencional, con un enfoque específico en sus efectos sobre las propiedades mecánicas.

El grafito en polvo, con sus propiedades únicas de conductividad, surge como un componente intrigante para mejorar el desempeño del concreto convencional. La inclusión de aditivos en dosificaciones variables complementa esta exploración, permitiendo un análisis más completo de su impacto en las propiedades mecánicas. La metodología de esta investigación se sustenta en ensayos de laboratorio meticulosos y análisis exhaustivos, buscando proporcionar una comprensión clara y cuantificable de los efectos de estas adiciones en el concreto.

Al comprender mejor la interacción entre el grafito en polvo, aditivos y el concreto convencional, esta investigación aspira a catalizar mejoras tangibles en las prácticas



constructivas, contribuyendo así al avance continuo de la industria en la provincia de San Román y más allá.

En el Capítulo I, se expone el problema principal objeto de investigación, se detallan los objetivos del estudio, se argumenta la relevancia del tema abordado y se plantean las hipótesis. Además, se especifican las variables fundamentales que serán analizadas a lo largo del desarrollo de la investigación.

En el Capítulo II, dedicado a la recopilación de los conocimientos previos pertinentes y al desarrollo del marco, se elabora un marco teórico global para la investigación. Esta sección incorpora las aportaciones teóricas y conceptuales más significativas de investigaciones previas, así como las realizadas por profesionales en la materia.

En el tercer capítulo se describen en profundidad los métodos y procesos que se utilizarán para llevar a cabo el estudio. En esta parte del informe se discute la metodología y el diseño del proyecto de investigación, así como los métodos de recogida de datos, los procedimientos que se llevaron a cabo para obtener los resultados y los procedimientos que se utilizarán para validar las hipótesis. Además, detalla los individuos que constituirán la muestra o población del proyecto de investigación.

En el Capítulo IV se presentan los datos recogidos y se utilizan tablas y gráficos para facilitar su comprensión. A continuación, se realiza un análisis de los mismos, comparándolos con los de estudios anteriores, con el fin de evaluar su importancia y pertinencia en el ámbito del estudio.

Finalmente, se presentan un resumen de las conclusiones clave del estudio y se proponen recomendaciones prácticas basadas en los hallazgos. Además, se proporciona una lista de referencias bibliográficas y se anexan materiales complementarios, como evidencia fotográfica y documentación adicional que sustenta la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

La construcción de estructuras resilientes es una prioridad en el ámbito de la ingeniería civil, especialmente en regiones como San Román, donde el desarrollo urbano y la infraestructura están experimentando un notable crecimiento. En este contexto, el concreto convencional sigue siendo uno de los materiales fundamentales, pero la mejora continua de sus propiedades mecánicas es esencial para garantizar la durabilidad y la seguridad de las edificaciones.

En la provincia de San Román, se ha despertado un interés creciente en el potencial de mejorar las características mecánicas del concreto tradicional mediante la incorporación de grafito en polvo y diversos aditivos. Sin embargo, a pesar de los avances en la investigación de materiales para la construcción, existe una brecha de conocimiento respecto a la influencia específica del grafito en polvo y aditivos en distintas proporciones que afectan las propiedades mecánicas del concreto convencional. Esta falta de comprensión limita la capacidad de los profesionales de la construcción para formular decisiones bien informadas acerca de la aplicación práctica de estos materiales en la región.

La necesidad de abordar esta laguna en la investigación se vuelve evidente en la búsqueda de métodos innovadores y sostenibles para mejorar la calidad y la durabilidad del concreto utilizado en proyectos de construcción locales. Además, comprender cómo las variables de dosificación afectan a las propiedades mecánicas permitirá optimizar el rendimiento del concreto en cargo de las condiciones.

Esta situación problemática resalta la necesidad de realizar una investigación detallada y específica en la región para abordar las incertidumbres existentes y proporcionar una base sólida para el uso de grafito en polvo y aditivos en dosificaciones variables en el concreto.

El propósito de esta tesis es, por lo tanto, llenar este vacío de conocimiento mediante una evaluación completa y rigurosa de la incidencia de estas variables en la propiedad mecánica del concreto. Al lograrlo, se contribuirá significativamente al avance de prácticas de construcción más eficientes y sostenibles en San Román, marcando un hito en la comprensión de los materiales y sus dosificaciones para optimizar la durabilidad y el rendimiento del concreto en la región.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cómo incide el uso de grafito en polvo y aditivos en dosificaciones variables sobre la propiedad mecánica del concreto convencional en la provincia de San Román?

1.2.2 *Problemas específicos*

1. ¿De qué manera incide el uso de grafito en polvo en proporciones de 2.5% y 3.5% sobre la resistencia de un concreto convencional?

2. ¿De qué manera incide el uso de aditivos acelerante de fragua en proporciones de 1.5% y 2.5% e incorporador en 0.06% y 0.12% sobre la resistencia a compresión de un concreto convencional?
3. ¿Cuál es el efecto de la combinación de los porcentajes óptimos de grafito en polvo y aditivos acelerante de fragua e incorporador de aire sobre la resistencia a compresión?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la incidencia del uso de grafito en polvo y aditivos en dosificaciones variables sobre la propiedad mecánica del concreto convencional en la provincia de San Román.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar la incidencia del uso de grafito en polvo en proporciones de 2.5% y 3.5% sobre la resistencia de un concreto convencional.
2. Determinar la incidencia del uso de aditivos acelerante de fragua en proporciones de 1.5% y 2.5% e incorporador en 0.06% y 0.12% sobre la resistencia a compresión de un concreto convencional.
3. Determinar el efecto combinado de los porcentajes óptimos de grafito en polvo y aditivos acelerante de fragua e incorporador de aire sobre la resistencia a compresión.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

La investigación aborda una brecha significativa en el conocimiento actual sobre las propiedades del concreto convencional mediante el uso de grafito en polvo y aditivos en

dosificaciones variables. La ejecución de estos elementos en la mezcla de concreto puede tener un impacto técnico sustancial en términos de resistencia, durabilidad y otras propiedades mecánicas esenciales. La falta de estudios exhaustivos en este contexto específico resalta la necesidad de una investigación detallada para comprender y optimizar los efectos de estas adiciones en la ingeniería del concreto.

1.4.2 Justificación económica

Desde una perspectiva económica, la tesis busca evaluar la viabilidad y eficiencia económica de la introducción de grafito en polvo y aditivos en las dosificaciones de concreto convencional. El conocimiento resultante no solo contribuirá a mejorar la eficiencia en la construcción, sino que también podría tener implicaciones económicas a nivel regional al ofrecer alternativas más rentables y sostenibles. Además, la optimización de las dosificaciones puede llevar a la reducción de costos de producción y aumentar la durabilidad del concreto, ofreciendo beneficios económicos a largo plazo.

1.4.3 Justificación social

La investigación también tiene un impacto social significativo al abordar la mejora de las propiedades del concreto utilizado en la construcción. Esto se traduce directamente en estructuras más seguras y duraderas, lo que contribuye a la seguridad de la comunidad. Además, la adopción de prácticas más sostenibles en la construcción puede generar conciencia y fomentar cambios positivos en la industria, beneficiando a la sociedad en general. La transferencia de conocimientos resultante podría ser utilizada por profesionales y constructores locales, promoviendo mejores estándares de construcción en la Provincia de San Román.

1.4.4 Justificación ambiental

Desde una perspectiva ambiental, la inclusión de grafito en polvo y aditivos en las dosificaciones de concreto tiene el potencial de mitigar el efecto ambiental relacionado con la fabricación de concreto convencional. La optimización de las dosificaciones puede conducir a la reducción de la cantidad de materiales utilizados, disminuyendo así la emisión de carbono asociada con la construcción. La investigación también se enfoca en el uso de materiales sostenibles, como el grafito en polvo, con el objetivo de contribuir a la conservación de recursos naturales y promover prácticas constructivas más responsables al entorno ambiental en la zona estudiada.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

El uso de grafito en polvo y aditivos en dosificaciones variables incide de manera favorable sobre la propiedad mecánica del concreto convencional en la provincia de San Román.

1.5.2 Hipótesis específicas

1. El uso de grafito en polvo en proporciones de 2.5% y 3.5% incidirá de manera favorable en la resistencia de un concreto convencional.
2. El uso de aditivos acelerante de fragua en proporciones de 1.5% y 2.5% e incorporador en 0.06% y 0.12% incidirán de manera favorable en la resistencia a compresión de un concreto convencional.
3. La combinación de los porcentajes óptimos de grafito en polvo y aditivos acelerante de fragua e incorporador de aire tendrá un efecto positivo en la resistencia a compresión.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variable independiente

Grafito en polvo y aditivos

1.6.2 Variable dependiente

Propiedad mecánica del concreto convencional

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION
GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS	El grafito en polvo es un material mineral compuesto principalmente de carbono.(Abanto & Olivera, 2022) Los aditivos para el concreto son químicos que se agregan durante la etapa de mezclado para modificar propiedades de la mezcla.	Proporción de grafito en polvo y aditivos	Proporción de 2.5% y 3.5% de grafito en polvo Proporción de aditivos acelerante de fragua en 1.5% y 2.5% e incorporador de aire en 0.06% y 0.12%	Báscula Electrónica, Plantilla de toma de datos
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION
PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL	La resistencia a compresión es la capacidad del concreto para soportar esfuerzos de compresión antes de fracturarse.(Fletes, 2016)	Resistencia a la compresión	Resistencia a compresión del concreto incorporando grafito en polvo Resistencia a compresión del concreto incorporando aditivos acelerantes de fragua e incorporador de aire	Laboratorio de Suelos-Método de ensayos

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Ozaki e Silva et al. (2023) en su estudio titulado "Morteros con adición de grafito en polvo: Propiedades mecánicas y eléctricas" El propósito de la presente investigación es evaluar las propiedades mecánicas y eléctricas de morteros elaborados con cemento Portland, arena y grafito en polvo, en proporciones variables (0%, 5%, 10% y 15% en masa del cemento). Para la medición de la impedancia eléctrica, se implementó una fuente de corriente alterna (CA) con el fin de mitigar los efectos de polarización en un circuito con electrodos en contacto con las probetas. Además, se llevaron a cabo evaluaciones de la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad dinámico a los 7 y 28 días, con el objetivo de analizar la influencia de la adición de grafito en el comportamiento mecánico de los morteros estudiados. Los resultados obtenidos indican que la resistencia a la compresión disminuyó de manera proporcional al aumento en el contenido de grafito. A los 28 días, se observó una reducción del 15,07% para la mezcla con un 5% de grafito (PG-5%), del 19,44% para la mezcla con un 10% de grafito (PG-10%), y del 28,62% para la mezcla con un 15% de grafito (PG-15%) en comparación con la referencia. Estos hallazgos proporcionan información valiosa sobre la influencia de la adición de grafito en las



propiedades mecánicas de los morteros, contribuyendo así al conocimiento en el desarrollo de compuestos cementosos avanzados con capacidades mejoradas.

Castellón et al.(2013) "Comparación de la resistencia a la compresión entre concretos con cementos tipo I y II, con la adición de aditivos acelerantes y retardantes", se comparó la resistencia a compresiva de hormigones. Estos hormigones fueron modificados mediante la incorporación de aditivos, y el objetivo era alcanzar una resistencia de 4000 libras por pulgada cuadrada. El procedimiento experimental consistió en una serie de pasos, incluyendo la selección de materiales, que incluía áridos, cementos y aditivos; la formulación de la mezcla; la ejecución de los ensayos; la fabricación de las mezclas; y la evaluación de las cualidades, que incluía la consistencia y resistencia compresiva. Los resultados demostraron que los aditivos influían en la preparación de la mezcla y en la resistencia a la compresión a los 28 días. Para ser más específicos, se notó que el retardador reductor de agua exhibió una relación inversamente proporcional a la resistencia a la compresión del concreto como una función de la relación de agua a cemento. Mientras se comparaba con el concreto convencional, los valores de resistencia media de 3,346.50 psi, 3,586.00 psi y 3,835.00 psi, mientras se usaba Cemento Tipo I con Accelguard 2% Aditivo Acelerante 16. Estos valores representan mejoras del 21.2% en la resistencia a la compresión a los 28 días. Estos valores representan mejoras de 21.65%, 19.47%, y 30.66%, respectivamente. Por otro lado, cuando se trata de cemento Tipo III, los valores promedio obtenidos a las mismas edades fueron 4,712.50 psi, 5,271.00 psi, y 4,726.40 psi. Estos valores representan ganancias de resistencia del 20,321%, 19,451% y 14,265%. Cuando se trata de dosificar los aditivos, se sugiere fuertemente que se sigan las instrucciones proporcionadas por el fabricante. Esto se debe al hecho de que las dosis inferiores o superiores a las aconsejadas podrían no tener los efectos previstos sobre la resistencia del hormigón.

Shah et al. (2021) en su artículo titulado "Incorporación de aire en concreto fresco y sus efectos en el concreto endurecido: una revisión" ofrece una revisión crítica del comportamiento y la influencia de los espacios de aire en el hormigón en sus estados fresco y endurecido, así como sus efectos en varias propiedades fundamentales. En primer lugar, se examinan los mecanismos de entrada de aire y los métodos para evaluar el sistema de vacíos de aire. En estado endurecido, se ilustra el impacto del arrastre de aire en la resistencia compresiva, la resistencia al hielo y el deshielo, así como la resistencia al fuego. Además, se realiza una revisión detallada de cómo factores como el tipo de aglutinante, la composición química, el tiempo de mezclado, la vibración, el bombeo, la temperatura y la baja presión atmosférica afectan los parámetros del sistema de vacío de aire. En la conclusión, se recomiendan áreas específicas para futuras investigaciones en este campo. En relación con la depreciación de la resistencia compresiva (CS) al incorporar agentes incorporadores de aire (AEA), se observó una reducción general de la CS en todos los tipos de concreto estudiados. Los investigadores informaron una disminución del 4 al 6 % en la CS por cada aumento del 1 % en el contenido de aire. Se destacó que, al utilizar un alto contenido de aire (>7%), la CS experimentó una reducción significativa en el concreto ordinario y una reducción severa en el concreto con cenizas volantes. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar cuidadosamente el contenido de aire al diseñar mezclas de concreto para garantizar propiedades mecánicas óptimas.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Miranda (2020) en el estudio denominado "Evaluación de la influencia del grafito al 3% y 5% en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm²", se abordó la evaluación de la influencia de las concentraciones de grafito del 3.0% y 5.0%, sobre la resistencia compresiva de concreto con una resistencia nominal de 210 kg/cm². El grafito utilizado en este estudio fue adquirido en forma pulverizada, siendo suministrado por Asbury Carbons, y el diseño de la mezcla se llevó a cabo siguiendo las pautas establecidas por la norma. Se realizaron ensayos de resistencia compresiva mediante la obtención de

la media aritmética de los resultados de 5 probetas. Se compararon los resultados obtenidos para un concreto convencional con aquellos para el concreto modificado con adiciones del 3% y 5% de grafito. La resistencia que alcanzó la muestra normal fue de 212,14 kg/cm², pero con la adición de un 3% de grafito, la resistencia aumentó a 236,45 kg/cm², y con un 5% de grafito, la resistencia aumentó a 216,65 kg/cm². En conclusión, la incorporación de grafito produjo una mejora sustancial de la resistencia a la compresión del material. Al cabo de 28 días, se registró un aumento del 12,59% con la adición del 3% de grafito, y un aumento del 3,16% con la adición del 5% de grafito, lo que sugiere que su aplicación es viable a largo y medio plazo en este momento. Además, se aconseja realizar estudios adicionales sobre las características del grafito, así como sobre sus posibles usos en diversos campos de la ingeniería, como la construcción de carreteras y proyectos hidráulicos. Este enfoque contribuirá a la creación de nuevas técnicas de construcción, al fortalecimiento de la tecnología del hormigón y a la generación de importantes avances en el campo de la ingeniería civil.

Ponce (2016) La presente tesis "Evaluación del rendimiento de aditivos aceleradores Chema y Sika en concretos sometidos a condiciones de clima altoandino en Cusco", se realizó como un estudio descriptivo-experimental con el objetivo de hacer un aporte al cuerpo de conocimientos comparando los aditivos comerciales en hormigones expuestos a climas altoandinos en la ciudad del Cusco. Los agregados utilizados provienen de las canteras de Vicho, Huambutio y Cunyac. Fueron seleccionados de acuerdo a las normas, y utilizados en el diseño de mezclas mediante la aplicación de la técnica ACI. La evaluación del tiempo de primer fraguado de la pasta de cemento con la adición de aditivos acelerantes se realizó a intervalos de una hora durante el proceso. Los resultados de los ensayos de resistencia realizados a los 3, 7 y 14 días se presentan de forma exhaustiva en las tablas incluidas en el Capítulo IV. Cuando los hormigones se dejaron curar durante catorce días, se observó que los hormigones que incluían aditivos Sika 3 y Chema 5, en mayor porcentaje, experimentaron una disminución de la resistencia. Por otro lado, los

hormigones que contenían los aditivos Sika 5 y Chema Estruct mostraron un aumento gradual de la resistencia a los 3, 7 y 14 días. Este fue el caso independientemente de las cantidades de los aditivos. A modo de conclusión, es importante señalar que la menor resistencia del hormigón, que se alcanzó con un porcentaje mínimo, fue de 149,130 a los 3 días, que corresponde al aditivo Chema 5. El aditivo Chema Estruct fue el responsable de la mayor resistencia del hormigón, que se midió en 272,84 kg/cm² después de 14 días.

Cruzado de la Cruz (2019) El objetivo central de esta investigación "Efecto de diferentes tipos de incorporadores de aire en el asentamiento, contenido de aire, absorción, peso unitario y resistencia a la compresión del concreto a bajas temperaturas", determinar el porcentaje óptimo de incorporador de aire para cada marca con el fin de minimizar la cantidad de pérdida de resistencia que se produce en el hormigón cuando se expone a temperaturas de congelación. Se determinaron varios porcentajes diferentes de aditivo, que oscilaban entre el 0% y el 0,28%, con intervalos que llegaban al 0,04%. El diseño óptimo del concreto para resistir los ciclos de congelamiento-descongelamiento se alcanzó para ambas marcas de filtro de aire (Air Mix 200 y SikaAer) con un porcentaje de 0.04%. Este fue el caso para ambas marcas. Mediante la combinación de las dos marcas, esto se logró. Hubo una diferencia significativa en la resistencia a la compresión entre la muestra estándar, que alcanzó un valor de 287 kg/cm², y la muestra de 0,04%, que produjo una resistencia de 308 kg/cm². En comparación con las demás muestras, el 0,12% de las muestras tuvo una resistencia de 301 kg/cm², el 0,16% de las muestras tuvo una resistencia de 284 kg/cm², y el 0,20% de las muestras tuvo una resistencia de 276 kg/cm². Para ambas marcas se reportó una disminución de 3 1/8 pulgadas en el asentamiento. Los datos del contenido de aire fueron 2,6% y 2,8%, las capacidades de absorción fueron 3,1% y 3,2%, y los pesos unitarios fueron de 2278 kg/m³ y 2273 kg/m³, respectivamente. Se tomaron todas estas medidas. Se realizó una observación de cada una de estas cualidades. Sobre la base de los resultados, es posible llegar a la conclusión de que la utilización de 0,04% de incorporador de aire para ambas marcas ofrece el mejor equilibrio

posible de resistencia y durabilidad en relación con los ciclos de congelación-descongelación que se toman en consideración.

2.1.3 *Antecedentes regionales*

Calloapaza Parisayla (2021) su estudio titulado "Estudio comparativo del esfuerzo a compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ con aditivo Chema 3 y SikaCem Acelerante PE, Juliaca -2021", se enfoca en investigar el comportamiento del concreto cuando es mezclado con los aditivos acelerantes Chema 3 y SikaCem Acelerante PE, ambos utilizados en una proporción del 2%. El objetivo de la investigación es alcanzar una resistencia del hormigón de 210 kg/cm^2 . Esta investigación se realizó utilizando cemento Portland Rumi Tipo IP y agregados provenientes de la cantera Isla, ubicada en la ciudad de Juliaca. Antes de iniciar el proceso de diseño de las mezclas, los agregados fueron sometidos a un programa de pruebas para examinar las características fundamentales que presentaban. El diseño de las mezclas se realizó de acuerdo al procedimiento ACI 211. Las dosis se determinaron de acuerdo con las indicaciones publicadas en las fichas técnicas de cada aditivo. Tanto para Chema 3 como para SikaCem Accelerante PE, las dosificaciones se aplicaron a razón del 2% del peso total del cemento. Para los ensayos posteriores, se fabricaron treinta y seis probetas a las edades de siete, catorce, veintiún y veintiocho días. Después de 28 días, se observó que el hormigón al que se le había añadido el aditivo Chema 3 demostró una resistencia considerablemente mayor en comparación con el hormigón que se había preparado con SikaCem y el hormigón que no incluía ningún aditivo. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: la muestra que no contenía ningún aditivo alcanzó una resistencia de $221,2\text{ kg/cm}^2$, la muestra que contenía Chema 3 alcanzó una resistencia $242,5\text{ kg/cm}^2$ y la muestra que contenía SikaCem Acelerante PE logró una resistencia de $240,00\text{ kg/cm}^2$. En base a estos resultados, se puede concluir que la incorporación de Chema 3 resultó en una mejora significativa de la resistencia del hormigón



en comparación con la utilización de SikaCem y la ausencia de cualquier componente inerte.

Flores Basurco (2021) Esta investigación "Evaluación de la adición de aditivo incorporador de aire para mejorar la resistencia del concreto a bajas temperaturas, Puno-2020", tiene como objetivo principal determinar la cantidad óptima de aditivo inclusor de aire que se debe utilizar para mejorar la resistencia del concreto con una resistencia nominal de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, particularmente en el distrito de Ananea - Puno. Durante la mayor parte del año, esta región presenta condiciones climáticas desfavorables, con temperaturas que oscilan entre los -10 grados centígrados y los 12 grados centígrados del aire circundante. Para realizar los ensayos de resistencia a la compresión fue necesario crear un total de 76 probetas en moldes cilíndricos de 15 centímetros de diámetro y 30 centímetros de altura. Se utilizaron mezclas de hormigón estándar con una resistencia nominal de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, tanto sin adición de aditivo aireante como con adiciones de 15 gramos, 30 gramos y 40 gramos de cemento por saco. La investigación utilizó un enfoque experimental de la técnica, que fue el elegido para el estudio. Para determinar los áridos que se extrajeron del río Putina, se respetaron durante el proceso las normas ASTM relativas a sus cualidades físicas y mecánicas. Se utilizó el método ACI para la preparación del diseño de la mezcla y se respetaron las normas ASTM para las pruebas de compresión. De acuerdo con los resultados obtenidos durante el experimento, el hormigón que no había sido tratado con un aditivo aireado había producido una resistencia de $f'c = 162,05 \text{ kg/cm}^2$ después de 28 días. Por otro lado, el hormigón que había sido tratado con aditivo aireante exhibió resistencias superiores, con 15 gramos alcanzando un valor de 209.70 kg/cm^2 , 30 gramos alcanzando 222.50 kg/cm^2 , y 40 gramos alcanzando 223.61 kg/cm^2 respectivamente.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Grafito

Según Alvarado & Roque (2020) El grafito representa uno de los elementos más fascinantes presentes en la Tierra, existiendo tanto de manera natural en forma mineral como siendo producido mediante procesos sintéticos. Su historia de utilización se remonta a épocas ancestrales, donde nuestros antepasados primitivos lo empleaban para realizar dibujos en las paredes de las cuevas. Los egipcios, por su parte, lo incorporaron en la decoración de cerámica. En la Edad Media, el grafito encontró aplicación como material refractario, utilizado para recubrir moldes con el propósito de fabricar proyectiles de cañón más suaves, permitiendo un alcance más extenso. A lo largo de la evolución histórica, el grafito ha sido objeto de confusiones con otros minerales, destacando especialmente la galena y el molibdeno. Este malentendido se debe en parte a las similitudes físicas y propiedades que comparte con estos minerales, lo que a veces ha llevado a interpretaciones erróneas en la identificación y uso del grafito en diversas culturas y periodos históricos.

Entre las formas alotrópicas del elemento carbono se encuentra el grafeno, que es un ejemplo de este tipo de formas. Los grafenos son láminas de átomos de carbono que se disponen en un sistema de anillos planos condensados. Esta estructura es lo que lo diferencia de otros materiales. Los grafenos se denominan grafenos. Esta sustancia química se emplea en una extensa gama de aplicaciones industriales, algunas de las cuales incluyen la fabricación de lápices, baterías y lubricantes, entre otras cosas. Además, el polvo de grafito se incluye en mezclas de hormigón como aditivo para mejorar las propiedades mecánicas y físicas del material, en particular su resistencia a la compresión y a la flexión. Esto se hace para satisfacer mejor las necesidades de la industria de la construcción (Robove, 2017).

El grafito, un alótropo del carbono presente de forma natural en el medio ambiente, puede ser sintetizado artificialmente a partir de carbono puro. Este material exhibe

propiedades notables, destacando su capacidad de absorción de agua, densidad aparente, así como resistencia tanto a la flexión como a la compresión. La obtención artificial de grafito implica procesos específicos de síntesis que involucran transformaciones controladas del carbono. Estos métodos permiten la manipulación de las propiedades del grafito resultante, posibilitando ajustes precisos según las aplicaciones deseadas (Jesus & Villacrez, 2022).

Cuando se examina el polvo de grafito, se revela como un material versátil con propiedades de absorción de agua que pueden ser de interés en diversas aplicaciones industriales y tecnológicas. La densidad aparente del polvo de grafito, junto con su excepcional resistencia a la flexión y compresión, lo posiciona como un componente valioso en distintos campos, desde la fabricación de materiales compuestos hasta la industria de lubricantes y la electrónica.

El polvo de grafito se configura como un material mineral compuesto principalmente de carbono, manifestándose como una de las formas alotrópicas del carbono en la naturaleza. Se obtiene en distintas variantes, tales como cristalina, amorfa y sintética. Algunas características notables del polvo de grafito son las siguientes:

- Densidad: Se sitúa en un rango de 2,09 a 2,33 g/cm³.
- Dureza: Su dureza, según la escala de Mohs, es extraordinariamente baja, oscilando entre 1 y 2.
- Tenacidad: Las escamas de grafito exhiben flexibilidad y tienen una propensión a romperse con facilidad.
- Conductividad eléctrica: Actúa como semiconductor, con una conductividad eléctrica elevada a lo largo de toda su capa, incrementándose proporcionalmente con la temperatura.

El polvo de grafito desempeña diversas funciones en aplicaciones industriales, entre las que se incluyen la fabricación de lubricantes, pistones, arandelas, cojinetes,

crisoles y ladrillos refractarios de grafito. Además, se destaca su aplicación en la manufactura de baterías de litio recargables, gracias a sus propiedades destacadas de conducción eléctrica y capacidad de almacenamiento de energía (Oregon, 2021).

Figura 1

Grafito en polvo



Nota. Tomada de (Ozaki e Silva et al.,2023)

El grafito, una de las numerosas formas que puede adoptar el carbono en la naturaleza, es un ejemplo de forma alotrópica del carbono. Esto implica que el grafito es una de las numerosas formas que puede adoptar el carbono. El grafito se compone de múltiples capas extremadamente delgadas de carbono que se superponen con notable habilidad. Las fuerzas intermoleculares que actúan entre estas capas son intrínsecamente débiles. En la actualidad, el grafito se ha vuelto un basto omnipresente en la elaboración de lápices. Durante el proceso de escritura con un lápiz, las capas que constituyen el grafito se desasen con facilidad, lo que resulta en un desgaste rápido de la punta. Este fenómeno se atribuye a la naturaleza de las fuerzas de Van der Waals que mantienen cohesionadas a las capas de carbono (Santisteban Tepo, 2021).

2.2.1.1 Grafito en el concreto

Se reveló que la integración de polvo de grafito en la mixtura de hormigón provocaba un efecto perjudicial en la fluidez. Como resultado, la capacidad del material para fluir de manera eficiente se vio obstaculizada. Por otra parte, en lo que respecta a la resistencia mecánica, se observa un notable aumento inmediatamente después de la adición de grafito, alcanzándose el máximo en torno al 5% de contenido de grafito. Después de ese punto, la resistencia del hormigón disminuirá como resultado de la mayor inclusión de grafito cuando se añade. Se ha sugerido por (He et al., 2022) que la incorporación de polvo de grafito en el hormigón recién mezclado puede conducir a una reducción en la capacidad de trabajo del material.

Liu et al. (2019) realizaron un estudio en el que establecieron que la inserción de polvo de grafito en la mezcla de hormigón conduce a un aumento de las características mecánicas del hormigón. Así lo demostraron las conclusiones del estudio. Sin embargo, es de suma importancia subrayar que el porcentaje de grafito no debe ser superior al 10%. Este es el nivel mínimo aceptable. A pesar de que la integración del 2,5% en peso del cemento en forma de polvo de grafito produce una mejora de la resistencia a la compresión en comparación con el grupo de muestras que sirvió de control, los resultados de (Flores et al., 2021) demuestran que así fue.

2.2.2 Concreto en la construcción

El concreto destaca como un material robusto y duradero, cuyas propiedades se derivan de su capacidad para adoptar diversas formas al trabajarse en estado líquido. Esta versatilidad es clave en su amplio uso como material de construcción. La formulación del concreto convencional implica la combinación de tres elementos fundamentales: cemento, agua y agregados, a los cuales se incorpora eventualmente un cuarto componente conocido genéricamente como aditivo. Durante el proceso de mezcla, surge un quinto elemento en forma de aire (Loya, 2018).

La mezcla resultante de estos componentes forma una masa plástica que permite ser moldeada y compactada con relativa facilidad. No obstante, con el transcurso de algunas horas, esta masa va perdiendo su maleabilidad hasta alcanzar una rigidez que se traduce en las características de un cuerpo sólido. Es en este punto que el concreto endurecido comienza a adquirir las propiedades mecánicamente resistentes que lo distinguen como un material constructivo fiable y robusto (López, 2020).

2.2.2.1 Componentes del concreto

Evaluar el estado de las estructuras de hormigón implica examinar cuestiones relacionadas con los materiales, que son cruciales. La calidad del hormigón viene determinada no sólo por sus propiedades mecánicas y físicas, sino también por el porcentaje de mezcla original y el tipo y cuantía de unidades sólidas, incluidos los áridos, el cemento y el aditivo. La composición y cantidad de los componentes en su fase inicial influyen en la permeabilidad, robustez y longevidad del hormigón solidificado (Müller et al., 2010).

a. Cemento

Debido a que funciona como un aglutinante clave, el cemento es un componente extremadamente importante en la fabricación del hormigón. Los distintos áridos que se utilizan en el hormigón pueden juntarse y formar una pasta con la ayuda del agua. La hidrogenación es el proceso que tiene lugar cuando el cemento se expone al agua. Este proceso se conoce como hidratación. El cemento está formado por una serie de compuestos diferentes, de los cuales los cuatro más importantes son el silicato tricálcico, el silicato dicálcico, el aluminato tricálcico y el ferroaluminato tetracálcico. Además de estas sustancias químicas primarias, hay otros compuestos que intervienen en el proceso de hidratación de forma no tan evidente (Loya, 2018).

Se trata de un polvo de un color que puede describirse como un tono a medio camino entre el grisáceo y el caramelo. Este polvo se compone de cristales minerales,

que constituyen la mayor parte de sus componentes. En caso de que estos compuestos entren en contacto con el agua, generan compuestos adicionales. Estos compuestos químicos son los responsables de las conocidas características y acciones del mortero. Los minerales necesarios para la elaboración del material, fuente de óxido de calcio (CaO), y la arcilla, fuente de óxido de aluminio (Al_2O_3). Ambos minerales son importantes en la producción de este tipo de material. Antes de ser depositados en el interior de un horno cilíndrico, estos componentes clave se muelen como etapa final del proceso de construcción. Previamente, se tienen en cuenta las proporciones de estos componentes. Es necesario que estos materiales giren una y otra vez en este horno hasta que alcancen la temperatura necesaria para la creación del clínker. Después, el clínker se tritura hasta convertirlo en polvo, mientras que el yeso queda contenido en la mezcla. Este procedimiento se repite hasta que el cemento alcanza el grado de finura deseado, momento en el que está terminado (Sanjuán & Chinchón, 2014)

Por lo que respecta a los materiales, los cementos se clasifican como aglomerados hidráulicos, que es una clase. Los aglomerados que se incluyen en esta categoría son aquellos que, al combinarse con agua, se vuelven más rígidos a la vez que presentan resistencia al agua. El componente activo del hormigón es la pasta de cemento, que se forma al mezclar cemento con agua. Por tanto, es garante en gran medida de la resistencia del hormigón, así como de las variaciones volumétricas y la longevidad del material. Es un polvo muy fino de color gris. El esqueleto granular se mantiene unido por la matriz, que es el componente fundamental de la estructura (Baca & Boy, 2016).

a. Agregados

Estos componentes se definen como aquellos que constituyen entre el sesenta y el ochenta por ciento del cuerpo del hormigón y se utilizan junto con el uso de lechada como medio cementante para elaborar mortero u hormigón (también conocido como argamasa). Para un uso óptimo, los áridos de calidad deben cumplir una serie de



normas. Estas normas estipulan que los áridos deben estar compuestos por partículas duraderas, limpias, fuertes, robustas y resistentes. Además, deben estar libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y otros elementos finos que puedan perjudicar la hidratación y la adherencia de la pasta al cemento. No sería deseable disponer de partículas de áridos que se desmoronen o sean proclives a destrozarse (Sapacayo, 2017).

El componente más importante del hormigón es el árido, que representa alrededor del 70% del volumen del cemento. Uno de los requisitos de rendimiento a priori más importantes para la calidad del árido es que debe ser insensible a diversas circunstancias y constante en todos los casos. Las características del hormigón fresco y las propiedades mecánicas del hormigón endurecido se ven muy afectadas por el tamaño máximo del grano grueso, que suele estar comprendido entre 32 mm y 64 mm. Además, la distribución granulométrica y la forma del grano desempeñan un papel considerable en la intrepidez de las características del hormigón fresco.

Es fundamental prestar especial atención a la selección y el control de los áridos para alcanzar el objetivo de obtener productos finales de la mejor calidad posible. Esto se debe a que los áridos son la parte predominante de la parte más importante del volumen de hormigón, lo que implica que representan al menos tres cuartas partes del volumen total. Esto indica que los áridos son los responsables de este fenómeno. Para la elaboración de diversos componentes, como el hormigón, el mortero y otros, es necesario hacer uso de una amplia gama de áridos. Los materiales aluviales son los componentes que, además del cemento y el agua, contribuyen al desarrollo de una estructura resistente y fiable. Cuando se trata de hormigón, los áridos son componentes esenciales.

Los materiales aluviales pueden utilizarse en su forma original o una vez triturados, dependiendo del uso previsto. Los áridos gruesos triturados presentan mejores propiedades de adherencia que los áridos naturales, lo que permite aumentar la resistencia del hormigón.

b. Agua

En el agua hay dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, que es la estructura molecular que la distingue de otras sustancias. El agua puede clasificarse como sustancia química, y su estructura es lo que la define. Puede existir en forma sólida, líquida o gaseosa, que son los tres estados físicos distintos en los que puede encontrarse. Se manifiesta en forma de hielo o vapor en nuestro sistema solar, así como en el mundo más allá de nuestro sistema solar. Dado que todas las formas de vida biológica dependen del agua para llevar a cabo sus tareas esenciales, interactuar con su entorno y reproducirse, es un componente necesario para que todas estas cosas sucedan (Boza, 2021).

Los procesos de hidratación que se desencadenan por la combinación de agua y cementos son los que finalmente dan lugar a la producción de la pasta. Es esencial llamar su atención sobre el hecho de que el agua que se utiliza en la fabricación del hormigón debe ser potable. Esto significa que no debe incluir cantidades excesivas de sales, ácidos, álcalis o materia orgánica. Además de su papel como agente hidratante, el agua desempeña una función vital para facilitar el trabajo de la mezcla (Loya, 2018).

En el proceso de preparación de mortero o concreto, parte del agua utilizada se destina a la hidratación del cemento, mientras que el resto no experimenta cambios y eventualmente se evapora. La evaporación de esta agua adicional crea huecos dentro de la mezcla, disminuyendo la resistencia y durabilidad del mortero. Aunque el cemento requiere aproximadamente del 25% al 30% de su masa en agua para hidratarse, esta proporción no proporciona la manejabilidad necesaria. Para lograr una mezcla que sea trabajable, se necesita un mínimo de alrededor del 40% de la masa del cemento en agua. Por lo tanto, como regla práctica, se debe agregar la menor cantidad posible de agua a la mezcla, asegurándose al mismo tiempo de mantener la trabajabilidad del mortero o concreto. Este equilibrio es esencial para garantizar un rendimiento óptimo en términos de resistencia y durabilidad de la mezcla (Apolinario, 2017).

El agua que se utiliza en la producción de hormigón y mortero debe ser potable para garantizar que la calidad de la mezcla no se vea comprometida. Esto se hace con el fin de garantizar que la mezcla sea de calidad. Para cumplir con este requisito, debe estar libre de cualquier material orgánico, aceites, ácidos y productos químicos alcalinos en conjunto. La idoneidad del agua debe evaluarse mediante la creación de bloques de mortero que, después de siete y veintiocho días, deben alcanzar al menos el noventa por ciento de la resistencia de los creados con agua potable. Esto permitirá evaluar la consistencia del agua. En situaciones en las que el agua disponible no es apta para el consumo humano o es de dudosa calidad, esto es algo que hay que hacer (Neyra, 2016).

c. Aditivos

La inclusión de aditivos en una mezcla de concreto desempeña un papel crucial al mejorar significativamente las condiciones de trabajo. Este beneficio se traduce en una mayor manejabilidad de la mezcla, lo cual resulta especialmente notable en situaciones donde los agregados carecen de finos y el cemento tiende a generar exudación, entre otros posibles desafíos. La aplicación de aditivos no solo aborda estas limitaciones, sino que también contribuye a optimizar la calidad general y el desempeño del concreto, mejorando así la eficiencia y la efectividad del proceso constructivo (Apolinario, 2017).

Son sustancias químicas que se amplifican a la mezcla en concentraciones extremadamente pequeñas, normalmente con la intención de modificar una o más de las características de la mezcla de hormigón de una manera predeterminada y controlada (Chirif & Molina, 2010).

- Los aditivos aireantes son un tipo de aditivo que tiene la capacidad de contribuir a la retención de aire dentro del hormigón. Se utilizan para optimizar la trabajabilidad, la resistencia a la congelación.

- Reductores de agua: Se emplean para disminuir la cuantía de agua que debe estar presente en la combinación. De esta forma, es posible alcanzar el nivel de consistencia deseado en el hormigón.
- Retardadores: Son sustancias que se añaden al hormigón con el fin de ralentizar el proceso de fraguado. El hormigón es capaz de mantener un estado utilizable durante un período de tiempo más largo como resultado de esta circunstancia particular.
- Estos aditivos, conocidos como aceleradores, aceleran el asunto de fraguado originario, así como el progreso de la resistencia inicial del hormigón. Los acelerantes se emplean en la producción de hormigón.
- Plastificantes: Tienen la capacidad de reducir la cuantía de agua que de otro modo sería necesaria para generar la consistencia adecuada en el hormigón. Además, desempeñan simultáneamente las funciones de retardadores y plastificantes, lo que se traduce en un aumento de la maleabilidad del material. Se trata de una ventaja significativa.

2.2.3 *Propiedades del concreto*

a. Trabajabilidad

La facilidad de manipulación del hormigón, que abarca la descarga, la colocación, la consolidación o vibración y el acabado final, es una característica definitoria de la trabajabilidad del material. El hecho de que el hormigón sea tan sencillo de trabajar es lo que lo hace práctico.

Una combinación que sea homogénea, consistente y posea un nivel aceptable de fluidez destaca como la principal encarnación de esta característica. Aunque la fluidez puede variar mucho en función de la estructura que se genere, existe una tendencia predominante a confundir la fluidez con la trabajabilidad. Y ello a pesar de que la fluidez puede ser una cualidad muy variable. A modo de ejemplo, un hormigón adecuado para su uso en pavimentos es muy distinto de un hormigón ideal para su uso

en estructuras reforzadas con acero que son a la vez finas y gruesas y en las que el acceso está restringido. Depende de las circunstancias específicas que se apliquen una serie de técnicas diferentes, como la colocación, la compactación y el acabado.

Por lo tanto, se considera que un hormigón es trabajable si contiene las normas de homogeneidad, necesarias para el tipo concreto de edificio que se va a colocar. Como en el caso de la homogeneidad, la trabajabilidad es una propiedad cualitativa, y no existe un método ampliamente reconocido para evaluar en qué medida está presente. Cuando profundizamos en la idea de homogeneidad, descubrimos que, desde el punto de vista de la física, se considera que un basto es homogéneo si presenta características que son constantes en todas sus regiones. Indica que los componentes del material están repartidos de forma homogénea por toda la sustancia, lo que garantiza que la composición del material es consistente en toda la sustancia (Ventura, 2021).

En el campo de la evaluación del hormigón, la trabajabilidad de una combinación de hormigón es una de las métricas que se considera entre las más conocidas. Las tres características que contiene son la fluidez, la retención de agua y la cohesión con respecto al material. Durante el proceso de decidir la facilidad con la que se puede trabajar el hormigón, uno de los factores más importantes que se tiene en cuenta es la movilidad del hormigón (Ahmed & Rana, 2023).

b. Tiempo de fraguado

Hay una serie de factores distintos que pueden influir significativamente en el ritmo al que aumenta la resistencia del hormigón con el paso del tiempo. Estos factores pueden variar mucho de un caso a otro. Además de la temperatura del entorno, se tienen en cuenta la calidad de la mezcla, la cantidad de cemento utilizada, la presencia de aditivos y el método utilizado para mezclar el hormigón. Para reunir la información

necesaria para determinar el tiempo que tarda el hormigón en endurecerse, es esencial realizar pruebas frecuentes de la pasta que se utiliza en la mezcla de hormigón. Los puntos inicial y final del período de fraguado se determinan cuando la resistencia a la penetración alcanza valores comprendidos entre tres mil y cuatro mil libras por pulgada cuadrada. Es muy probable que diversos factores influyan en la velocidad de cristalización o endurecimiento del hormigón. Un ejemplo de estos factores es la proporción de agua y cemento, que se refiere a la cantidad de cemento que se utiliza. Además de estos factores, la composición de los componentes, la temperatura del entorno y la utilización de aditivos a lo largo del proceso de construcción con hormigón constituyen otras consideraciones (Arteaga, 2023).

Cuando hablamos del tiempo de fraguado del hormigón, nos referimos al tiempo que transcurre entre el momento en que la nueva mezcla de hormigón se encuentra en su fase flexible y maleable y el momento en que el hormigón empieza a endurecerse. Este periodo de tiempo abarca todo el lapso de tiempo. Este es el periodo de tiempo al que nos referimos. El periodo de tiempo en cuestión se denomina comúnmente «tiempo de fraguado». Teniendo en cuenta que este periodo de tiempo influye en la trabajabilidad y la conformabilidad del hormigón, así como en la resistencia final y la durabilidad del material, la industria de la construcción presta mucha atención a la importancia de este periodo de tiempo. Controlar el tiempo de fraguado del material es absolutamente necesario para garantizar tanto la calidad como la eficacia de los proyectos de construcción que se llevan a cabo. Hay una serie de elementos que intervienen a la hora de decidir el tiempo necesario para que la combinación fragüe. Estos factores incluyen la composición de la mezcla, la temperatura del ambiente que rodea a la mezcla y la existencia de aditivos químicos.

c. Resistencia a la compresión

Esta propiedad mide la capacidad de de la mezcla endurecida a las fuerzas de axiales aplicadas. Es una de las propiedades más importantes y comúnmente evaluadas del concreto, ya que es un indicador clave de su capacidad para soportar las cargas estructurales a las que se someterá en su uso final.

La resistencia a la compresión del concreto suele evaluarse a los 28 días después de verterlo. Sin embargo, en estructuras particulares como túneles y presas, o cuando se utilizan cementos especiales, es posible especificar periodos de tiempo distintos, ya sea inferiores o superiores a los tradicionales 28 días (Loya, 2018).

El método utilizado para determinar esta característica es el ensayo de compresión, que consiste en aplicar una carga axial progresiva a una probeta de hormigón (a menudo un cilindro o un cubo) hasta que falla. El ensayo se lleva a cabo hasta que la probeta se considera insatisfactoria. La resistencia a la compresión del hormigón se calcula dividiendo la fuerza máxima que la probeta es capaz de soportar por el área de la sección transversal de la probeta.

El resultado es el que se describe a continuación: Este nivel de resistencia puede expresarse utilizando diversas unidades de presión, como megapascuales (MPa) y libras por pulgada cuadrada (psi), por citar sólo dos ejemplos. Hay una variedad de elementos que pueden influir en la resistencia a la compresión del hormigón, incluyendo algunos de los factores que se han discutido anteriormente. Hay una serie de factores que se tienen en cuenta, como la proporción de agua y cemento, la calidad y las cantidades de los elementos componentes (cemento, áridos, aditivos, etc.), la técnica de curado y el tiempo que tarda, y la edad del hormigón en el momento de la prueba (Osorio, 2022).

Según las conclusiones de Pacheco (2016), la resistencia a la compresión del hormigón se determina calculando la relación entre la mayor carga que la probeta es capaz de soportar durante este ensayo y el área de la sección transversal de la probeta que se utilizó en el ensayo. Esta relación se utiliza para determinar la resistencia a la

compresión del hormigón. Después de calcular la resistencia a la compresión del hormigón, esta relación se utiliza para hacer una estimación. Dicho de otro modo, la fuerza máxima que se aplica al hormigón se divide por el área de la sección transversal de la probeta. Para determinar la resistencia del hormigón, se llevará a cabo esta operación. Este parámetro resultante es esencialmente una característica física del hormigón, y se utiliza con bastante frecuencia en el diseño de diferentes tipos de proyectos, incluidos edificios y otras formas de estructuras. A menudo se expresa en términos de medidas de presión, como megapascuales (MPa) o kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²), entre otros ejemplos. Para determinar si un determinado material de hormigón es capaz o no de soportar fuerzas de compresión, es un criterio crucial a tener en cuenta. Como consecuencia de ello, es de suma importancia en las operaciones de planificación y diseño de proyectos de construcción y edificios.

d. Durabilidad

Según Chota y Navarro (2019), la palabra «durabilidad» del hormigón se refiere a la capacidad de un material de construcción para mantener su integridad estructural y su resistencia durante un período prolongado de tiempo, independientemente de las condiciones ambientales y de servicio a las que esté sometido, sin experimentar daños significativos o una degradación temprana. Esta es la definición de «durabilidad» del hormigón. La resistencia del hormigón al impacto de factores adversos, como la humedad, los cambios de temperatura, la exposición a productos químicos, la abrasión, la corrosión y otros agentes agresivos presentes en su entorno durante el período de su vida útil prevista, se denomina durabilidad. En otras palabras, se refiere a la capacidad del hormigón para soportar el efecto de las características mencionadas.

Para garantizar el rendimiento óptimo y la longevidad de los edificios de hormigón, la durabilidad del hormigón es de suma importancia. Esto se debe al hecho de que un hormigón duradero reduce al mínimo la necesidad de reparaciones

potencialmente costosas o de sustituciones prematuras. La durabilidad se considera un componente crucial en los ámbitos de la ingeniería civil y la construcción, en particular en el mundo de las infraestructuras, que abarca elementos como puentes, presas, edificios, carreteras y sistemas de abastecimiento de agua. Esto es especialmente cierto en circunstancias en las que existe una preocupación por la larga vida útil y la seguridad.

Para lograr la durabilidad del hormigón, es vital utilizar procesos de diseño que sean aceptables, emplear materiales que sean adecuados (cemento, áridos y aditivos) y seguir prácticas de construcción y mantenimiento que disminuyan considerablemente la cantidad de tiempo que el hormigón está expuesto a circunstancias que puedan causar daños. Además, con el fin de evaluar y prever la durabilidad del hormigón en un entorno determinado, se realizan con frecuencia experimentos y estudios de laboratorio.

2.2.4 Propiedad de los agregados

a) Granulometría

El tamaño de las partículas de los áridos influye en la proporción de agua y cemento, que a su vez influye en la trabajabilidad, bombeabilidad, economía, porosidad, retracción y durabilidad del hormigón. Tanto la trabajabilidad de la mezcla como la resistencia del hormigón se ven afectadas significativamente por una serie de elementos cruciales, como la forma de las partículas y la rugosidad de la superficie del árido. El grado de esfericidad, que puede ir desde algo alargado a algo esférico, es lo que determina la forma. Es posible clasificar la textura de la superficie como angular (también conocida como rugosa), subangular, subredondeada o redondeada (también conocida como lisa).

La forma viene determinada por el grado de esfericidad. El grado de circunferencia es otro factor que puede utilizarse para definir la forma. Para que las mezclas que contienen partículas alargadas y angulares sean manejables, se necesita

una mayor cantidad de agua y, por tanto, una mayor cantidad de cemento para mantener una relación agua-cemento constante. Esto es especialmente cierto para las mezclas que contienen áridos angulares (Chirif & Molina, 2010).

b) Contenido de humedad

Es posible determinar la cantidad de agua presente en un árido utilizando el contenido de humedad del árido como herramienta de medición. Los áridos son materiales granulares que se mezclan con un aglutinante, como el cemento, para fabricar hormigón o mortero. Este proceso se conoce como formación de áridos. Entre los diversos materiales que pueden clasificarse como áridos se encuentran la arena, la grava, el hormigón triturado y otros. Es posible que la cantidad de humedad presente en el material compuesto influya significativamente en los atributos que posee, como su trabajabilidad, resistencia y durabilidad (Arenas, 2022).

c) Porcentaje de absorción

Es una característica que indica la capacidad de un material para absorber y retener agua, y el porcentaje de absorción de un árido se utiliza para describir esta capacidad. Esta capacidad se refleja en la capacidad del árido para absorber agua. La relación entre el peso del agua que un árido es capaz de absorber (cuando se encuentra en un estado en el que está completamente seco al aire) y el peso del árido seco, expresado en porcentaje, es la definición de este término. Esta característica es absolutamente necesaria para determinar cómo se comporta el árido en presencia de agua, así como para mezclar hormigón o mortero (Miranda, 2020).

La capacidad de los agregados para saturarse de agua al sumergirlos durante 24 horas se conoce como absorción. Este proceso implica que los vacíos permeables en la estructura interna de los agregados se llenen de agua. El porcentaje de aumento

en peso de una muestra seca, expresado como porcentaje, se denomina porcentaje de absorción. Esta característica, influenciada por la porosidad de los agregados, es de vital importancia, ya que permite realizar ajustes precisos en las proporciones de las mezclas de concreto (Zegarra & Zegarra, 2018).

d) Módulo de finura

Tanto si un árido es fino como grueso, el valor que representa este parámetro de medición es el que indica la finura o tosquedad del árido. En la disciplina de la ingeniería de materiales, concretamente en el campo de la tecnología del hormigón, se aplica con el objetivo de proporcionar una amplia aproximación a la distribución granulométrica del árido. Esta aplicación es especialmente frecuente en el campo de la tecnología del hormigón. Los resultados de los exámenes de tamizado de las partículas se utilizan para desarrollar este índice, que no es una medida directa del tamaño de las partículas, sino que se produce a partir de los resultados de dichos exámenes (Miranda, 2020).

El módulo de fineza es un indicador aproximado del tamaño medio de los agregados en una mezcla. Un valor bajo sugiere que los agregados son finos, mientras que un valor alto indica lo contrario. Aunque el módulo de fineza no diferencia las granulometrías específicas, resulta útil para manejar uniformidades de materiales granulares siempre y cuando estos estén dentro de los porcentajes establecidos en las normas de granulométrica. En resumen, este índice proporciona una medida general del tamaño promedio de los agregados y facilita la evaluación de la consistencia y uniformidad de la mezcla, contribuyendo así a cumplir con los estándares normativos (Apolinario Fabian, 2017).

2.2.5 *Acelerante de fragua*

Los aditivos acelerantes de fragua en el concreto son sustancias químicas incorporadas a la mezcla con el propósito de modificar su tiempo de fraguado, acelerando significativamente el proceso de endurecimiento. Estos aditivos permiten que el concreto alcance resistencia de manera más rápida, lo que resulta especialmente beneficioso en situaciones donde se requiere una pronta puesta en servicio de la estructura. Al influir en las reacciones químicas de hidratación del cemento, los aditivos acelerantes logran una ganancia temprana de resistencia, contribuyendo a reducir los tiempos de espera para el curado y proporcionando mayor flexibilidad en la programación y ejecución de proyectos constructivos. Este tipo de aditivo resulta valioso en aplicaciones que demandan resistencia temprana, así como en condiciones climáticas adversas o proyectos con cronogramas exigentes (Apolinario, 2017).

Para minimizar el tiempo que necesita el cemento para endurecerse y, al mismo tiempo, mejorar su resistencia a la compresión durante las primeras fases del proceso de fraguado, estos aditivos se conocen como aceleradores de fraguado. Su objetivo es alcanzar ambas metas simultáneamente. La composición química de estos aditivos permite clasificarlos en varias categorías distintas, además del hecho de que pueden existir en estado líquido o sólido. Hidróxidos, cloruros, silicatos, aluminatos y carbonatos son ejemplos de las diversas variedades que entran en esta categoría. El uso de acelerantes de fraguado en hormigones que tienen que ser desencofrados rápidamente, utilizados en situaciones en las que están sumergidos o en presencia de agua para evitar el lavado, en situaciones en las que tienen que ser operativos en un corto espacio de tiempo, o en situaciones en las que tienen que establecer resistencia en circunstancias de frío es extremadamente beneficioso. Al utilizar estos aditivos, es de suma importancia tener mucho cuidado y hacer uso de ellos de acuerdo con las instrucciones que han sido suministradas por el fabricante (López, 2020).



Según (Cariga, 2023) Los acelerantes son sustancias que disminuyen el tiempo de fraguado del concreto. Su principal característica es acelerar el proceso de curado y lograr la resistencia necesaria a corto plazo. Estos insumos son comúnmente utilizados en regiones frías, donde las condiciones climáticas predominantes pueden afectar negativamente el proceso de curado del concreto. Además, se aplican en construcciones que necesitan soportar cargas en las estructuras de manera temprana. En esencia, los acelerantes son especialmente útiles en dos escenarios: en condiciones climáticas adversas, como en zonas frías, para contrarrestar el impacto del clima en el curado; y en proyectos donde es necesario alcanzar rápidamente una resistencia inicial para poder aplicar cargas a las estructuras en un período de tiempo breve.

Las sustancias que acortan el tiempo que tarda la pasta de cemento en alcanzar su dureza normal y/o aceleran el tiempo que tarda la pasta de cemento en alcanzar su resistencia normal (Sapacayo, 2017). Proporcionan multitud de beneficios, entre ellos la capacidad de desencofrar en un menor tiempo en comparación con el proceso típico. Se pueden obtener varias ventajas, como una reducción del tiempo necesario para el acabado de superficies, una reducción del tiempo necesario para el curado, una puesta en servicio más temprana de los edificios, la posibilidad de rectificar fugas de agua en estructuras hidráulicas sin demora y una reducción de las presiones de encofrado que permite mayores alturas de vertido. En climas fríos, es posible contrarrestar el impacto de las bajas temperaturas acelerando el proceso de calor de hidratación, lo que a su vez eleva la temperatura del hormigón y, en consecuencia, aumenta su resistencia.

Un acelerante, como su nombre indica, es una sustancia diseñada para incrementar la velocidad de desarrollo de ciertas propiedades del cemento y/o el concreto. Su función principal es afectar positivamente aspectos particulares del proceso de fraguado y endurecimiento, permitiendo que estos materiales alcancen ciertas características más rápidamente de lo que lo harían naturalmente. Es crucial destacar que el uso de un acelerante no implica necesariamente que todas las propiedades del cemento y el concreto

se vean afectadas al mismo tiempo o de la misma manera. La selectividad de sus efectos permite dirigir su acción hacia aspectos específicos, como la resistencia temprana o la capacidad de fraguado en condiciones climáticas adversas, sin comprometer otras propiedades importantes (Alva & Fabian, 2018).

2.2.6 Incorporador de aire

Cuando se inyectan incorporadores de aire en las pastas de cemento, se absorben en las superficies del material cementante, lo que da lugar a la formación de una fina capa de filamentos de naturaleza hidrófoba. Estos materiales son de origen natural aniónico. Cuando se mezcla el hormigón, otra parte del aditivo se diluye en fases líquidas. Esto ocurre durante la fase de mezclado. En esta etapa, se generan vacíos de aire que se distribuyen en la mezcla evitando la unión entre ellos. La característica distintiva radica en que el filamento se dirige hacia el interior de los vacíos, con su fase polar en la superficie. Este arreglo permite que las burbujas de aire se adhieran de manera separada a los granos de cemento. Esencialmente, esta estructura contribuye a la formación de microburbujas esféricas de dimensiones controladas en el hormigón, lo que resulta beneficioso para optimizar la resistencia del material a los ciclos de hielo-deshielo (Flores, 2021).

Estos aditivos son agentes que generan espuma al introducir burbujas microscópicas de aire estables en el concreto. Las burbujas de aire producidas tienen un diámetro aproximado de entre 180 y 250 micras y se distribuyen de manera uniforme en todo el concreto. La inclusión de incorporadores de aire tiene varios beneficios tanto durante su etapa fresca como en la etapa de endurecimiento. En la etapa fresca, mejoran la trabajabilidad al reducir la viscosidad del concreto, disminuyendo la exudación y la segregación. En la fase endurecida, contribuyen a aumentar la estabilidad del concreto ante los procesos de congelación y descongelación. Además,

proporcionan resistencia al descascaramiento superficial causado por los productos descongelantes utilizados para eliminar la nieve. En resumen, estos aditivos no solo facilitan la manipulación del concreto durante su colocación, sino que también mejoran su rendimiento y resistencia a condiciones climáticas adversas a lo largo del tiempo (Cordova, 2022).

Según (Goicochea & Escobar, 2023) El uso de aditivos incorporadores de aire en el concreto proporciona varias ventajas significativas, tanto en la etapa fresca como endurecida del material. Algunas de las ventajas clave incluyen:

- **Mejora de la Resistencia a Ciclos de Congelación y Deshielo:** La introducción de burbujas de aire microscópicas contribuye a fin de minimizar los efectos negativos de la expansión del agua en los ciclos de hielo y descongelación. Esto aumenta la durabilidad del concreto, especialmente en climas fríos.
- **Reducción de la Exudación y Segregación:** Los incorporadores de aire ayudan a mejorar la trabajabilidad del concreto fresco al reducir su viscosidad. Esto disminuye la exudación (liberación de agua superficial) y la segregación (separación de los ingredientes) durante la colocación.
- **Mayor Durabilidad:** La presencia de burbujas de aire contribuye a mejorar la resistencia a condiciones ambientales adversas, incluyendo la resistencia a la abrasión, al desgaste y a la acción de agentes químicos agresivos.
- **Resistencia al Descascaramiento Superficial:** Los incorporadores de aire protegen el concreto contra el descascaramiento superficial, que puede ocurrir debido a la acción de productos descongelantes utilizados para eliminar la nieve y el hielo.
- **Mejora de la Trabajabilidad:** Facilitan la manipulación y colocación del concreto fresco al reducir su viscosidad, lo que facilita el bombeo y la distribución homogénea en las formas.

- Reducción de la Permeabilidad: La presencia de burbujas de aire puede contribuir a disminuir la permeabilidad del concreto, lo que es beneficioso para proteger la estructura contra la penetración de agua y agentes agresivos.

2.2.7 *Diseño de mezclas*

El objetivo del diseño de mezclas en la ingeniería de concreto es determinar las proporciones ideales de los diferentes componentes que integran el concreto. Existen diversos métodos para llevar a cabo este diseño, si bien su comparación directa resulta compleja debido a la influencia de múltiples variables que determinan el rendimiento de cada método. Hasta la fecha, no se ha reconocido un método que garantice consistentemente resultados superiores.

En la industria, la referencia que se aplica más comúnmente y que está aprobada por el Comité ACI 211.1 es sin duda una referencia esencial que se utiliza. Es importante tener en cuenta que cualquier procedimiento de diseño de mezcla resultará en el desarrollo de una estimación de las proporciones ideales. Es esencial tener siempre presente esta idea. Para fabricar un hormigón que contenga las características específicas que se desean, la dosificación final debe someterse a pruebas rigurosas, tanto en un laboratorio con un entorno controlado como en el lugar de la obra. Además, debe modificarse según sea necesario para obtener los resultados deseados. Para garantizar el cumplimiento de las normas de calidad y rendimiento del hormigón, es importante pasar por este proceso de verificación y ajuste.

2.3 Marco conceptual

- a. Acelerante de fragua: Estas sustancias acortan el tiempo necesario para que el hormigón comience a fraguar, lo que a su vez ayuda a conseguir una mayor resistencia inicial. Los aceleradores no tienen la capacidad de evitar las

temperaturas de congelación; sin embargo, aceleran la velocidad a la que se desarrollan los fraguados y la resistencia (López, 2020).

- b. Concreto:** El concreto es un material de construcción compuesto principalmente por cemento, arena, grava y agua. Esta mezcla se endurece con el tiempo para formar una estructura sólida y resistente (Santisteban, 2021).
- c. Grafito en polvo:** El grafito en polvo es una presentación pulverizada y muy fina del grafito. Se obtiene directamente en minas (natural) o mediante la carbonización de material orgánico (sintético) (Romero & Romero, 2019).
- d. Incorporador de aire:** Un aditivo incorporador de aire es una sustancia química que se añade a mezclas de concreto o mortero durante su preparación para generar microburbujas de aire uniformemente distribuidas en la mezcla (Pérez & Flores, 2019).
- e. Resistencia a compresión:** La composición del cemento, la proporción de agua en relación con el cemento, la calidad de los áridos, las condiciones del entorno y el proceso de curado influyen en el resultado. Para producir un hormigón de calidad superior, es esencial tener en cuenta los áridos, la resistencia del cemento y el contacto que existe entre la matriz y los áridos (Sánchez & Tapia, 2015).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación desempeña un papel esencial en el desarrollo de un estudio científico, ya que proporciona el marco conceptual y operativo que guía al investigador en cada fase del proceso. Este conjunto de enfoques sistemáticos engloba las decisiones estratégicas tomadas para abordar preguntas específicas de investigación y los procedimientos técnicos utilizados para recopilar, analizar e interpretar datos de manera precisa y fiable. Al implementar una metodología, el investigador establece un camino claro y coherente para llevar a cabo la investigación, desde la formulación de la pregunta de investigación hasta la presentación de los hallazgos. Esta estructuración metodológica ayuda a evitar sesgos, garantiza la validez y confiabilidad de los resultados, y facilita la replicación del estudio por parte de otros investigadores (Baena, 2017).

3.1 Diseño de la investigación

La investigación **experimental** se lleva a cabo mediante un control riguroso del entorno, lo que permite la manipulación de una variable específica que aún no ha sido validada. En este tipo de investigación, se establece un grupo experimental en el que se manipula la variable de interés, mientras se mantiene un control estricto sobre otras variables que podrían influir en los resultados. Asimismo, se establece un grupo de control

que no está expuesto a la manipulación de la variable. Al comparar los resultados entre estos dos grupos, se busca determinar si la variable manipulada tiene un impacto significativo y, de ser así, se busca entender cómo y por qué ocurren esos efectos (Baena, 2017).

Para el presente estudio, se llevarán a cabo ensayos utilizando diversas muestras. Estas incluirán una muestra estándar como referencia, así como otras muestras que han sido modificadas mediante la adición de grafito en polvo y la incorporación de aditivos, como acelerante de fraguado e incorporador de aire.

3.2 Métodos de la investigación

El método de investigación es el enfoque sistemático que guía la exploración o resolución de una problemática específica. Este método se adapta de manera cuidadosa al tipo de fenómeno que está siendo examinado, delineando así una trayectoria metodológica que orienta el proceso de investigación. La elección del método no solo define la estructura general del estudio, sino que también determina cómo se recopilarán, analizarán e interpretarán los datos relevantes. Además, el método de investigación influye en la validez y confiabilidad de los resultados, ya que su aplicación adecuada contribuye a la obtención de conclusiones sólidas y fundamentadas (Silvestre & Huamán, 2019).

Esto se logra mediante la utilización de técnicas estadísticas, que se aplican con el fin de cuantificar variables y generar patrones que permitan la formación de conclusiones objetivas. Un método de investigación centrado en la recopilación y el análisis de datos numéricos se denomina enfoque cuantitativo (Baena, 2017).

3.3 Nivel y tipo de investigación

3.3.1 Tipo de la investigación

Una característica importante de la investigación aplicada es que se define por la utilización de ideas teóricas como base para abordar y resolver retos prácticos en diversos

ámbitos. La investigación aplicada surge con frecuencia como una extensión natural de la investigación fundamental. Este tipo de estudio se utiliza en una amplia gama de campos, como la medicina y la ingeniería, con la intención de proporcionar una explicación a sucesos observables o hacer predicciones sobre los resultados en situaciones del mundo real (Hadi et al., 2023).

Esta investigación es aplicada en el sentido de que se utilizan ciertos métodos y procesos, como pruebas de laboratorio y análisis de datos, para investigar la influencia que tiene la utilización de polvo de grafito y aditivos en el proceso de desarrollo de un diseño de hormigón.

3.3.2 Nivel de la investigación

En el ámbito de la investigación científica, se lleva a cabo una investigación sobre un fenómeno o tema de estudio. El grado de indagación es una medida del alcance de la investigación, que indica el nivel de profundidad y detalle de la misma. Este nivel puede ir desde un enfoque descriptivo superficial hasta un análisis causal exhaustivo o la aplicación de conceptos en circunstancias específicas. También puede incluir cualquiera de estos ejemplos. Es susceptible de una amplia variedad de aplicaciones (Arias, 2012).

Investigación experimental y exploratoria: El presente estudio se centra en la relación entre causa y efecto, con el objetivo de conocer cómo influye la incorporación de polvo de grafito y aditivos en las propiedades del hormigón. La variable independiente se modifica intencionadamente con el fin de controlar los cambios que se producen como consecuencia de esta manipulación y obtener una visión global de la influencia que ejerce.

3.4 Población y muestra de la investigación

3.4.1 Población

La población de investigación se refiere al conjunto completo de individuos o elementos que son el foco de estudio en una investigación científica. Esta población puede

ser amplia y diversa, abarcando todos los elementos relevantes para la pregunta de investigación. Sin embargo, debido a limitaciones de tiempo, recursos y practicidad, los investigadores a menudo trabajan con muestras representativas de esa población (Hadi et al., 2023).

Con el fin de analizar el impacto que estas adiciones tienen sobre las propiedades y el comportamiento del hormigón, la población de este estudio se compone de muestras de hormigón convencional que han sido alteradas mediante la inserción de polvo de grafito y aditivos en cantidades variables. Esto se hizo con el fin de cumplir con el propósito de este estudio.

3.4.2 Muestra

La selección de una muestra representativa implica el uso de técnicas estadísticas para elegir un subconjunto de la población que sea representativo de las características y variaciones presentes en el conjunto completo. El objetivo es obtener información precisa y generalizable sobre la población más amplia a partir de la observación y análisis de la muestra. La calidad de la muestra es crucial para la validez y la generalización de los resultados de la investigación. Si la muestra es representativa y se selecciona de manera aleatoria o sistemática, los resultados pueden extrapolarse con mayor confianza a la

Tabla 2

Especímenes para análisis de resistencia a la compresión.

Descripción	(días)			Cantidad de muestras
	7	14	28	
MP	5	5	5	15
MP. + 2.5% GP	5	5	5	15
MP. + 3.5% GP	5	5	5	15
MP. + 1.5% AF	5	5	5	15
MP. + 2.5% AF	5	5	5	15
MP. + 0.06% IA	5	5	5	15
MP. + 0.12% IA	5	5	5	15
MP. + Comb. %	5	5	5	15
Total	40	40	40	120

Donde:

MP = Muestra patrón

GP = Grafito en polvo

AF = Acelerante de fragua

IA = Incorporador de aire

3.5 Técnicas e instrumentos

3.5.1 Técnicas

Según Silvestre & Huamán (2019) las técnicas de estudio destaca que estas constituyen un conjunto de procesos y procedimientos utilizados para abordar problemas específicos o alcanzar metas establecidas. Estas técnicas desempeñan un papel esencial al facilitar la recopilación de datos informativos que posteriormente son sujetos a análisis, las técnicas de estudio se convierten en herramientas fundamentales para la investigación, ya que proporcionan un marco sistemático y estructurado para obtener información relevante. Estas técnicas pueden abarcar desde métodos de recopilación de datos, como encuestas o entrevistas, hasta enfoques más específicos, como el análisis documental o la observación directa.

- Observación
- Desarrollo de ensayos
- Análisis de valores obtenidos
- Descripción de tablas y figuras

3.5.2 Instrumentos

La recopilación de datos se posiciona como una metodología fundamental para obtener información relevante en el contexto de un estudio específico. Diversos métodos de recopilación coexisten, abarcando desde entrevistas y encuestas hasta observaciones

directas, experimentación y análisis de documentos preexistentes. Cada uno de estos métodos posee sus propias virtudes y limitaciones, y corresponde al investigador seleccionar con discernimiento el más idóneo en función de los objetivos y la extensión de su investigación (Hadi et al., 2023).

- Bibliografía concerniente al tema de estudio
- Evidencia fotográfica.
- Equipos y herramientas de laboratorio.
- Fichas y certificados de calidad emitidas por laboratorio.

3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

3.6.1 Validación de los instrumentos

El método para evaluar si un instrumento mide correcta y adecuadamente la variable o constructo que pretende examinar se denomina validación del instrumento. Este procedimiento se denomina a veces «validación del instrumento». El término «proceso de acumulación de pruebas empíricas» se refiere a una técnica que implica la recopilación de datos empíricos que respalden la relación entre las puntuaciones obtenidas en el instrumento y la noción o realidad que se supone que explora. Este procedimiento se denomina «proceso de acumulación de pruebas empíricas».

El principal objetivo de la validación es establecer tres tipos de validez: validez de contenido, validez de criterio y validez de constructo del instrumento. La validación se lleva a cabo con el objetivo de establecer estos tres tipos de validez. Se realiza para garantizar que las mediciones son adecuadas para los objetivos de la investigación y que son representativas de la población implicada.

3.6.2 Confiabilidad de instrumentos

La capacidad de una herramienta o instrumento de medición para proporcionar resultados que sean coherentes y precisos en varias ocasiones y en diversas

circunstancias es lo que se entiende por la expresión «fiabilidad del instrumento». Esta capacidad no se limita a una única circunstancia o circunstancia. Además, la fiabilidad garantiza que los instrumentos que se utilizan para recoger datos son de naturaleza coherente y constante, lo que contribuye a la validez y utilidad de los resultados que se obtienen.

Cuando se trata de investigación y medición, este concepto es extremadamente importante, ya que garantiza la fiabilidad de los dispositivos. Una de las razones más importantes por las que tener fiabilidad es tan importante es que proporciona una base sólida sobre la que se puede construir la validez de las mediciones. La fiabilidad de un instrumento aumenta la posibilidad de que mida el fenómeno o constructo que se está evaluando de forma coherente. Esto, a su vez, mejora la calidad de los datos que se adquieren, así como el valor de la información que se obtiene. Cuando se trata de garantizar que los resultados de la investigación son fiables y exhaustivos, la fiabilidad es un componente clave que debe tenerse en cuenta.

3.7 Procedimiento de recolección de datos

Los procedimientos son las acciones concretas y específicas que se requieren para llevar a cabo una investigación que, en última instancia, tiene como resultado el descubrimiento de nuevos conocimientos por parte del investigador. Los actos imprescindibles para llevar a cabo una investigación se denominan procedimientos cuando se habla de ellos en el contexto de la investigación. El hecho de que estos procedimientos estipulen el método concreto en el que deben desarrollarse los datos y la nueva información los convierte en un componente vital del proceso de investigación. Por ello, son extremadamente importantes. Una de las numerosas fases y actividades que incluyen estos procesos es la declaración clara de los objetivos de la investigación. Estos procedimientos también contienen mucho más. Hay otras fases y actividades que incluyen la aplicación de metodologías específicas con el fin de recopilar, analizar e interpretar los datos.

3.7.1 *Recolección de información*

Mientras nos encontrábamos en esta fase, utilizamos varios medios y procedimientos acordes con nuestros objetivos para obtener información pertinente:

- Revisión de artículos y libros.
- Revisión documental.
- Revisión de tesis.

3.7.2 *Materiales a emplear*

❖ **Agregado natural**

Se recogieron áridos de la cantera de Unocolla, situada a ocho kilómetros de Juliaca. Estos áridos se utilizaron como parte de nuestra investigación. Debido a que se encuentra en una posición estratégica y a que ofrece recursos de gran calidad, se eligió esta cantera específica durante el proceso de selección. La proximidad de la cantera a Juliaca hace que la logística de transporte sea algo más sencilla, a pesar de que la propia cantera ha demostrado en repetidas ocasiones que es capaz de suministrar áridos de alta calidad que se ajustan a los parámetros requeridos para nuestro proyecto.

❖ **Grafito en polvo**

Para adquirir el polvo de grafito que se empleó en esta investigación específica, una de las transacciones que tuvo lugar en la plataforma virtual dio lugar a la adquisición del polvo. Consiste en un mercado digital donde los compradores pueden buscar una gran variedad de artículos, y en esta situación concreta, se empleó como fuente de suministro del polvo de grafito que era un componente esencial del proyecto de investigación.

❖ **Acelerante de fragua**

El acelerante de fraguado que se utilizó para esta investigación se adquirió en el mercado local del sector de la investigación. Esto se hizo con el propósito de esta investigación. La obtención de este componente de una fuente local se hizo con la intención de garantizar su disponibilidad y su compatibilidad con las condiciones específicas del proyecto. Se trata de un componente esencial en la producción de morteros y hormigones que fraguan más rápidamente que otros materiales.

❖ Incorporador de aire

En el transcurso de esta investigación, utilizamos un aditivo incorporador de aire adquirido en el mercado local del sector de Juliaca. La decisión de obtener este aditivo a nivel local se basa en varios factores, entre ellos, la disponibilidad inmediata, la adaptación a las condiciones específicas de la región y la consideración de los recursos locales.

3.7.3 *Ensayos en laboratorio*

Durante esta fase se realizaron pruebas y experimentos con áridos recogidos en la cantera de Unocolla. Los procedimientos definidos se respetaron con gran minuciosidad. Cabe señalar que estas evaluaciones incluían específicamente calificaciones de calidad de los elementos. La formulación de las mezclas para el hormigón ordinario se realizó de forma análoga al ejemplo anterior. Una explicación detallada de estos procedimientos puede encontrarse más adelante en este artículo.

a. Ensayo de contenido de humedad. La cantidad de agua que contienen los materiales pétreos que se emplean en el proceso de construcción puede evaluarse con el uso de esta prueba, que se utiliza en las disciplinas de la ingeniería civil y la construcción. Materiales como la arena y la grava son ejemplos de diferentes tipos de piedra. La realización de esta prueba con la intención de analizar y controlar las propiedades físicas de los agregados antes de su uso en mezclas de hormigón es el propósito

principal de esta prueba. MTC E 108 y ASTM D-2216 son las normas que se han utilizado para estandarizar la prueba.

Procedimiento:

- Antes de iniciar la prueba, es importante reunir una muestra suficientemente representativa del árido que se va a evaluar. Se trata de un requisito previo para la prueba. A continuación, la muestra se somete a un método de pesaje exacto que utiliza una balanza.
- A continuación, la muestra se coloca en una bandeja de secado, donde posteriormente se distribuye de manera uniforme una vez finalizado el proceso de pesaje. Además, se registra la masa total de la bandeja que contiene la muestra.
- A continuación, se posiciona en un horno que ha sido calentado de antemano a una temperatura inicial de entre 100 y 110 grados centígrados. Es necesario dejar que la muestra se seque en el horno hasta que no se produzca ningún cambio evidente en la masa. Este proceso puede durar varias horas antes de que la muestra esté lista para ser analizada.
- Una vez finalizado el proceso de secado, la bandeja que contiene la muestra se extrae del horno y se mantiene en un desecador hasta que se enfríe. Esto se hace para garantizar que la muestra no absorba humedad del ambiente en el que se encuentra. A continuación, se pesa la bandeja que contiene la muestra desecada y se registra el valor obtenido.
- Determine la cantidad de humedad presente utilizando la fórmula siguiente:

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

- b. Ensayo de análisis granulométrico.** El objetivo de este análisis es determinar la manera en que los diferentes tamaños de partículas se dispersan en un suelo o agregado. La granulometría es el método de cuantificar la igualdad de diferentes

tamaños de partículas que están presentes en una muestra. Esta medición se consigue analizando el contenido de la muestra. Este procedimiento debe llevarse a cabo siempre de acuerdo con las normas.

Procedimiento:

- Antes de comenzar en la realización del ensayo, se obtiene una muestra representativa del suelo o del agregado que se va a examinar. Si la muestra contiene partículas gruesas, se tritura para obtener una muestra distribuida uniformemente por toda la muestra.
- A continuación, se pesa la muestra para determinar su cantidad exacta. En caso de que la muestra contenga humedad, es imprescindible dejar que se seque antes de continuar con el proceso. Para ello, la muestra se introduce en un horno de secado a baja temperatura, a menudo en torno a 105 grados centígrados, y se deja allí hasta que alcanza un peso constante.
- Es posible obtener una cuantificación exacta de la distribución de dimensiones mientras se lleva a cabo el proceso de secado. Antes de iniciar el proceso de tamizado, primero determinamos el peso de cada uno de los tamices que tienen diferentes aberturas de malla y anotamos la diferencia entre sus pesos individuales. Para poder seguir adelante con el cálculo, es esencial disponer de esta información.
- Empezando por el tamiz más grande y bajando hasta el más pequeño, colocamos los tamices en una mesa diseñada específicamente para tamices en orden numérico. Esto permite preparar el marco necesario para el examen.
- Colocamos la muestra que se ha secado (o la muestra original, si no se ha secado) que se tomó anteriormente en el tamiz superior de la pila. Si la muestra no estaba seca, se coloca la muestra original. A continuación, cubrimos la pila de tamices y empezamos a tamizar el material realizando movimientos circulares o de vaivén durante un tiempo determinado, que suele oscilar entre diez y quince minutos. Este proceso se repite

hasta que el material está tamizado. Utilizando este método, las partículas se dividen en sus distintos tamaños para obtener los resultados deseados.

- Terminado el método de tamizado, retiramos cada tamiz por su lado. Después, tomamos una medida precisa de la cantidad de material que queda retenido en cada tamiz. Dado que estos pesos son necesarios para el análisis posterior, es absolutamente necesario que se registren con exactitud.
- Los pesos registrados para cada tamiz son la base para calcular la cantidad acumulativa de material retenido en porcentaje y la cantidad de material que puede pasar por cada tamiz. A continuación, utilizamos esta información para generar una curva granulométrica, que nos permite visualizar claramente la distribución granulométrica presente en la muestra. Esto se consigue una vez que hemos completado el paso anterior.
- En conclusión, los datos obtenidos de la prueba granulométrica nos proporcionan una caracterización útil de la distribución granulométrica presente en la muestra investigada.

c. Diseño de mezclas. Con el objetivo de establecer la dosis adecuada y/o la cantidad de componentes que son necesarios para el hormigón permeable convencional, así como para el hormigón permeable que incluye apéndices de polvo de grafito y acelerador de fraguado en un hormigón ecológico con una densidad de 210 kg/ cm², se está llevando a cabo esta prueba.

Cuando se trata de construir combinaciones relativamente sencillas, el Comité 211 del ACI tiene sus propios procedimientos. Los valores de los numerosos componentes que integran la unidad cúbica de hormigón pueden determinarse mediante la utilización de este método, que se basa en tablas específicas elaboradas a través del proceso de ensayo de los áridos. Se supone que la composición de la mezcla para el hormigón estándar se compone de los siguientes componentes en el orden mencionado:

- Este documento define las propiedades y requisitos específicos del hormigón, incluyendo su resistencia, durabilidad, trabajabilidad y exposición al medio ambiente, entre otras características esenciales. Una vez finalizado, se determinarán las características que debe poseer la mezcla.
- Para el árido grueso, debe determinarse el tamaño máximo que debe seleccionarse en términos de MT.
- De acuerdo con los requisitos de resistencia, debe determinarse la relación inicial agua-cemento, también denominada relación A/C.
- Tomar una decisión sobre la cantidad de aire que se incluye en la mezcla.
- Determinar la proporción adecuada de agua y cemento, ya sea con el objetivo de aumentar la resistencia o la durabilidad del material.
- El proyecto requiere la creación de un factor de cemento.
- Hay que averiguar cuánto árido grueso (GA) se necesita.
- Hay que realizar un cálculo para determinar los volúmenes absolutos de cemento, agua, aire, AG y AF simultáneamente.
- Determinar cuánto pesa el árido fino cuando está meramente seco y observar los resultados.
- Cada componente, incluyendo el cemento, el agua y el árido, debe tener sus propios valores de diseño determinados.
- Esta es una respuesta al problema de la humedad.
- Para determinar las proporciones del diseño se utiliza el peso.

A continuación figuran las tablas que se utilizaron en el proceso de determinación de las cantidades de áridos, cemento y agua.

Tabla 3

Análisis del volumen de agua

Agua, en lt/m ³ , para los TMN de agregado grueso y consistencia indicados								
Slump	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1½"	2"	3"	6"
Concretos Sin Aire								
1 " a 2 "	207.0	199.0	190.0	179.0	166.0	154.0	130.0	113.0
3 " a 4 "	228.0	216.0	205.0	193.0	181.0	169.0	145.0	124.0
6 " a 7 "	243.0	228.0	216.0	202.0	190.0	178.0	160.0	---

Tabla 4

Cuantificación del aire atrapado

Contenido de aire atrapado	
TMN del Agregado grueso	Aire atrapado (%)
3/8 "	3,000
½ "	2,500
¾ "	2,000
1 "	1,500
1 ½ "	1,000
2 "	0,500
3 "	0,300
4 "	0,200

Tabla 5*Establecimiento de la proporción a/c*

f'_{cr}	Sin espacios vacíos
150.00	0.800
200.00	0.700
250.00	0.620
300.00	0.550
350.00	0.480
400.00	0.430
450.00	0.380

Tabla 6*Medición del volumen específico de agregado grueso*

TMN del Agregado Grueso (mm)	Volumen de materiales gruesos (b/bo)		
	2,40	2,60	2,80
9,5	0,50	0,48	0,46
12,7	0,59	0,57	0,55
19,0	0,66	0,64	0,62
25,4	0,71	0,69	0,67
38,0	0,76	0,74	0,72
50,8	0,78	0,76	0,74
76,0	0,81	0,79	0,77
152,0	0,87	0,85	0,83

d. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto. El muestreo y la preparación de probetas cilíndricas sigue las directrices descritas en la NTP 339.183, que proporciona la técnica de regulación para el muestreo y curado de cilindros de ensayo. Este método se precede de la preparación de las probetas cilíndricas.

Procedimiento:

- Se requiere la preparación de cilindros de hormigón con dimensiones normales y niveles adecuados de compactación.
- El proceso de curado tiene lugar durante veinticuatro horas en un ambiente fresco y húmedo. La técnica que se describe aquí es el desencofrado y la preparación de superficies paralelas y niveladas.
- Una vez colocado el objeto en la máquina de ensayos de compresión, se aplica una carga progresiva a la máquina.
- Registro de las cargas máximas soportadas y observación del fallo.
- Un cálculo que puede utilizarse para determinar las resistencias al fallo consiste en dividir las cargas máximas por la superficie total de la estructura.
- Tanto el análisis de los datos como la comparación con los criterios de diseño son pasos necesarios en el proceso de toma de decisiones.
- A los 3, 7, 14 y 28 días, el niño tendrá la oportunidad de volver a realizar esta evaluación.

3.8 Procesamiento y análisis de datos

Esta fase es el proceso de transformación de los datos brutos en información relevante y valiosa. El nombre «esta fase» se refiere al acto de aplicar métodos y procesos con el fin de lograr esta transformación. La técnica de manejo de los datos se hará utilizando herramientas de hojas de cálculo y la evaluación de los experimentos realizados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados

Caracterización de los agregados de la cantera unocolla

a. Contenido de humedad

Tabla 7

Concentración de humedad

MUESTRA: AGREGADO FINO		
	<i>Agregado fino</i>	<i>Agregado grueso</i>
Mstr. húmeda+ Tara	372.87	577.57
Mstr. seco+ Tara	358.61	565.55
Tara	39.32	40.25
Mstr húmeda	333.55	537.32
Mstr seca	319.29	525.30
- Agua	14.26	12.02
% Humedad	4.47	2.29

La tabla proporciona una visión detallada del análisis de muestras de agregado fino y grueso. Destaca que el contenido de humedad en el agregado fino se registró en un 4.47%, revelando la presencia de agua en este componente. Por otro lado, el agregado grueso exhibió un contenido de humedad del 2.29%, indicando una proporción menor en comparación con el agregado fino.

b. Peso específico y absorción

Datos:	Fino		Grueso
Ñ= Peso de muestra secada al horno =	484.76	-	815.56
L= Peso de muestra secada al horno=	505.18	-	835.70
Wc= Peso del picnómetro Conagua =	1315.65	-	1315.65
W= Peso del Pic. + muestra + agua =	1661.78	-	1803.98

- Peso específico**

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

- Absorción**

$$Abs = \frac{(L - \tilde{N}) * 100}{\tilde{N}} = \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \%$$

Tabla 8*Densidad específica y capacidad de absorción*

Peso específico y absorción		
	Pe. específico (gr/cm ³)	Absorción (%)
Fino	3.18	4.21
Grueso	2.41	2.48

c. Pesos unitarios sueltos y compactado

Tabla 9

Densidad aparente del agregado en condición suelta.

PESO UNITARIO (SUELTO)						
	Agregado fino			Agregado grueso		
Peso del molde(gr)	5968	5968	5968	7981	7981	7981
Volumen del molde(cm3)	2078	2078	2078	3169	3169	3169
Colocación de muestra a molde	CAIDA LIBRE					
Peso del molde + muestra suelta(gr)	9356.00	9348.00	9379.00	12645.00	12653.00	12699.00
Peso de la muestra suelta(gr)	3388.00	3380.00	3411.00	4664.00	4672.00	4718.00
Densidad mínima de la muestra seca(gr/cm3)	1.630	1.626	1.641	1.472	1.475	1.489
Promedio(gr/cm3)	1.633			1.479		

Tabla 10

Densidad del agregado consolidado por unidad de volumen.

Peso unitario (Varillado)						
	Agregado fino			Agregado grueso		
Peso del molde(gr)	5968	5968	5968	7981	7981	7981
Volumen del molde(cm3)	2078	2078	2078	3169	3169	3169
Nº de estratos	3					
Nº de golpe por estrato	25					
Peso del molde + muestra compactada(gr)	9619.00	9620.00	9642.00	13009.00	13005.00	13002.00
Peso de la muestra compactada(gr)	3651.00	3652.00	3674.00	5028.00	5024.00	5021.00
Densidad máxima de la muestra seca(gr/cm3)	1.757	1.757	1.768	1.587	1.586	1.585
Promedio	1.761 gr/cm3			1.586 gr/cm3		

d. Análisis granulométrico de agregado grueso y fino

Tabla 11

Estudio del tamaño de partículas del agregado grueso

Tamices	Abertura	Peso	%Retenido	%Retenido	% Que
Astm	Mm	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	398.90	11.40	11.40	88.60
1/2"	12.700	999.69	28.56	39.96	60.04
3/8"	9.525	908.87	25.97	65.93	34.07
1/4"	6.350	407.57	11.64	77.57	22.43
No4	4.760	784.97	22.43	100.00	0.00
BASE		0.0	0.0	100.0	0
TOTAL		3500	100.0		
% PERDIDA		0.0			

Figura 2

Granulometría de agregado grueso

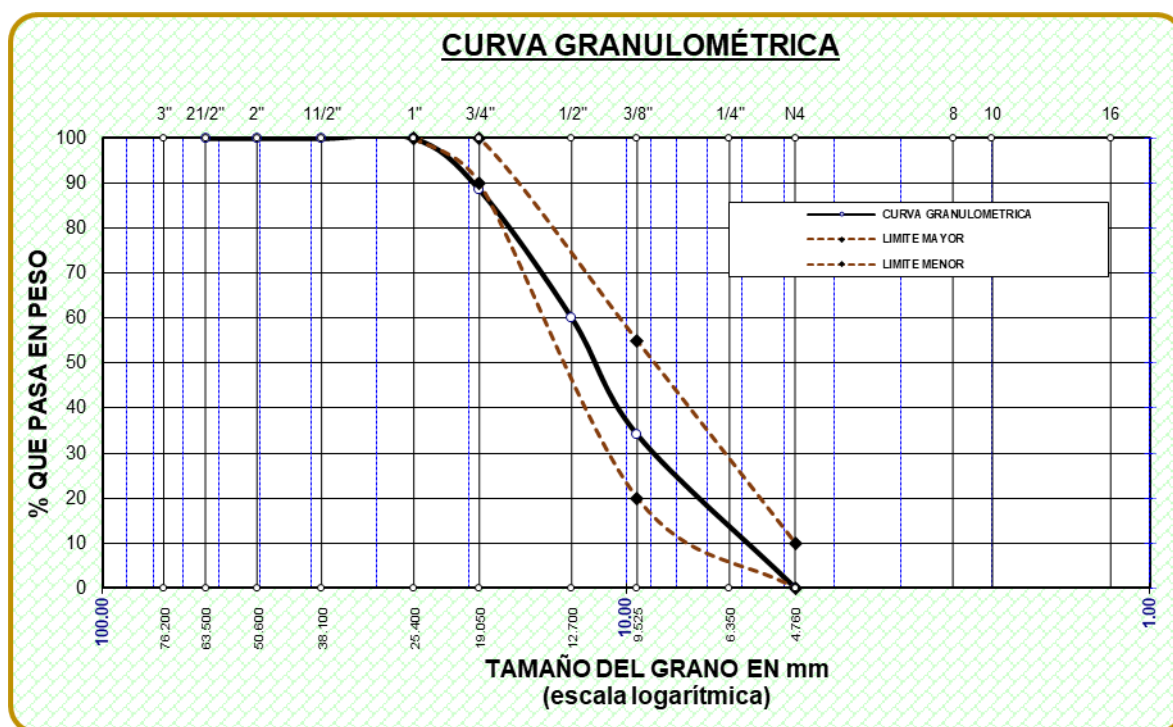


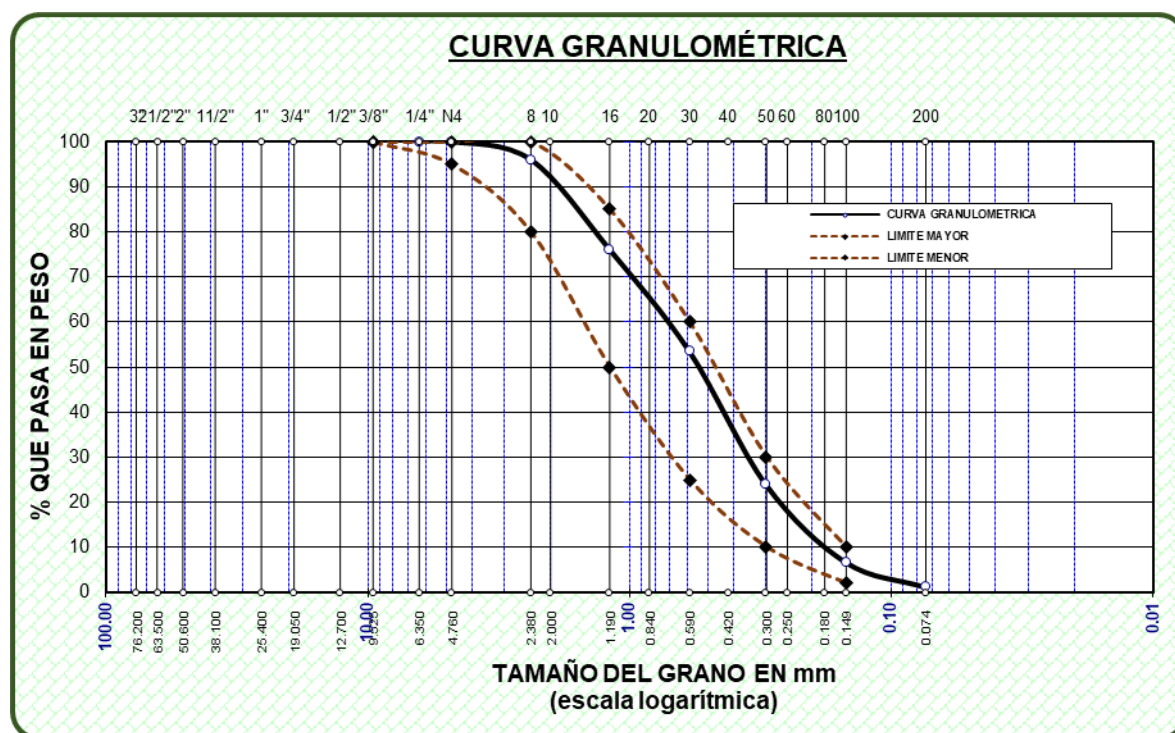
Tabla 12

Estudio del tamaño de partículas del agregado fino

Tamices	Abertura	Peso	%Retenido	%Retenido	% Que
Astm	Mm	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
No8	2.380	19.86	3.97	3.97	96.03
No16	1.190	99.53	19.91	23.88	76.12
No30	0.590	112.78	22.56	46.43	53.57
No 50	0.300	148.20	29.64	76.07	23.93
No100	0.149	85.74	17.15	93.22	6.78
No200	0.074	27.57	5.51	98.74	1.26
BASE		6.32	1.26	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		
% PERDIDA		1.26			

Figura 3

Curva granulométrica de la arena





DISEÑO DE MEZCLA

- a. Determinamos las resistencias promedio

$$F'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Se tiene un asentamiento y TMN de:

Trabajabilidad: (3"- 4").

TMN: **3/4"**

- b. Determinación de contenido de agua y aire:

Agua= 205.00

Aire = 2.00%

- c. La relación de agua cemento mediante tablas brindadas por el ACI

250.00-----0.620

294.00-----a/ c

300.00-----0.550

$$\frac{294.00 - 250.00}{300.00 - 294.00} = \frac{a/c - 0.620}{0.550 - a/c}$$

$$a/c = 0.558$$

- d. Factor de cemento:

$$a = 205.00$$

$$a/c = 0.56$$

$$205/ c = 0.56$$

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

- e. Agregado grueso, en función del (TMN):

$$2.60-----0.64$$

$$2.44-----b/bo$$

$$2.40-----0.66$$

Interpolando:

$$\frac{2.44 - 2.40}{2.60 - 2.44} = \frac{b/bo - 0.66}{0.64 - b/bo}$$

$$b/bo = 0.656$$

Luego:

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

$$P_{AG} = 0.656 \times 1586$$

$$P_{AG} = 1040 \text{ kg/m}^3$$

f. El cálculo de los volúmenes:

$$\text{Volum. de agua} = (205.) / (1000) = 0.205$$

$$\text{Volum. de cemento} = (366.) / (2.850 \times 1000.00) = 0.128$$

$$\text{Volum. de agregado grueso} = (1040) / (2.41 \times 1000) = 0.432$$

$$\text{Volum. de aire incorporado} = (2.00) / (100.00) = 0.0200$$

$$\text{Volum. sub total} = 0.786$$

g. Cálculo de volumen del agregado fino (V_{AF})

$$V_{AF} = 1 - 0.786$$

$$V_{AF} = 0.214 \text{ m}^3$$

h. Determinación del peso del agregado fino (P_{AF})

$$P_{AF} = 0.214 \times \text{peso específico}$$

$$P_{AF} = 0.214 \times (3.18 \times 1000)$$

$$P_{AF} = 680 \text{ kg/m}^3$$

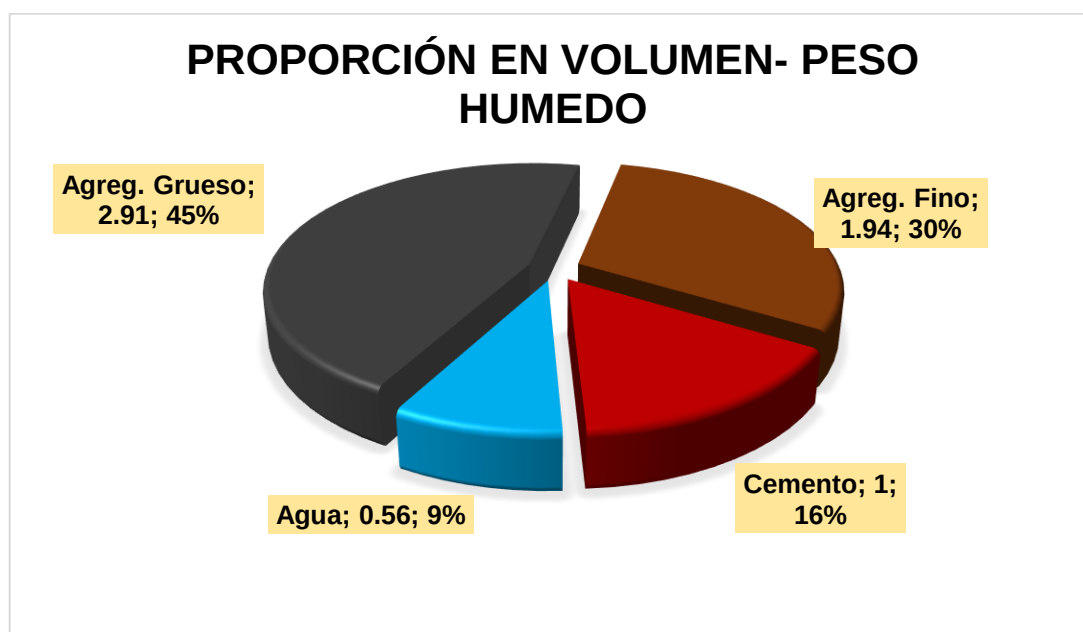
Tabla 13

Cálculo de la mezcla de componentes para concreto.

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo	Proporción en Volumen
	(Kg/m ³)	PESO SECO	(Kg/m ³)	PESO HÚMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	205	0.56
Ag. Grueso	1040	2.84	1064	2.91
Ag. Fino	680	1.86	710	1.94
Aire	2.0 %		2.0 %	

Figura 4

Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón



En la gráfica proporcionada, se detallan los elementos del diseño de mezcla sin la incorporación de aditivos. Se observa que el agregado grueso representa el 45% con una proporción de 2.91, mientras que el agregado fino constituye el 30% con una proporción de 1.94. Además, el agua representa el 9%, con una proporción de 0.56, mientras que el cemento contribuye con el 16%, siendo su proporción de 1 unidad. Estos porcentajes y proporciones son cruciales para comprender la composición y las características de la mezcla sin la presencia de aditivos en el diseño.

Tabla 14*Determinación de materiales por briqueta*

Determinación de materiales por briqueta				
Material	M. Húmedo (kg/m ³)	Vol. Briqueta (m ³)	% Desp.	Cant. Mat. (kg)
Cemento	366	0.0053	1.05	2.0368
Agua	205	0.0053	1.05	1.1408
Agreg. Grueso	1064	0.0053	1.05	5.9212
Agreg. Fino	710	0.0053	1.05	3.9512
2.5%GP	9.15	0.0053	1.05	0.0509
3.5%GP	12.81	0.0053	1.05	0.0713
1.5%AF	5.49	0.0053	1.05	0.0306
2.5%AF	9.15	0.0053	1.05	0.0509
0.06%IA	0.2196	0.0053	1.05	0.0012
0.12%IA	0.4392	0.0053	1.05	0.0024

La tabla detalla minuciosamente las cantidades específicas de materiales que serán empleadas en la creación de una briqueta. Además, ofrece información detallada acerca de las dosificaciones de grafito y aditivos, presentadas en distintos porcentajes.

4.1.1 Uso de grafito en polvo en proporciones de 2.5% y 3.5% sobre la resistencia de un concreto

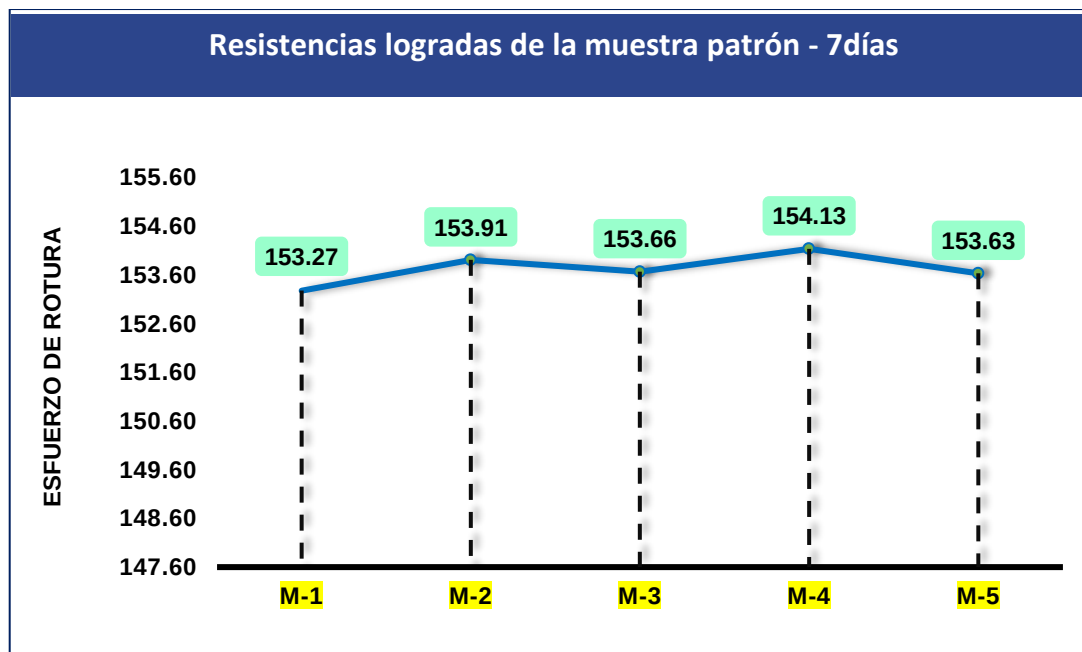
a) Resistencias obtenidas a los 7 días

Tabla 15*Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón - 7*

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm ²	1	27122	153.27	7
	2	27125	153.91	
	3	27191	153.66	
	4	27165	154.13	
	5	27185	153.63	
PROMEDIO			153.72	

Figura 5

Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 7 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 153.72 kg/cm².

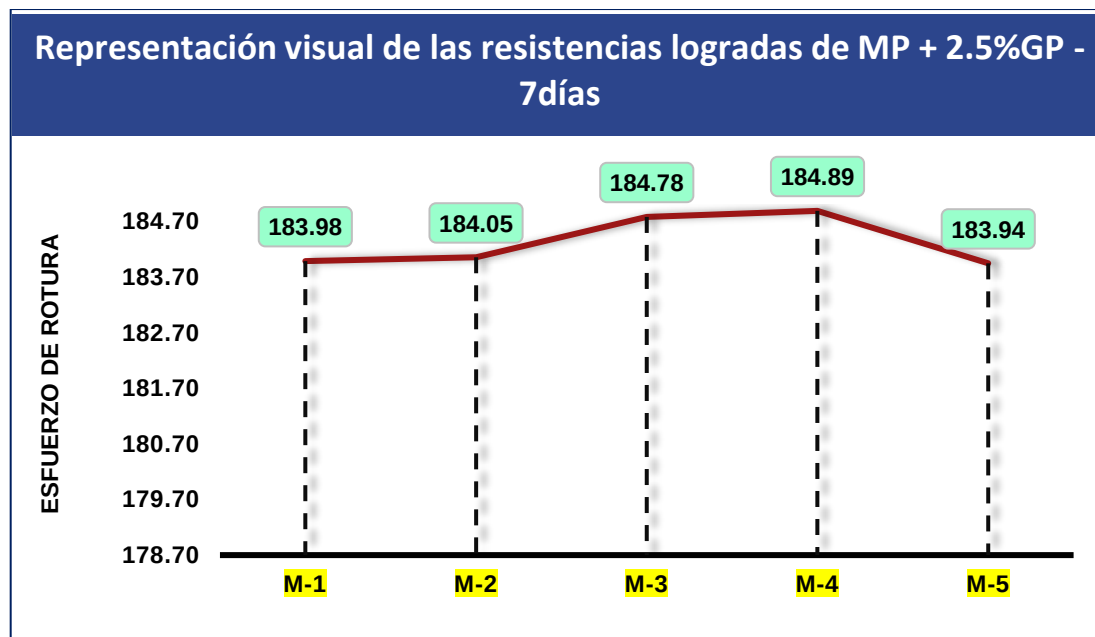
Tabla 16

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%GP - 7

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm ²	1	32556	183.98	7
	2	32568	184.05	
	3	32566	184.78	
	4	32585	184.89	
	5	32549	183.94	
PROMEDIO			184.33	

Figura 6

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%GP



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 2.5% de GP se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 7 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 184.33 kg/cm².

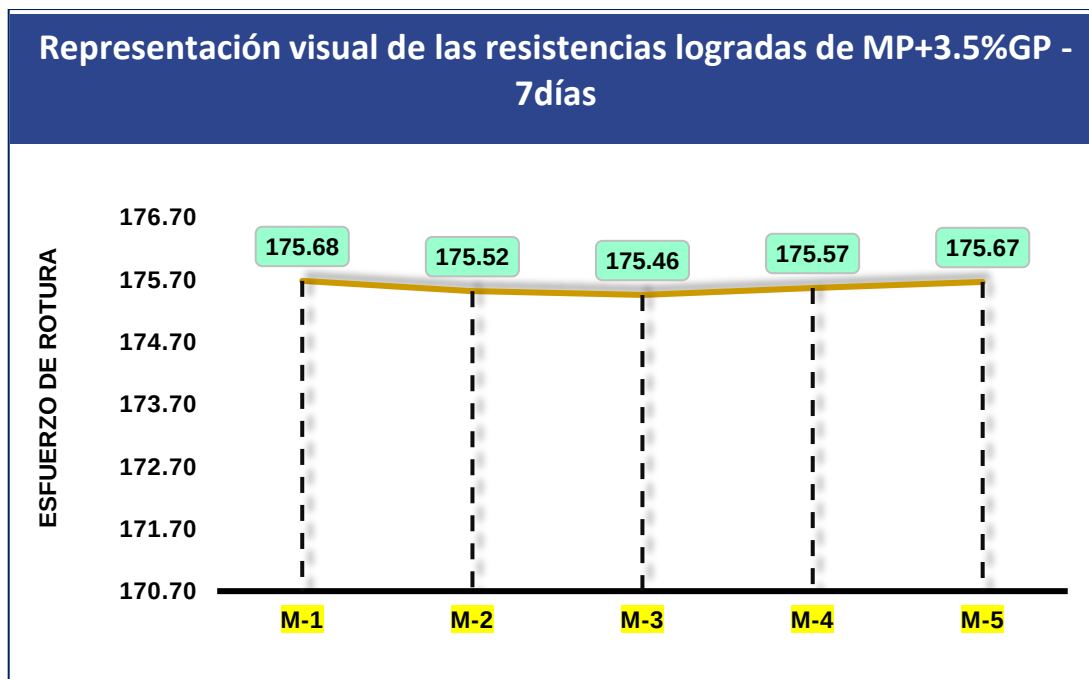
Tabla 17

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+3.5%GP - 7

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm2	1	31087	175.68	7
	2	31058	175.52	
	3	31047	175.46	
	4	31067	175.57	
	5	31084	175.67	
PROMEDIO			175.58	

Figura 7

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+3.5%GP



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 2.5% de GP se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 7 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 175.58 kg/cm².

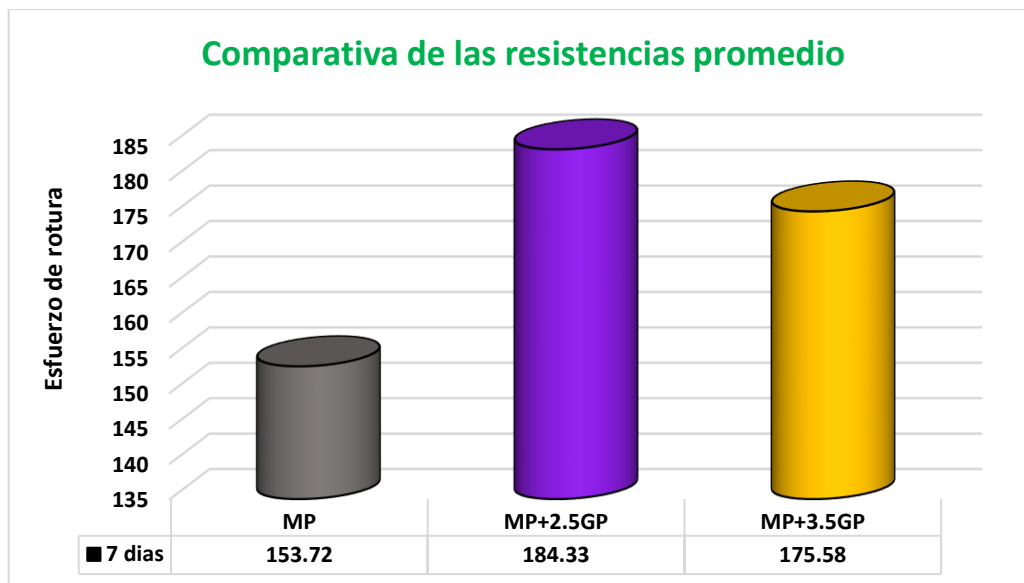
Tabla 18

Resistencias promedios a compresión – 7 días

Promedio de resistencias logradas		
Descripción	Esfuerzo	Días
MP	157.770	7
MP+2.5%PG	170.190	
MP+3.5%GP	181.680	

Figura 8

Comparativa de las resistencias promedios logradas – 7 días



En la representación gráfica de las resistencias alcanzadas a los 7 días, se contrastan los resultados entre la muestra patrón y aquellas en las que se incorporaron (GP) en proporciones del 2.5% y 3.5%. Es evidente que la muestra con un 2.5% de (GP) exhibe una resistencia significativamente mayor en comparación con las otras variantes.

b) Resistencias obtenidas a los 14 días

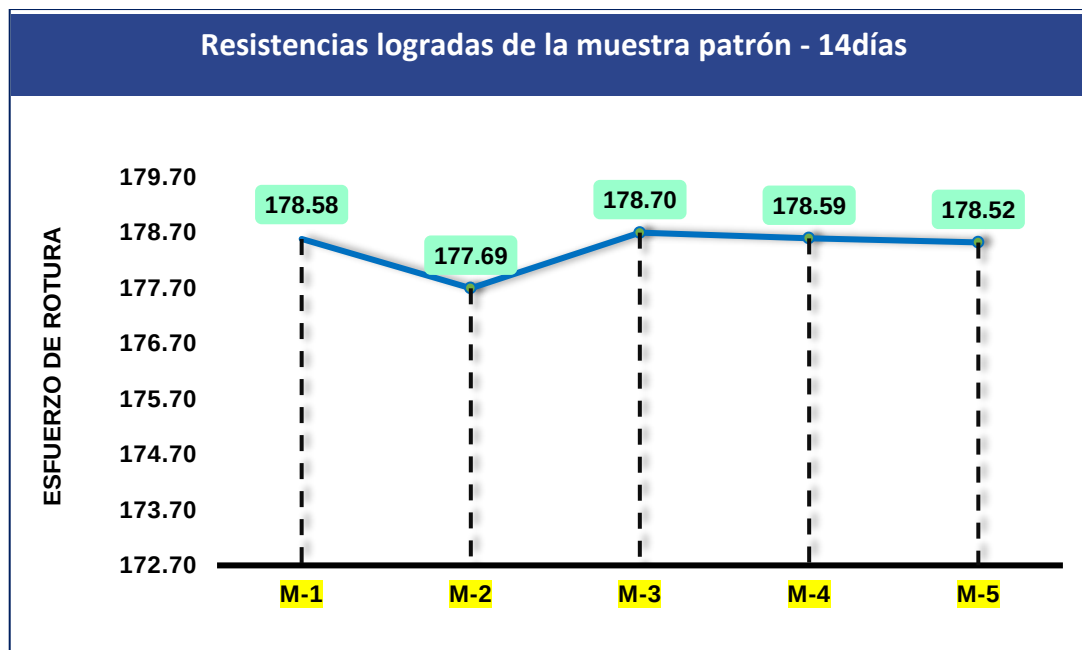
Tabla 19

Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón - 14

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm ²	1	31474	178.58	14
	2	31443	177.69	
	3	31494	178.70	
	4	31476	178.59	
	5	31463	178.52	
PROMEDIO			178.42	

Figura 9

Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 14 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 178.42 kg/cm².

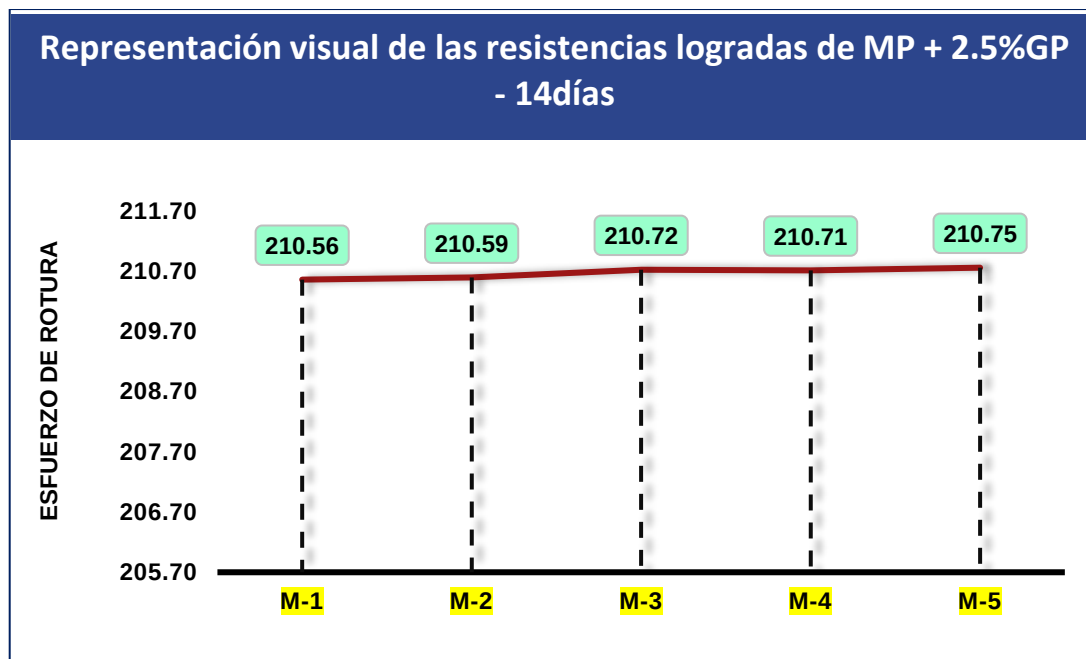
Tabla 20

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%GP - 14

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm ²	1	37258	210.56	14
	2	37264	210.59	
	3	37287	210.72	
	4	37285	210.71	
	5	37293	210.75	
PROMEDIO			210.67	

Figura 10

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%GP



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 2.5% de GP se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 14 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 210.67 kg/cm².

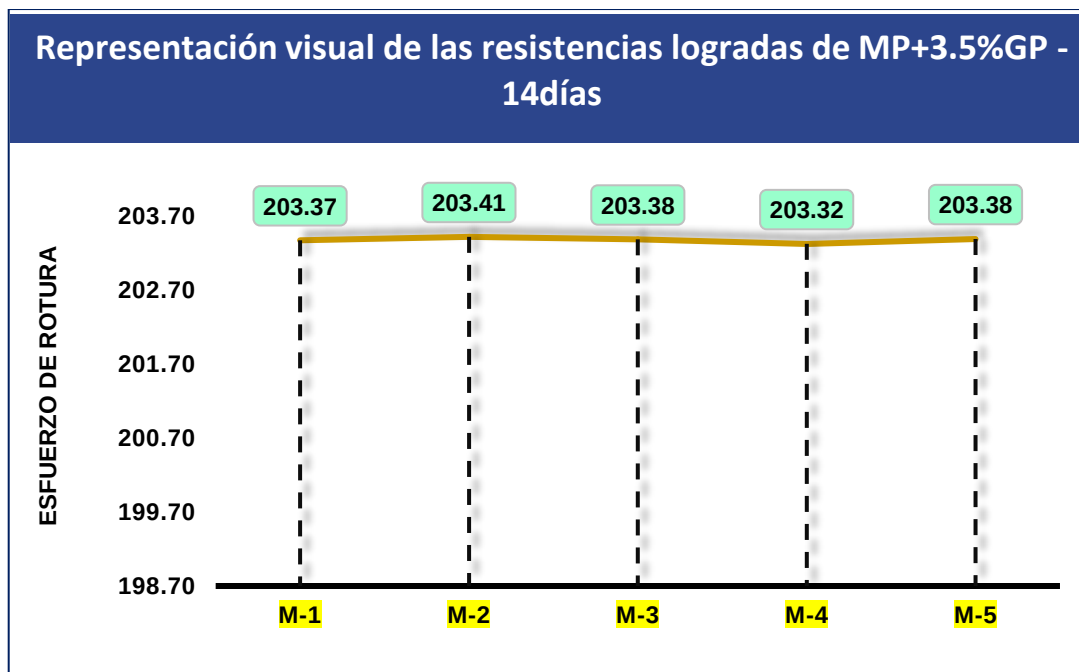
Tabla 21

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+3.5%GP - 14

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm2	1	35986	203.37	14
	2	35994	203.41	
	3	35988	203.38	
	4	35977	203.32	
	5	35989	203.38	
PROMEDIO			203.37	

Figura 11

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+3.5%GP



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 2.5% de GP se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 14 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 203.37 kg/cm².

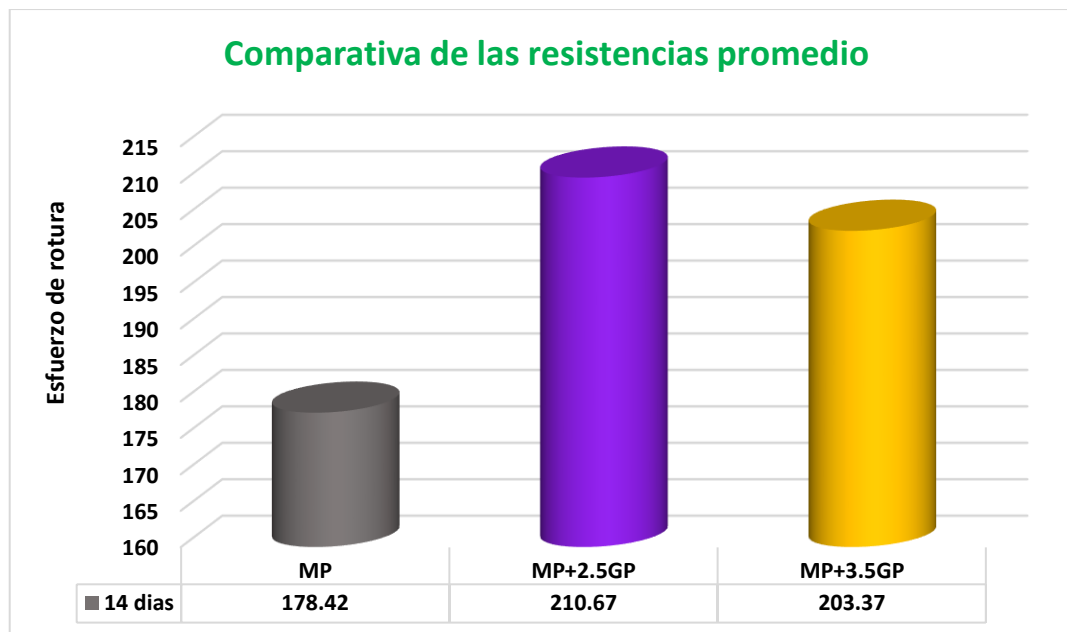
Tabla 22

Resistencias promedios a compresión –14 días

Promedio de resistencias logradas		
Descripción	Esfuerzo	Días
MP	178.42	14
MP+2.5%PG	210.67	
MP+3.5%GP	203.37	

Figura 12

Comparativa de las resistencias promedios logradas – 14 días



En la representación gráfica de las resistencias alcanzadas a los 14 días, se contrastan los resultados entre la muestra patrón y aquellas en las que se incorporaron (GP) en proporciones del 2.5% y 3.5%. Es evidente que la muestra con un 2.5% de (GP) exhibe una resistencia significativamente mayor en comparación con las otras variantes.

c) Resistencias obtenidas a los 28 días

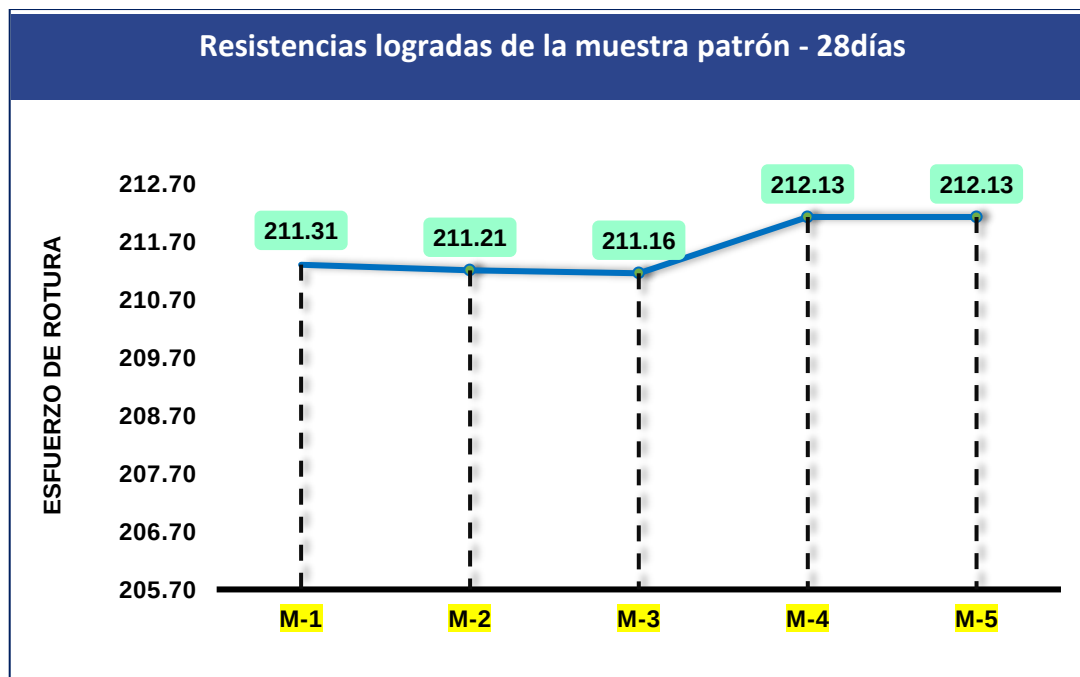
Tabla 23

Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón - 28

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm ²	1	37391	211.31	28
	2	37374	211.21	
	3	37365	211.16	
	4	37387	212.13	
	5	37387	212.13	
PROMEDIO			211.59	

Figura 13

Compilación de resultados de resistencia lograda por la muestra patrón



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 28 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 211.59 kg/cm².

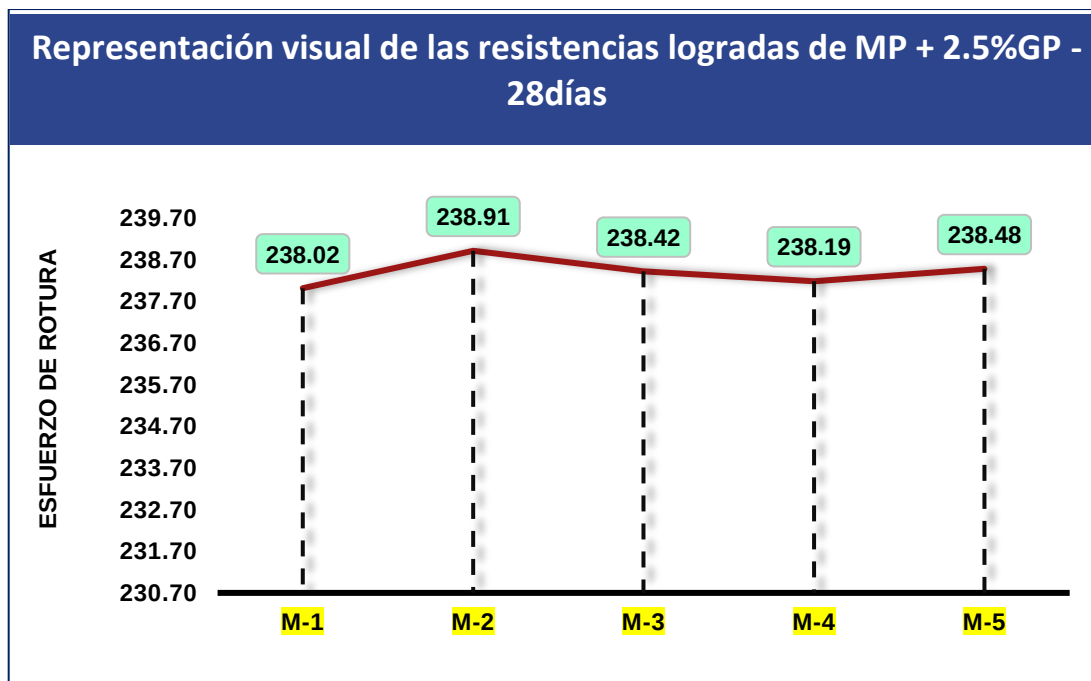
Tabla 24

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%GP - 28

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm2	1	42117	238.02	28
	2	42107	238.91	
	3	42188	238.42	
	4	42147	238.19	
	5	42199	238.48	
PROMEDIO			238.40	

Figura 14

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%GP



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 2.5% de GP se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 28 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 238.40 kg/cm².

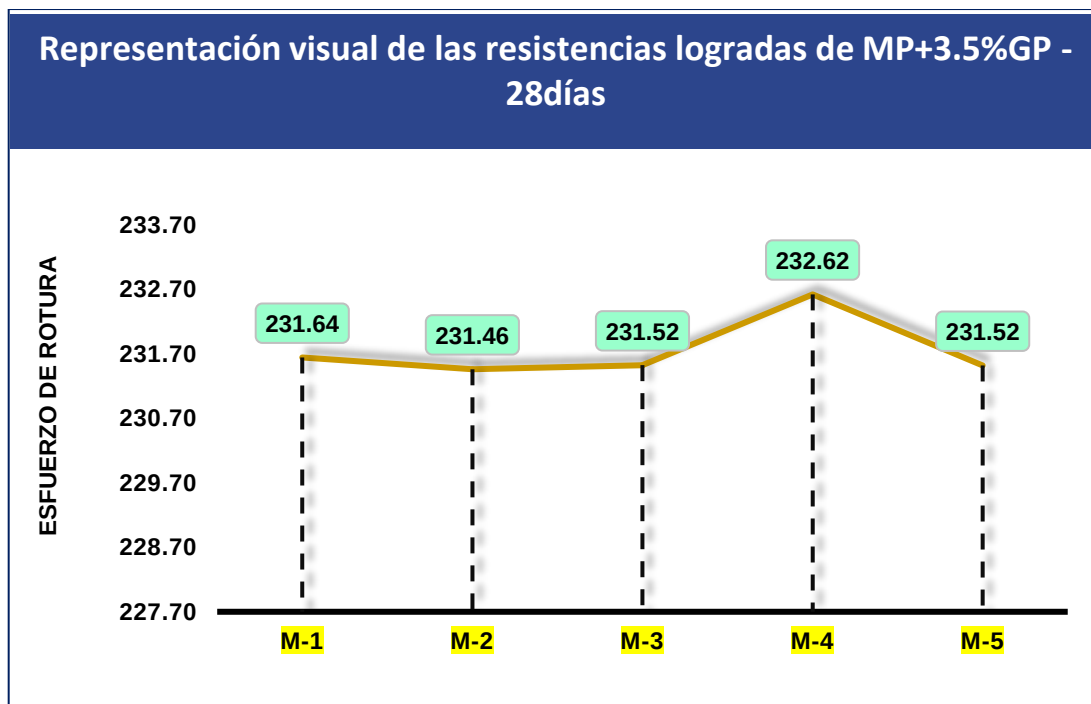
Tabla 25

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+3.5%GP - 28

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm2	1	40989	231.64	28
	2	40957	231.46	
	3	40968	231.52	
	4	40998	232.62	
	5	40967	231.52	
PROMEDIO			231.75	

Figura 15

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+3.5%GP



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 2.5% de GP se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 28 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 231.75 kg/cm².

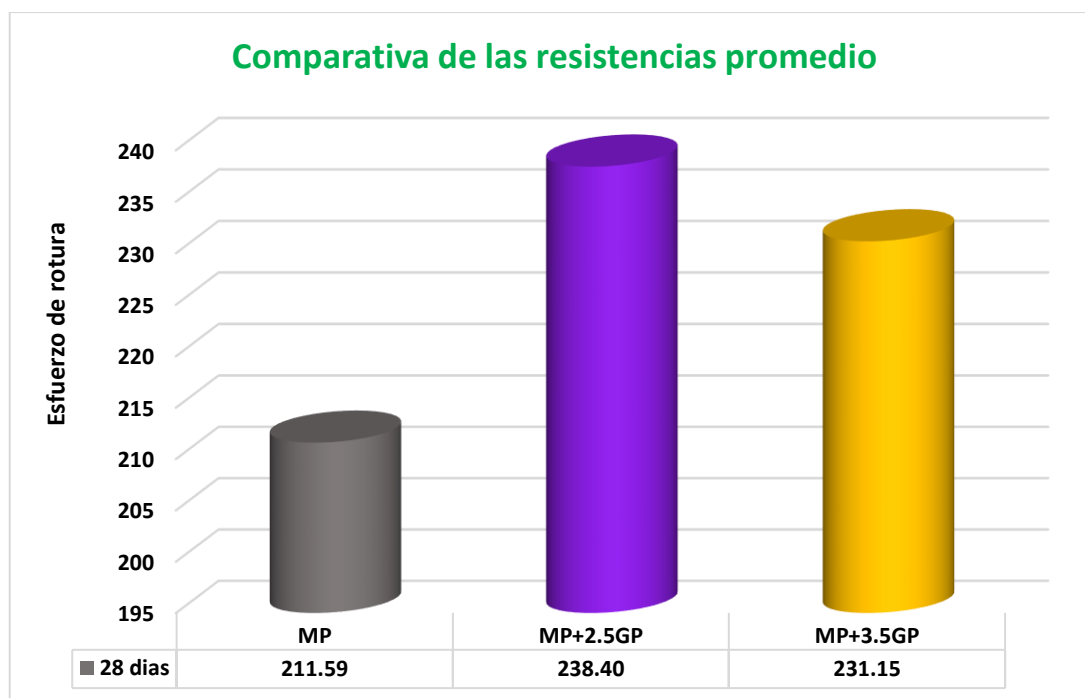
Tabla 26

Resistencias promedios a compresión –28 días

Promedio de resistencias logradas		
Descripción	Esfuerzo	Días
MP	211.59	28
MP+2.5%PG	238.40	
MP+3.5%GP	231.15	

Figura 16

Comparativa de las resistencias promedios logradas – 28 días



En la representación gráfica de las resistencias alcanzadas a los 28 días, se contrastan los resultados entre la muestra patrón y aquellas en las que se incorporaron (GP) en proporciones del 2.5% y 3.5%. Es evidente que la muestra con un 2.5% de (GP) exhibe una resistencia significativamente mayor en comparación con las otras variantes.

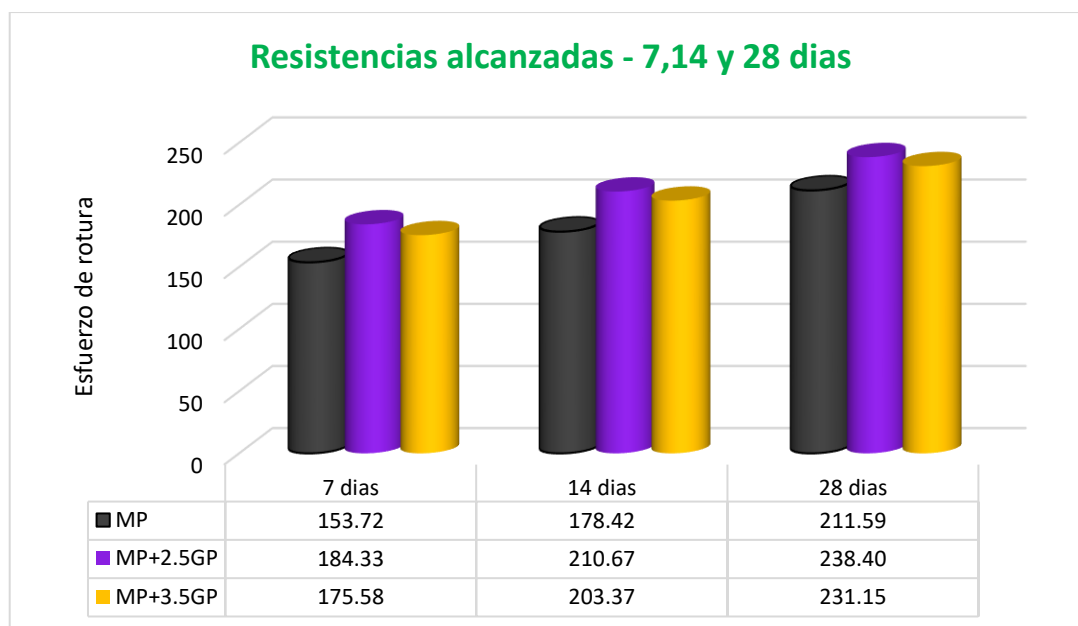
Tabla 27

Resumen de resistencias promedios a compresión

Descripción	Resistencias logradas		
	7 días	14 días	28 días
MP	153.72	178.42	211.59
MP+2.5GP	184.33	210.67	238.40
MP+3.5GP	175.58	203.37	231.15

Figura 17

Comparativa de las resistencias promedios logradas



La evaluación de las resistencias a los 7, 14 y 28 días revela una tendencia interesante en el comportamiento del material. La muestra patrón exhibió una resistencia de 211.59 kg/cm² después de 28 días. Sin embargo, el porcentaje óptimo de grafito en polvo, al cabo de este mismo período, alcanzó una impresionante resistencia de 238.40 kg/cm².

4.1.2 Uso de aditivos acelerante de fragua en proporciones de 1.5% y 2.5% e incorporador en 0.06% y 0.12%

a) Resistencias obtenidas a los 7 días

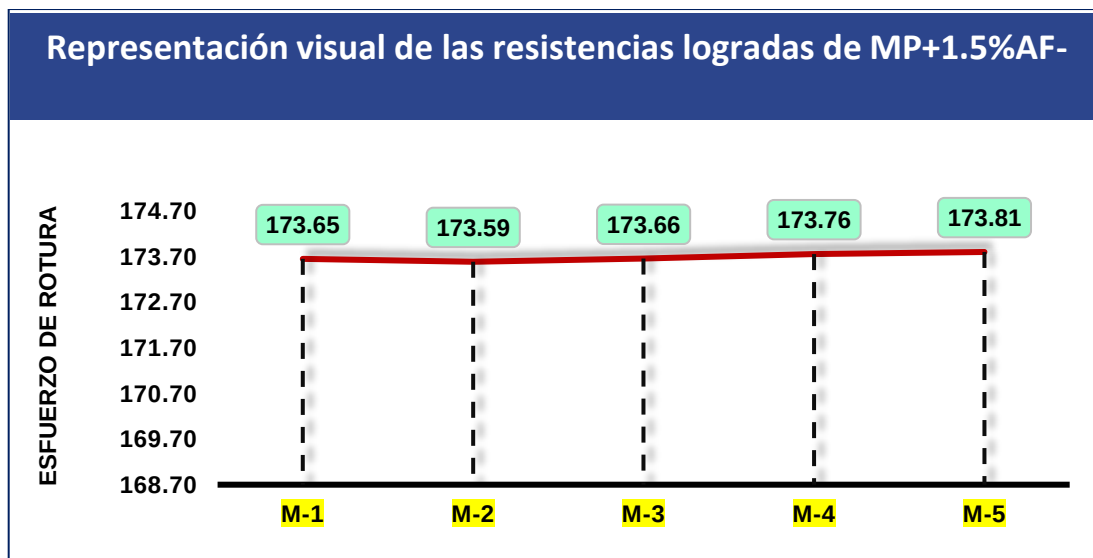
Tabla 28

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+1.5%ACF - 7

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm ²	1	30728	173.65	7
	2	30717	173.59	
	3	30729	173.66	
	4	30747	173.76	
	5	30755	173.81	
PROMEDIO			173.69	

Figura 18

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+1.5%AF



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 1.5% de AF se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 7 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 173.69 kg/cm².

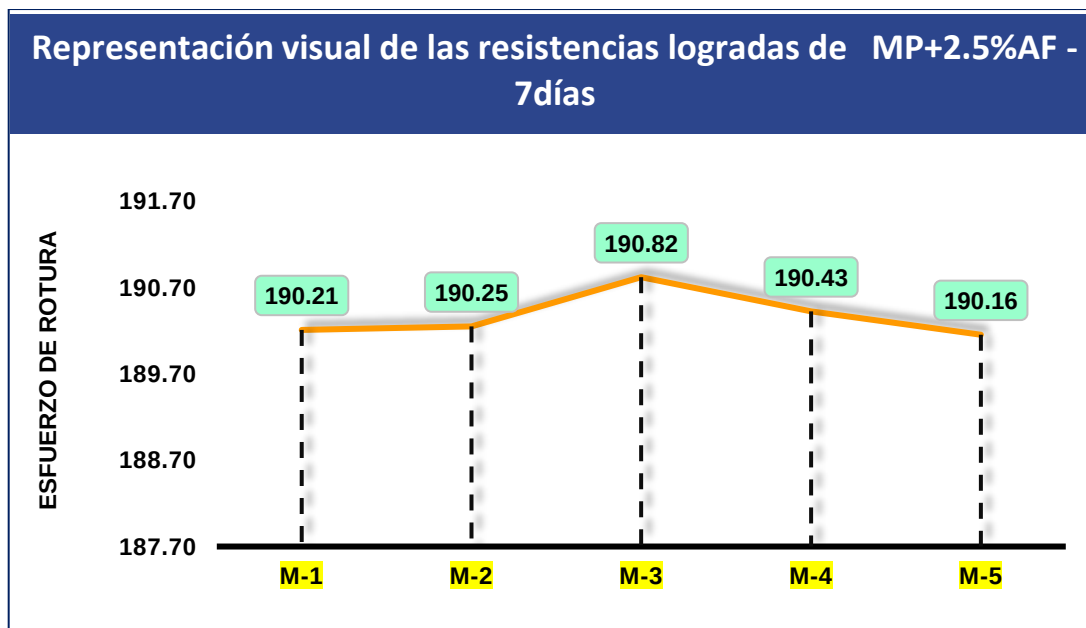
Tabla 29

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%AF - 7

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm2	1	33658	190.21	7
	2	33665	190.25	
	3	33766	190.82	
	4	33696	190.43	
	5	33648	190.16	
PROMEDIO			190.37	

Figura 19

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%AF



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 2.5% de AF se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 7 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 190.37 kg/cm².

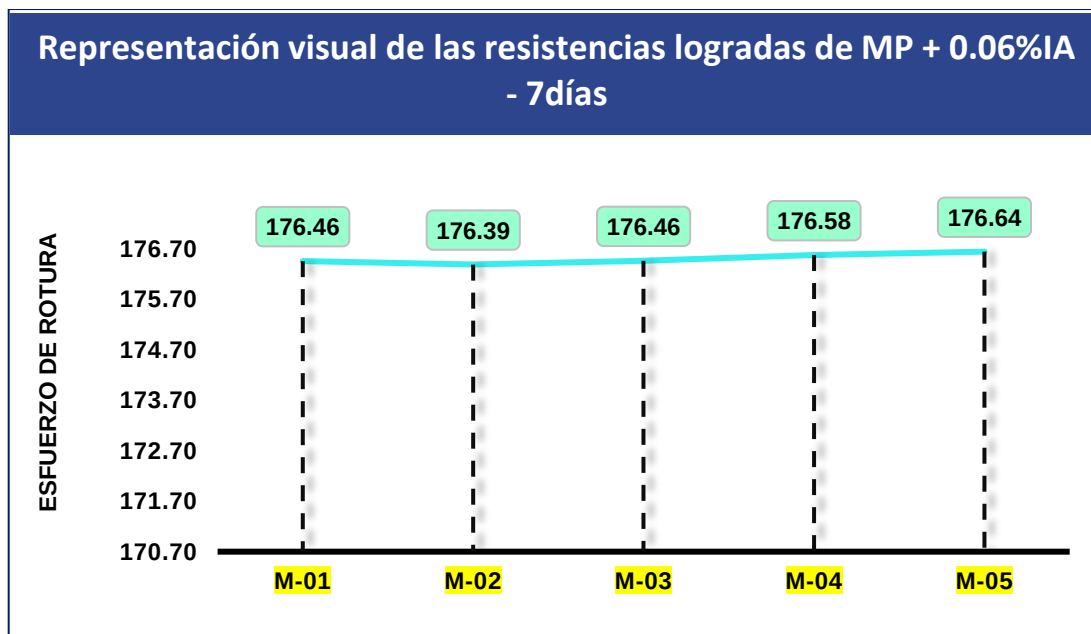
Tabla 30

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.06%IA - 7

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm2	1	31224	176.46	7
	2	31212	176.39	
	3	31225	176.46	
	4	31245	176.58	
	5	31257	176.64	
PROMEDIO			176.51	

Figura 20

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.06%IA



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 0.06% de IA se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 7 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 176.51 kg/cm².

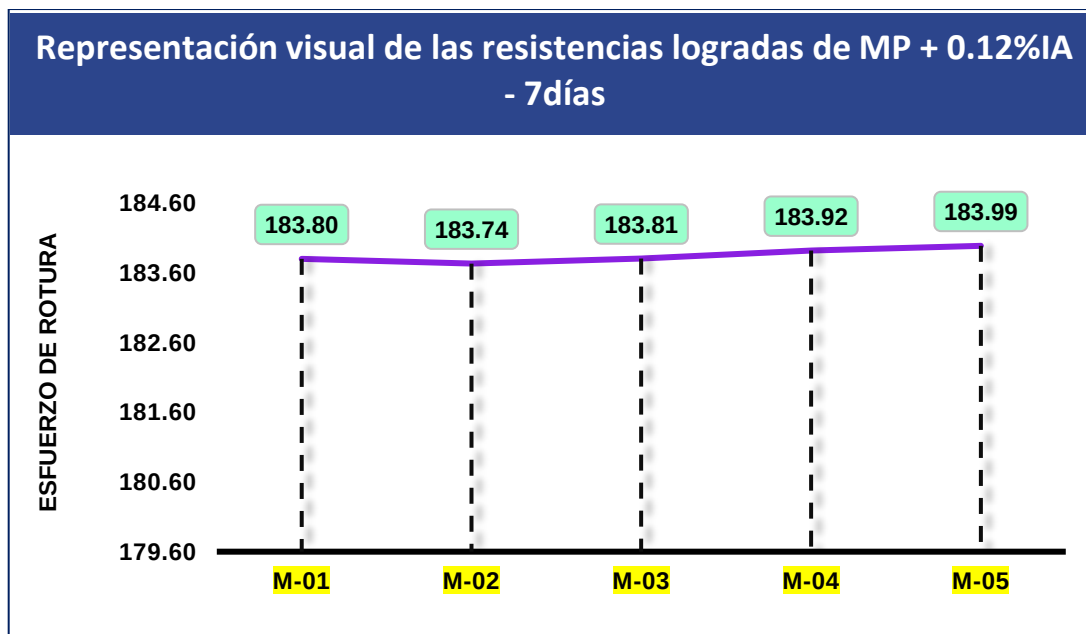
Tabla 31

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.12%IA - 7

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm ²	1	32524	183.80	7
	2	32512	183.74	
	3	32525	183.81	
	4	32545	183.92	
	5	32557	183.99	
PROMEDIO			183.85	

Figura 21

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.12%IA



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 0.12% de IA se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 7 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 183.85 kg/cm².

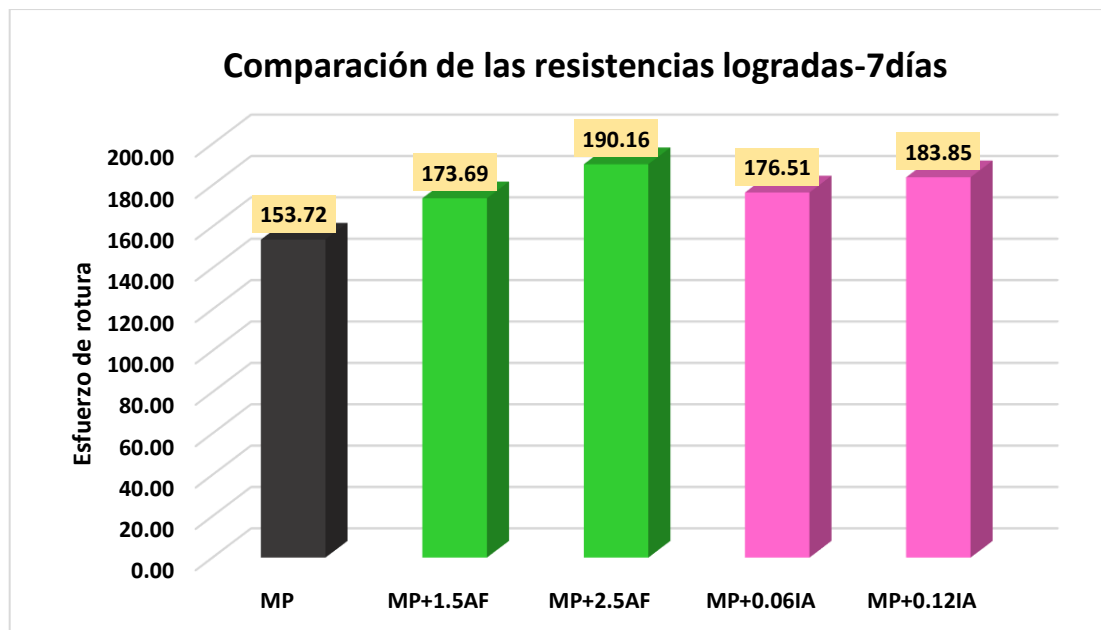
Tabla 32

Resumen de resistencias promedios a compresión – 7 días

Promedio de resistencias		
Descripción	Esfuerzo	Días
MP	153.72	7
MP+1.5AF	173.69	
MP+2.5AF	190.16	
MP+0.06IA	176.51	
MP+0.12IA	183.85	

Figura 22

Comparativa de las resistencias promedios logradas – 7 días



En la representación gráfica de las resistencias alcanzadas a los 7 días, se contrastan los resultados entre la muestra patrón y aquellas en las que se incorporaron (AF) en proporciones de 1.5% y 2.5% y (IA) en 0.06% y 0.12%. Donde se puede apreciar claramente que las muestras incorporadas con aditivos tienen una influencia positiva en la resistencia.

b) Resistencias obtenidas a los 14 días

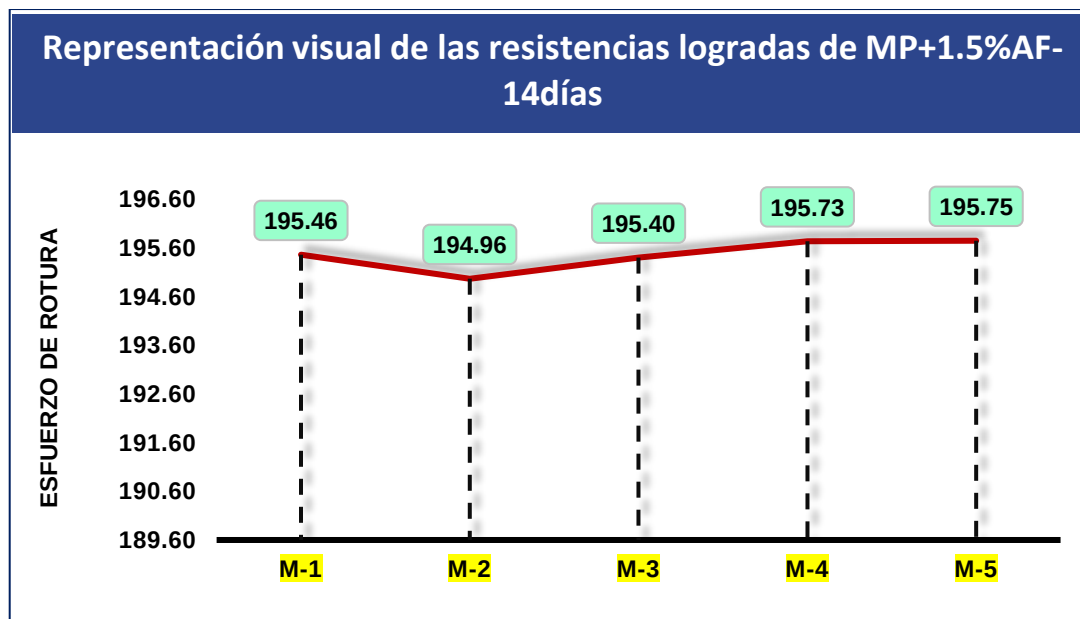
Tabla 33

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+1.5%ACF - 14

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm ²	1	34448	195.46	14
	2	34499	194.96	
	3	34438	195.40	
	4	34497	195.73	
	5	34499	195.75	
PROMEDIO			195.46	

Figura 23

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+1.5%AF



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 1.5% de AF se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 14 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 195.46 kg/cm².

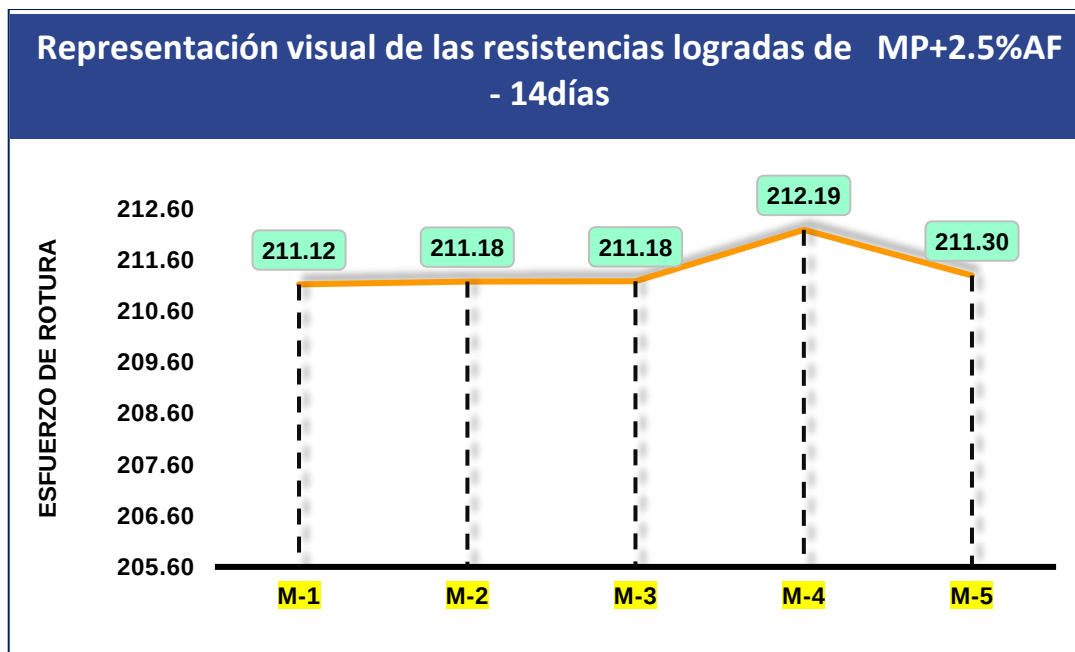
Tabla 34

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%AF - 14

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm2	1	37358	211.12	14
	2	37368	211.18	
	3	37369	211.18	
	4	37397	212.19	
	5	37389	211.30	
PROMEDIO			211.39	

Figura 24

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%AF



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 2.5% de AF se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 14 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 211.39 kg/cm².

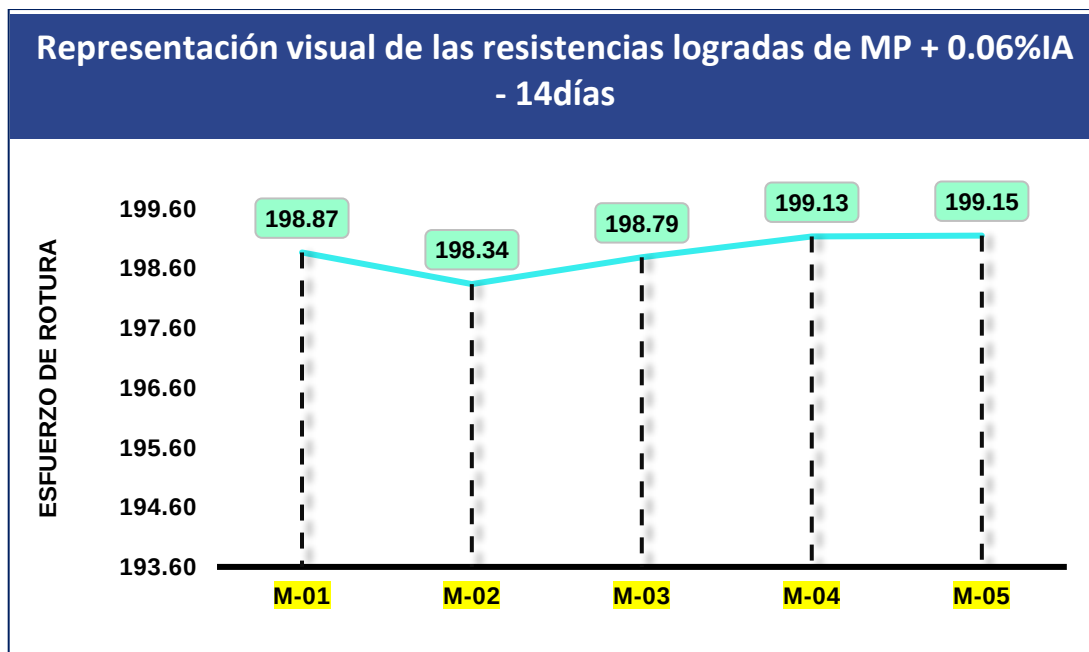
Tabla 35

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.06%IA - 14

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm2	1	35049	198.87	14
	2	35096	198.34	
	3	35035	198.79	
	4	35096	199.13	
	5	35099	199.15	
PROMEDIO			198.86	

Figura 25

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.06%IA



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 0.06% de IA se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 14 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 198.86 kg/cm².

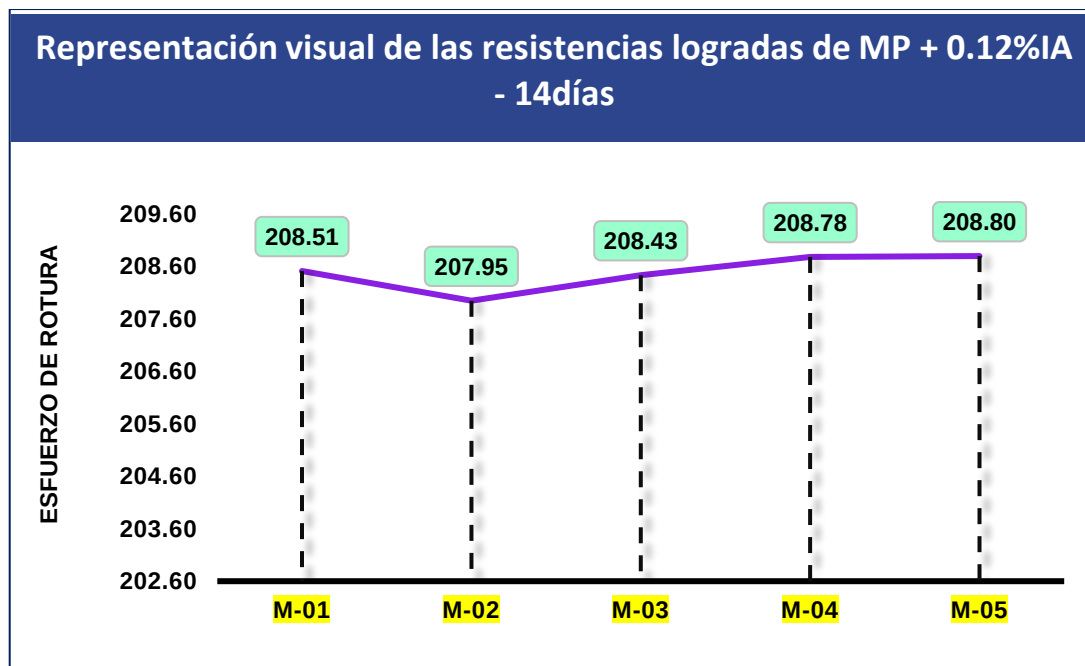
Tabla 36

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.12%IA - 14

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm ²	1	36749	208.51	14
	2	36796	207.95	
	3	36735	208.43	
	4	36796	208.78	
	5	36799	208.80	
PROMEDIO			208.49	

Figura 26

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.12%IA



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 0.12% de IA se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 14 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 208.49 kg/cm².

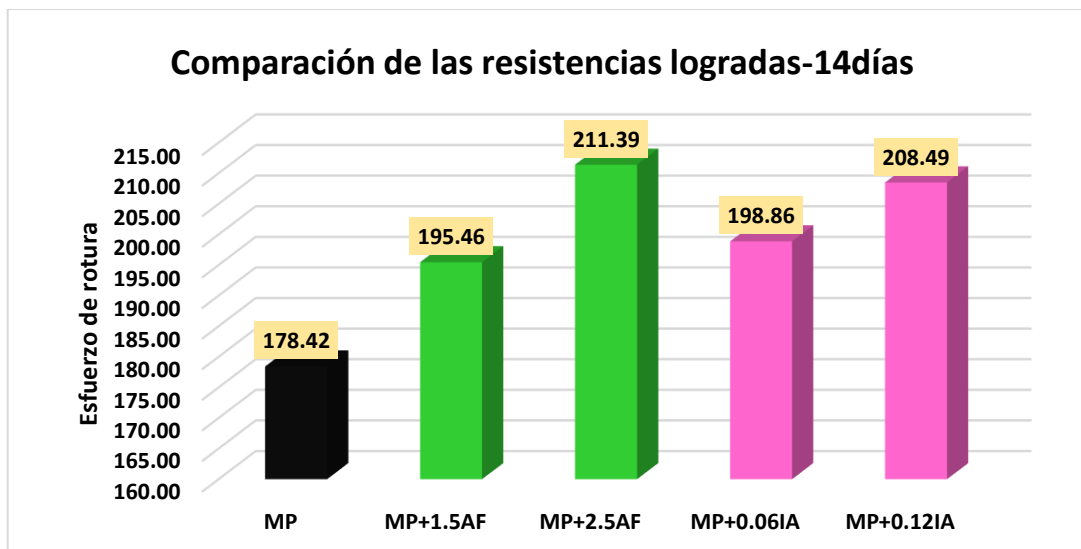
Tabla 37

Resumen de resistencias promedios a compresión – 14 días

Promedio de resistencias		
Descripción	Esfuer.	Días
MP	178.42	14
MP+1.5AF	195.46	
MP+2.5AF	211.39	
MP+0.06IA	198.86	
MP+0.12IA	208.49	

Figura 27

Comparativa de las resistencias promedios logradas – 14 días



En la representación gráfica de las resistencias alcanzadas a los 14 días, se contrastan los resultados entre la muestra patrón y aquellas en las que se incorporaron (AF) en proporciones de 1.5% y 2.5% y (IA) en 0.06% y 0.12%. Donde se puede apreciar claramente que las muestras incorporadas con aditivos tienen una influencia positiva en la resistencia.

c) Resistencias obtenidas a los 28días

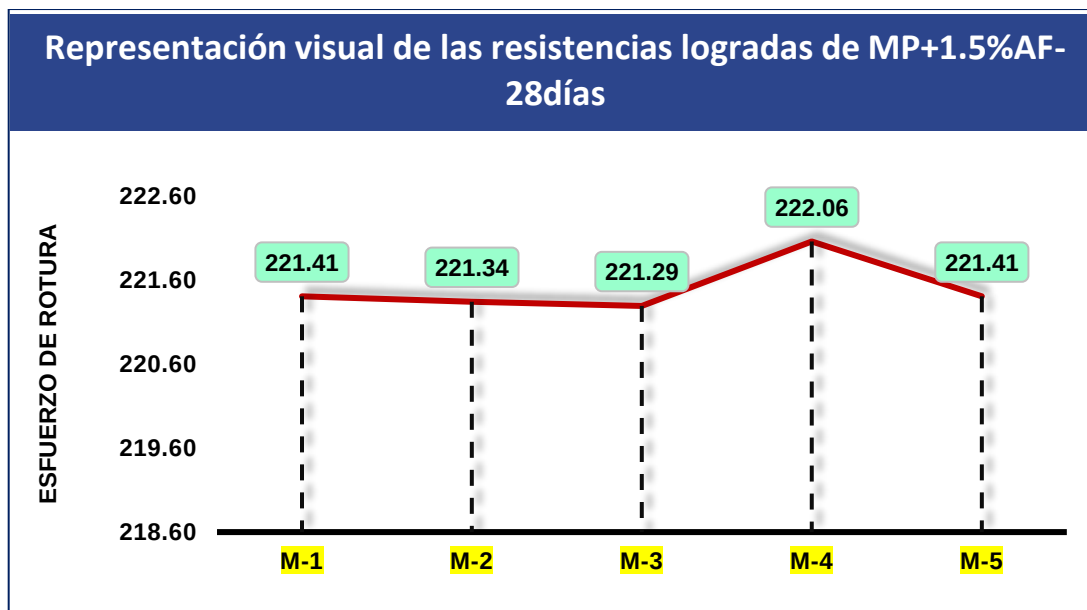
Tabla 38

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+1.5%ACF - 28

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm ²	1	39178	221.41	28
	2	39167	221.34	
	3	39158	221.29	
	4	39137	222.06	
	5	39178	221.41	
PROMEDIO			221.50	

Figura 28

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+1.5%AF



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 1.5% de AF se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 28 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 221.50 kg/cm².

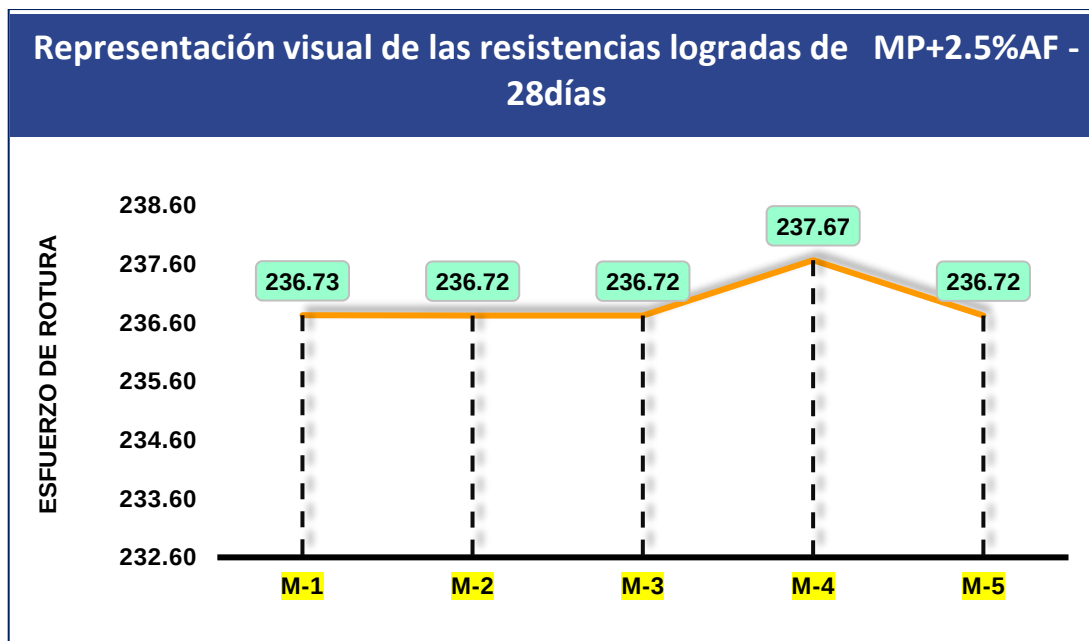
Tabla 39

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%AF - 28

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm ²	1	41889	236.73	28
	2	41888	236.72	
	3	41888	236.72	
	4	41887	237.67	
	5	41888	236.72	
PROMEDIO			236.91	

Figura 29

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+2.5%AF



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 2.5% de AF se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 28 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 236.91 kg/cm².

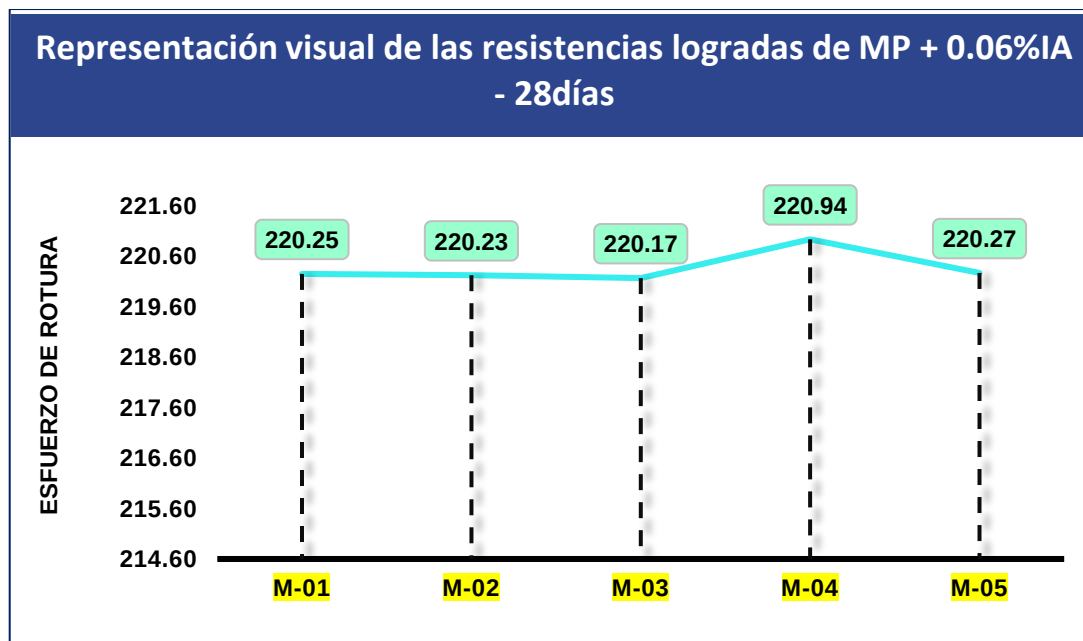
Tabla 40

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.06%IA - 28

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm ²	1	38974	220.25	28
	2	38969	220.23	
	3	38959	220.17	
	4	38939	220.94	
	5	38977	220.27	
PROMEDIO			220.37	

Figura 30

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.06%IA



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 0.06% de IA se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 28 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 220.37 kg/cm².

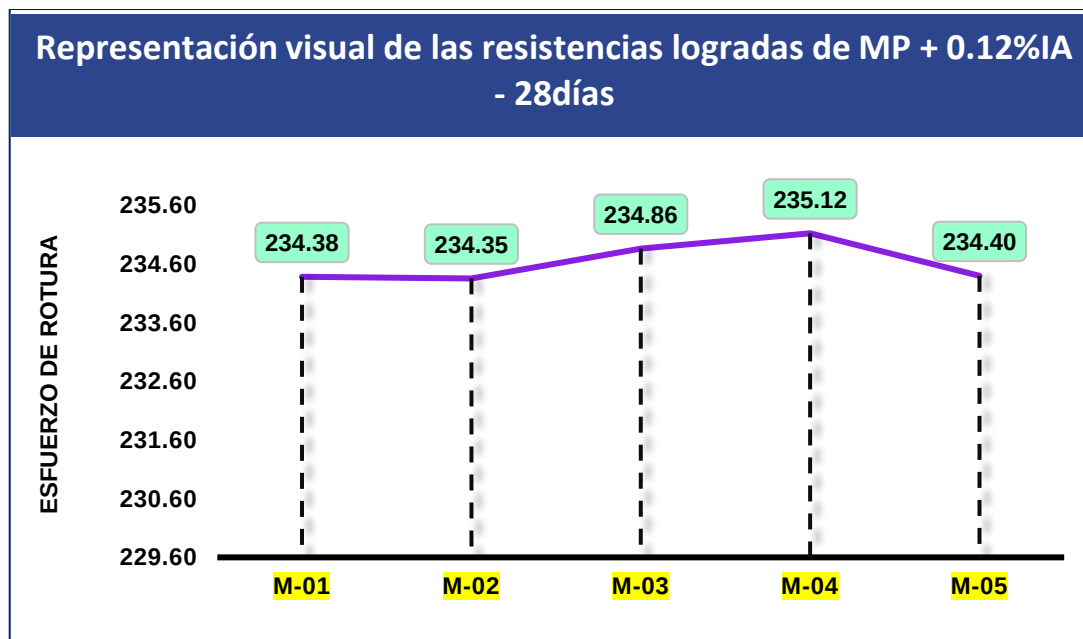
Tabla 41

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.12%IA - 28

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm2	1	41474	234.38	28
	2	41469	234.35	
	3	41559	234.86	
	4	41439	235.12	
	5	41477	234.40	
PROMEDIO			234.62	

Figura 31

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+0.12%IA



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de 0.12% de IA se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 28 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 234.62 kg/cm².

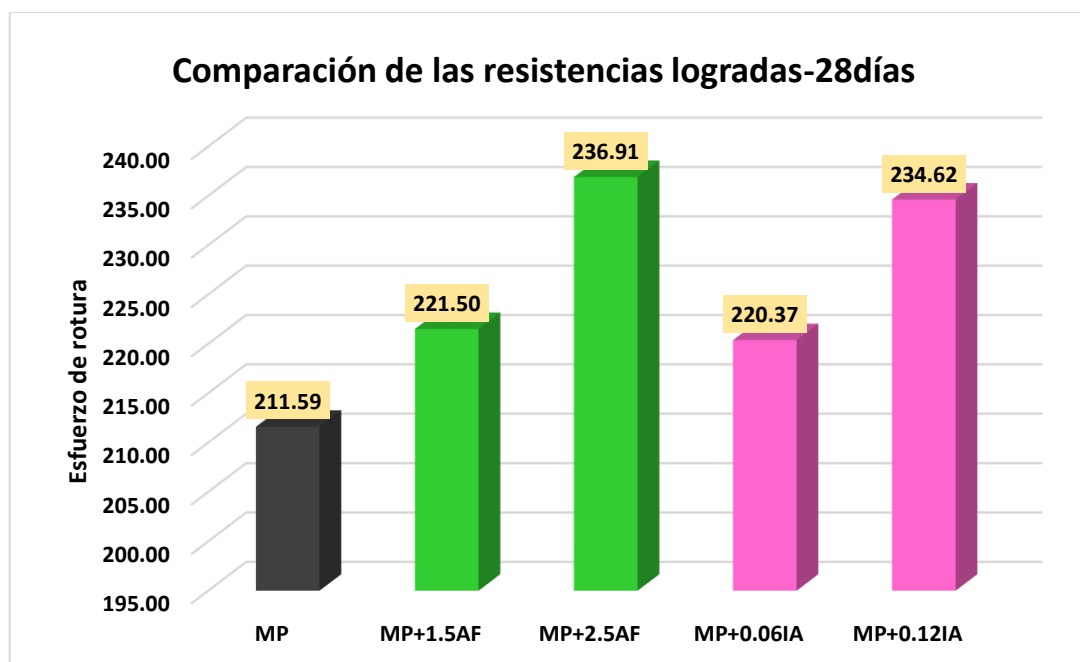
Tabla 42

Resumen de resistencias promedios a compresión – 28 días

Promedio de resistencias		
Descripción	Esfuer.	Días
MP	178.42	28
MP+1.5AF	195.46	
MP+2.5AF	211.39	
MP+0.06IA	198.86	
MP+0.12IA	208.49	

Figura 32

Comparativa de las resistencias promedios logradas – 28 días



En la representación gráfica de las resistencias alcanzadas a los 28 días, se contrastan los resultados entre la muestra patrón y aquellas en las que se incorporaron (AF) en proporciones de 1.5% y 2.5% y (IA) en 0.06% y 0.12%. Donde se puede apreciar claramente que las muestras incorporadas con aditivos tienen una influencia positiva en la resistencia.

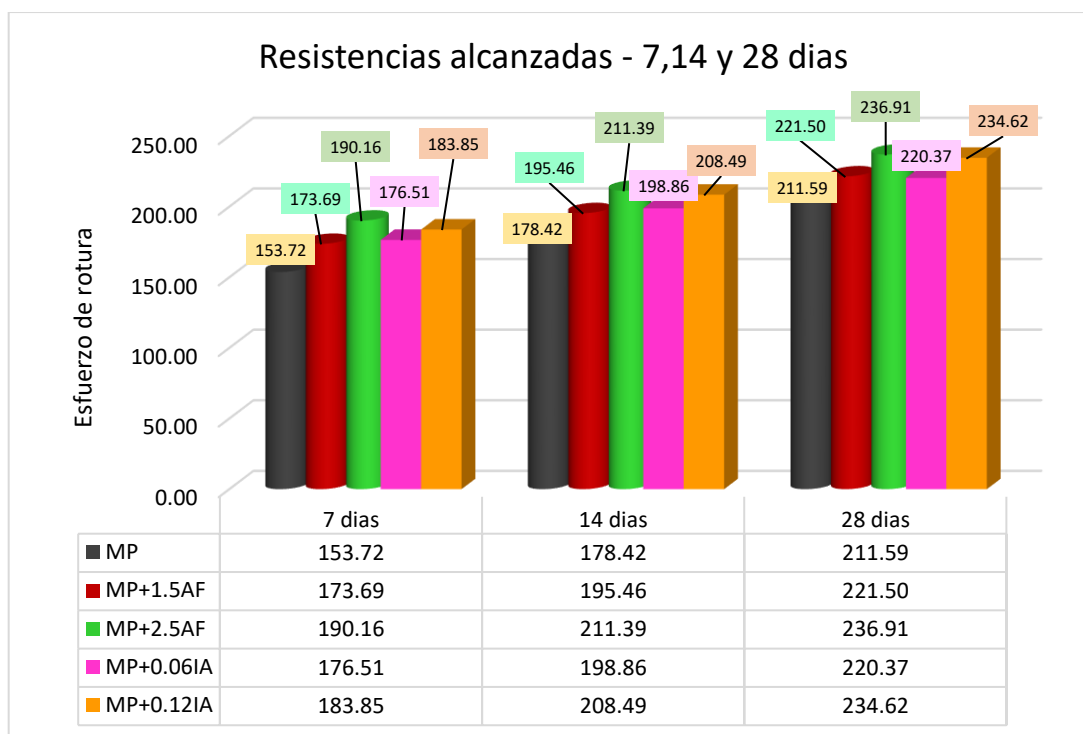
Tabla 43

Resumen de resistencias promedios a compresión

Descripción	Resistencias logradas		
	7 días	14 días	28 días
MP	153.72	178.42	211.59
MP+1.5AF	173.69	195.46	221.50
MP+2.5AF	190.16	211.39	236.91
MP+0.06IA	176.51	198.86	220.37
MP+0.12IA	183.85	208.49	234.62

Figura 33

Comparativa de las resistencias promedios logradas



La evaluación de las resistencias a los 7, 14 y 28 días revela una tendencia interesante en el comportamiento del material. La muestra patrón exhibió una resistencia de 211.59 kg/cm² después de 28 días. Sin embargo, los porcentajes óptimos de aditivo acelerante de fragua es de 2.5% mientras que el incorporador de aire es de 0.12%.

4.1.3 Combinación de los porcentajes óptimos de grafito en polvo y aditivos

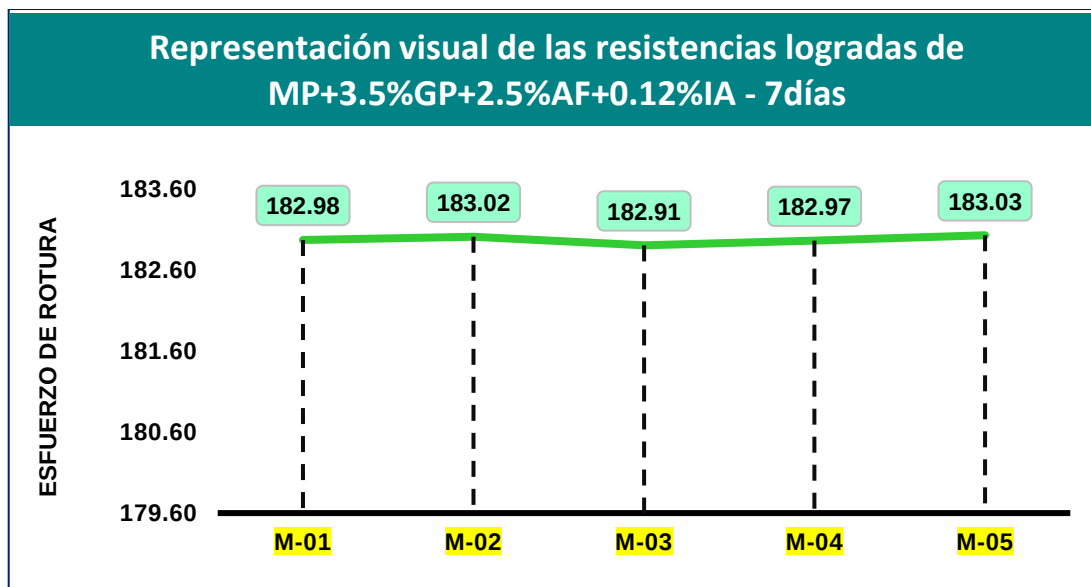
Tabla 44

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+Com% óptimos

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm ²	1	32378	182.98	7
	2	32385	183.02	
	3	32366	182.91	
	4	32376	182.97	
	5	32388	183.03	
PROMEDIO			182.98	

Figura 34

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+Com de % óptimos



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de los porcentajes óptimos de grafito en polvo y aditivos se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 7 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 182.98 kg/cm².

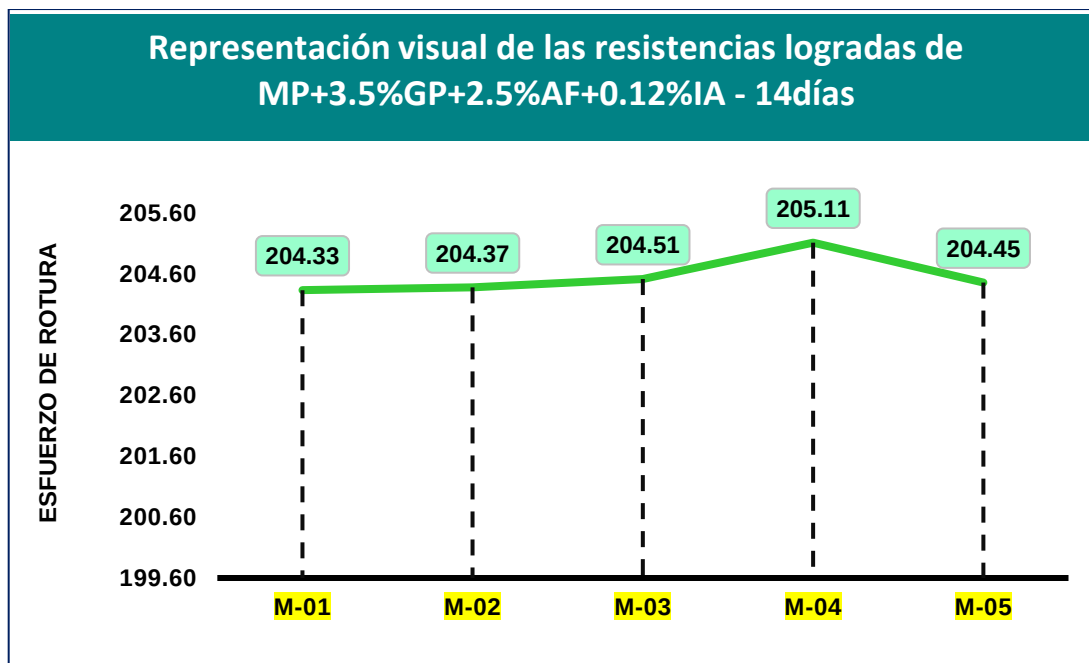
Tabla 45

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+Com de % óptimos

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm2	1	36156	204.33	14
	2	36164	204.37	
	3	36188	204.51	
	4	36149	205.11	
	5	36178	204.45	
PROMEDIO			204.55	

Figura 35

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+Com de % óptimos



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de los porcentajes óptimos de grafito en polvo y aditivos se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 14 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 204.55 kg/cm².

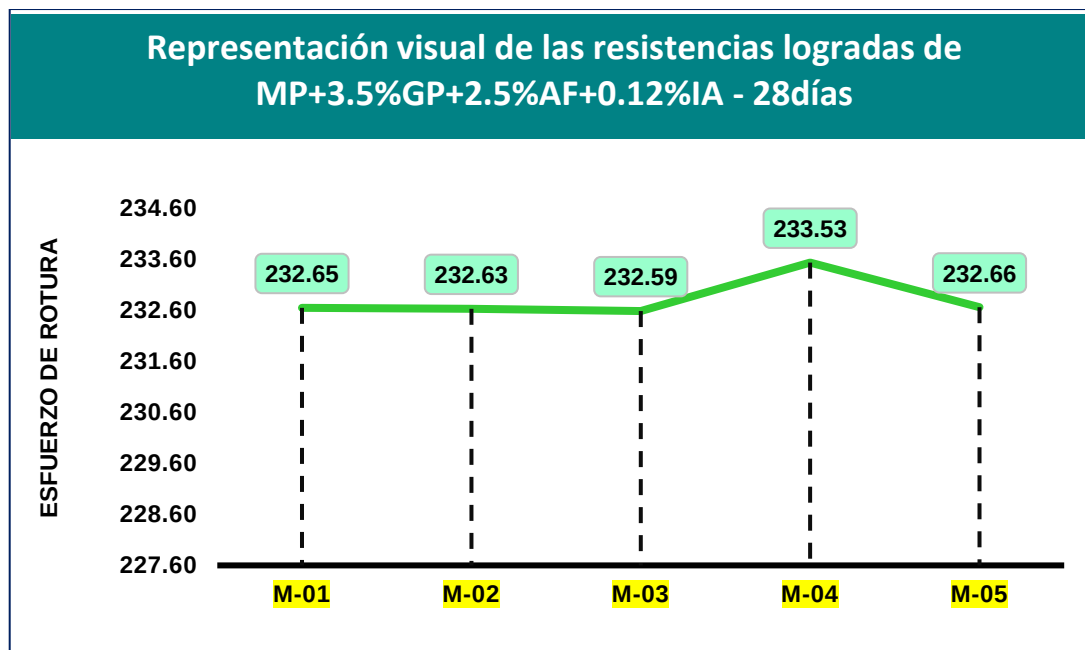
Tabla 46

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+Com de % óptimos

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Días
210 kg/cm2	1	41167	232.65	7
	2	41164	232.63	
	3	41156	232.59	
	4	41159	233.53	
	5	41169	232.66	
PROMEDIO			232.81	

Figura 36

Compilación de resultados de resistencia lograda por la MP+Com de % óptimos



Los resultados obtenidos de especímenes de ensayo de mezclas patrón con incorporación de los porcentajes óptimos de grafito en polvo y aditivos se han representado de manera gráfica, revelando información significativa tras un período de observación de 28 días. Según la gráfica generada, la resistencia promedio de la muestra se sitúa notablemente en 232.81 kg/cm².

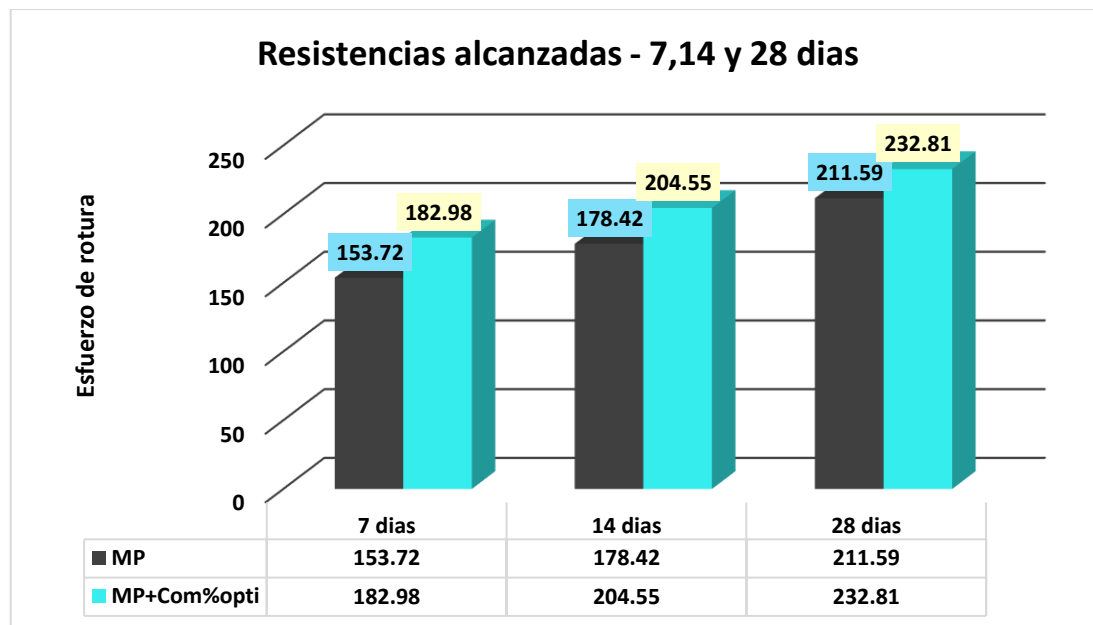
Tabla 47

Resumen de resistencias promedios a compresión

Descripción	Resistencias logradas		
	7 días	14 días	28 días
MP	153.72	178.42	211.59
MP+Com%opti	182.98	204.55	232.81

Figura 37

Comparativa de las resistencias promedios logradas



La evaluación de las resistencias a los 7, 14 y 28 días revela una tendencia interesante en el comportamiento del material. La muestra patrón exhibió una resistencia de 211.59 kg/cm² después de 28 días. Sin embargo, el porcentaje óptimo de grafito en polvo, al cabo de este mismo período, alcanzó una impresionante resistencia de 238.40 kg/cm².

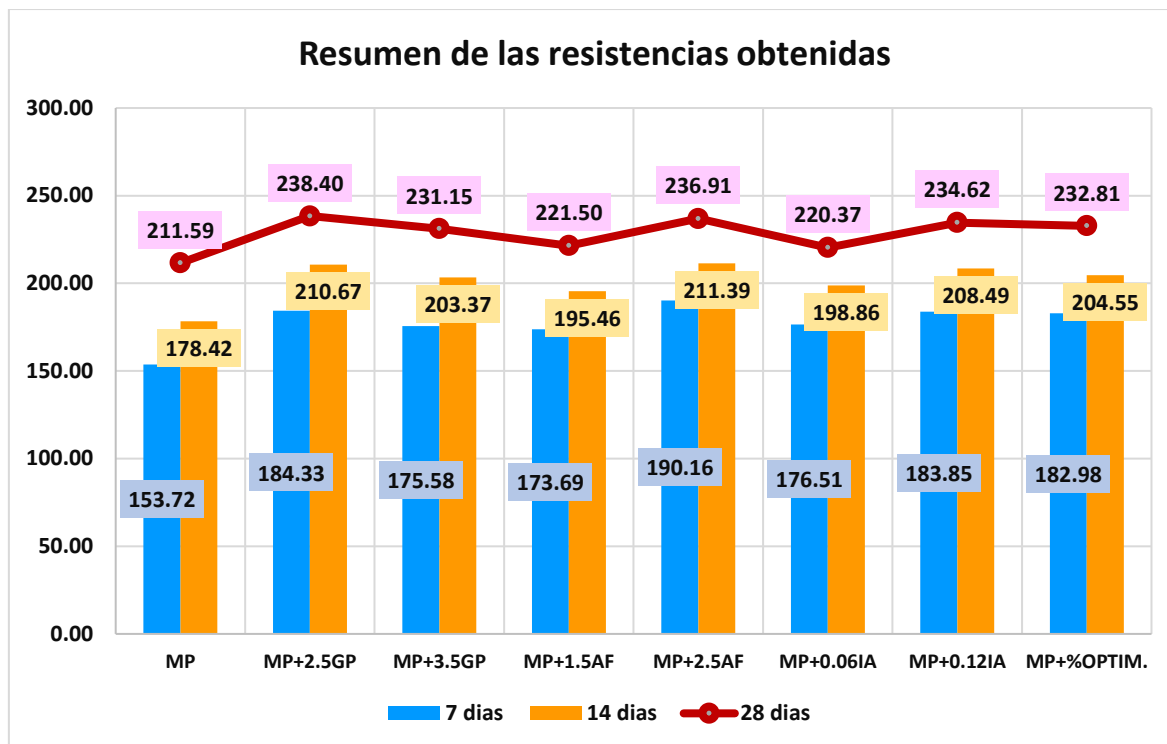
Tabla 48

Recopilación de resistencia alcanzada

Resumen de resistencia obtenidas			
Descripción	7 días	14 días	28 días
MP	153.72	178.42	211.59
MP+2.5GP	184.33	210.67	238.40
MP+3.5GP	175.58	203.37	231.15
MP+1.5AF	173.69	195.46	221.50
MP+2.5AF	190.16	211.39	236.91
MP+0.06IA	176.51	198.86	220.37
MP+0.12IA	183.85	208.49	234.62
MP+%OPTIM.	182.98	204.55	232.81

Figura 38

Comparativa de las resistencias logradas



Se presenta la gráfica de las resistencias obtenidas en distintos periodos, y al analizarla, se puede inferir que la incorporación adicional de grafito en polvo y la aplicación de aditivos han contribuido notablemente a mejorar la resistencia a compresión.

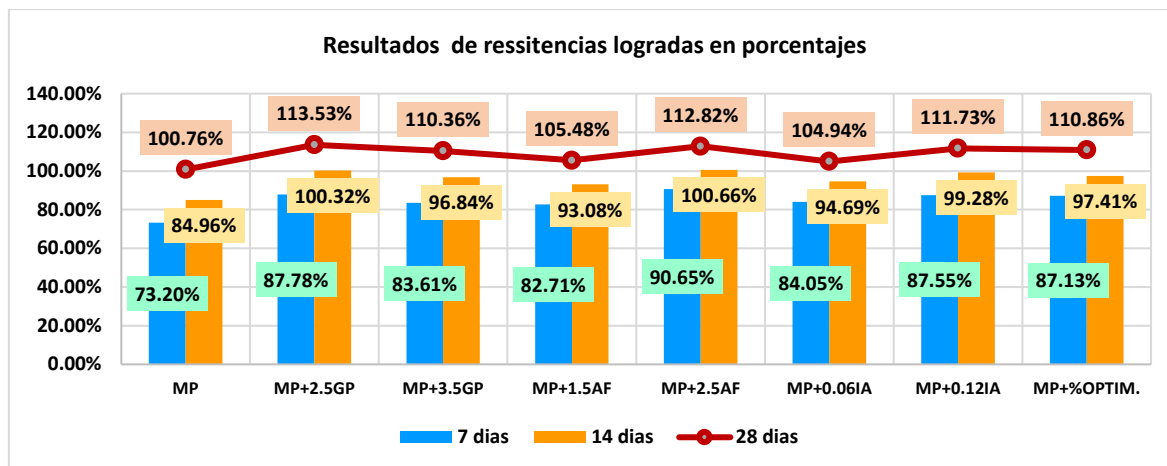
Tabla 49

Recopilación de resistencia alcanzada

Descripción	Resistencias logradas			Diferencia
	7 días	14 días	28 días	
MP	73.20%	84.96%	100.76%	0.76%
MP+2.5GP	87.78%	100.32%	113.53%	13.53%
MP+3.5GP	83.61%	96.84%	110.36%	10.36%
MP+1.5AF	82.71%	93.08%	105.48%	5.48%
MP+2.5AF	90.65%	100.66%	112.82%	12.82%
MP+0.06IA	84.05%	94.69%	104.94%	4.94%
MP+0.12IA	87.55%	99.28%	111.73%	11.73%
MP+%OPTIM.	87.13%	97.41%	110.86%	10.86%

Figura 39

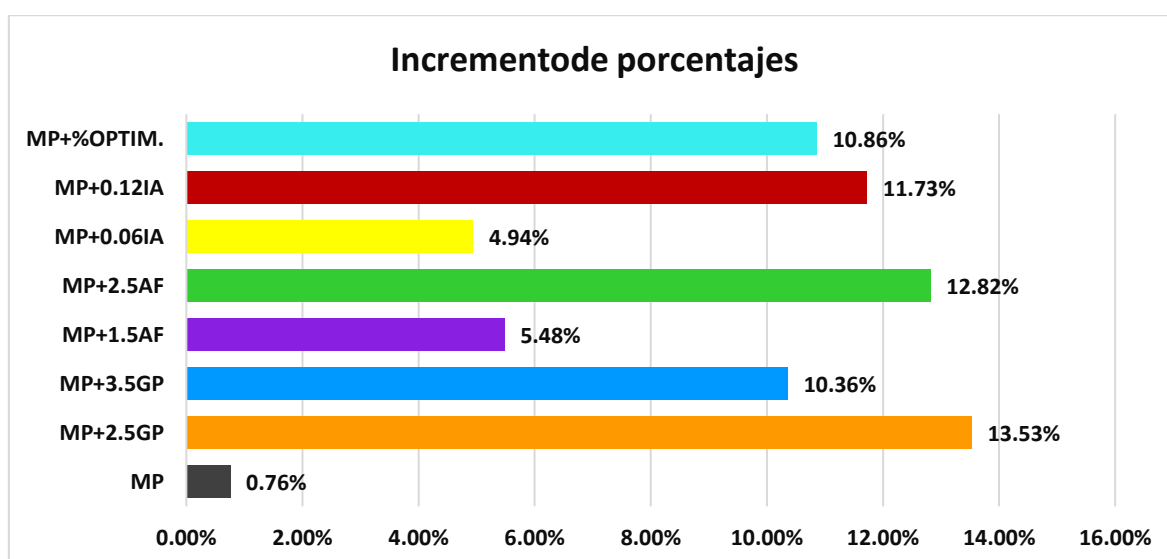
Comparativa de los porcentajes de resistencia alcanzados.



Se llevó a cabo una investigación exhaustiva para determinar el % total de aumento de la resistencia a la compresión que se produjo a lo largo de los distintos periodos de curado. Se consigue una mejora considerable de la resistencia a la compresión con la integración de grafito y aditivos, como demuestra la comparación de todas las muestras que se evaluaron.

Figura 40

Comparativa de las diferencias porcentuales en las resistencias alcanzadas



La resistencia a la compresión de una muestra con una resistencia característica de 210 kg/cm² se sometió a un estudio exhaustivo para determinar el porcentaje de aumento de

la resistencia a la compresión. La referencia de base para este análisis se fijó en el 100%. Se observó un aumento de los porcentajes de resistencia en las muestras que se combinaron con fibras de polipropileno y de vidrio, así como en la muestra que sirvió de referencia.

4.2 Discusión de resultados

Miranda, 2020 abordó la evaluación de la influencia de las concentraciones de grafito del 3% y 5%, en relación al peso del cemento. Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión mediante la obtención de la media, evaluadas a las edades de 3, 7, 14 y 28 días de curado. Se compararon los resultados obtenidos para un concreto convencional con aquellos para el concreto modificado con adiciones del 3% y 5% de grafito. La resistencia alcanzada por la muestra patrón fue de 212.14 kg/cm², mientras que con la adición del 3% de grafito se logró una resistencia de 236.45 kg/cm², y con el 5%, se obtuvo una resistencia de 216.65 kg/cm². En conclusión, se evidenció un aumento significativo en la resistencia a la compresión con la incorporación de grafito.

En el estudio actual, se investigaron las adiciones de grafito en polvo en concentraciones del 2.5% y 3.5%. La muestra patrón inicial alcanzó una resistencia de 211.59 kg/cm². Al incorporar grafito en polvo en una proporción del 2.5%, se observó un aumento en la resistencia, llegando a 238.40 kg/cm². Por otro lado, con un contenido del 3.5%, la resistencia fue de 231.75 kg/cm². Estos resultados indican que la adición de grafito en polvo, especialmente a una concentración del 2.5%, contribuyó significativamente al incremento de la resistencia del concreto. Sin embargo, es interesante notar que, a una concentración del 3.5%, la resistencia experimentó una leve disminución en comparación con la concentración del 2.5%.

Calloapaza Parisayla (2021) En el estudio llevado a cabo por Calloapaza Parisayla en 2021, se centró en analizar el comportamiento del concreto al incorporar los aditivos acelerantes Chema 3 y SikaCem Acelerante PE, ambos utilizados en una proporción del

2%. Los resultados obtenidos proporcionan información valiosa sobre la resistencia del concreto bajo estas condiciones. La muestra sin aditivo demostró una resistencia de 221.2 kg/cm². En contraste, la adición de Chema 3 condujo a un aumento significativo en la resistencia, alcanzando los 242.5 kg/cm². Por otro lado, el uso de SikaCem Acelerante PE resultó en una resistencia de 240.00 kg/cm². Estos hallazgos sugieren que la inclusión de Chema 3 tuvo un impacto más favorable en la resistencia del concreto en comparación con el uso de SikaCem Acelerante PE y la muestra sin aditivos. Esta información es esencial para entender cómo diferentes aditivos pueden influir en las propiedades del concreto, proporcionando así una base para la selección y aplicación adecuada de estos componentes en proyectos de construcción.

En el estudio actual, se investigaron las adiciones de aditivos acelerantes de fragua en proporciones del 1.5% y 2.5%. La muestra patrón inicial alcanzó una resistencia de 211.59 kg/cm². Al incorporar un 1.5% de acelerante de fragua, se observó un aumento en la resistencia, alcanzando los 221.50 kg/cm². Por otro lado, con un 2.5%, la resistencia fue aún mayor, llegando a 236.91 kg/cm². Estos resultados indican que la adición de aditivos acelerantes de fragua, especialmente a una proporción del 2.5%, contribuyó significativamente al incremento de la resistencia del concreto en comparación con la muestra patrón.

Cruzado de la Cruz (2019) el objetivo principal fue determinar el porcentaje óptimo de incorporador de aire para diferentes marcas con el fin de reducir la pérdida de resistencia en el concreto frente al congelamiento. Se evaluaron varios porcentajes de aditivo, que variaron desde el 0% hasta el 0.28%, con un intervalo de 0.04%. En particular, se trabajó con dos tipos de aditivos, destacando el aditivo de SikaAer en los resultados. Según el estudio, la resistencia de la muestra patrón alcanzó 287 kg/cm². Con la adición del 0.04%, la resistencia aumentó a 320 kg/cm², mientras que con el 0.08% se logró una resistencia de 308 kg/cm². Finalmente, con el 0.12%, la resistencia alcanzó los 301 kg/cm². Estos hallazgos indican que el aditivo SikaAer, en específico, tuvo un impacto significativo en la resistencia del concreto, mostrando variaciones notables en los porcentajes evaluados.



Estos resultados proporcionan información valiosa para determinar la concentración óptima de incorporador de aire con el objetivo de mejorar la resistencia del concreto frente a condiciones de congelamiento.

En el estudio actual, se exploraron las adiciones de aditivos incorporadores en concentraciones del 0.06% y 0.12%. La muestra patrón inicial presentó una resistencia de 211.59 kg/cm². Al utilizar el aditivo incorporador de aire en una concentración del 0.06%, se observó un aumento en la resistencia, alcanzando los 220.37 kg/cm². Asimismo, con una concentración del 0.12%, la resistencia fue aún mayor, llegando a 234.62 kg/cm². Estos resultados indican que la incorporación del aditivo incorporador de aire influyó positivamente en la resistencia del concreto, siendo más notable con una concentración del 0.12%.

CONCLUSIONES

C1- El uso de grafito en polvo en proporciones de 2.5% y 3.5% incide de manera favorable en la resistencia a compresión. Al incorporar grafito en polvo en una proporción del 2.5%, se obtuvo una resistencia de 238.40 kg/cm², mientras que con un contenido del 3.5%, la resistencia fue de 231.75 kg/cm². En comparación, la muestra patrón demostró una resistencia de 211.59 kg/cm².

C2- El uso de aditivos acelerante de fragua en proporciones de 1.5% y 2.5% e incorporador en 0.06% y 0.12% inciden de manera favorable en la resistencia a compresión. La muestra que contenía un 1.5% de acelerante de fragua logró una resistencia de 221.50 kg/cm², mientras que con un 2.5% alcanzó una resistencia de 236.91 kg/cm². Del mismo modo, utilizando el aditivo incorporador de aire en concentraciones de 0.06% y 0.12%, se obtuvieron resistencias de 220.37 kg/cm² y 234.62 kg/cm², respectivamente.

C.3 La combinación de los porcentajes óptimos, que incluye un 2.5% de grafito en polvo, un 2.5% de acelerante de fragua, y un 0.12% de incorporador de aire, ha demostrado tener un impacto positivo en la resistencia a compresión, logrando una resistencia de 232.81 kg/cm². Aunque esta combinación supera la resistencia de la muestra patrón, pero al compararla con los porcentajes óptimos separados de grafito en polvo y aditivos, se observa que la resistencia obtenida es menor.



RECOMENDACIONES

R1- Se sugiere realizar pruebas adicionales con diversas concentraciones de grafito en polvo para obtener una comprensión más precisa de cómo los distintos porcentajes de este aditivo afectan la resistencia a compresión.

R2- Se sugiere emplear porcentajes de acelerante de fragua en el rango de 3% a 4%. Esta variación permitirá una evaluación más completa del impacto del aumento en el porcentaje de acelerante en la resistencia a compresión.

R3- Se sugiere emplear porcentajes de incorporador de aire en el rango de 0.02% a 0.12%. Esta variación permitirá una evaluación más completa del impacto del uso de diferentes porcentajes de incorporador de aire en la resistencia a compresión.

BIBLIOGRAFÍA

- Alva Cruz, A. J., & Fabian Beraun, W. (2018). Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante y retardante de fragua en altitudes cálidas, templadas y frías. *Universidad Nacional Hermilio Valdizán*. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3991>
- Alvarado Romero, J. D., & Roque Ballarta, B. A. (2020). Uso de polvo de grafito como aditivo en el concreto $f'c$ 210 kg/cm² a fin de mejorar las propiedades mecánicas del concreto.
- Apolinario Fabian, F. (2017). Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huánuco. *Universidad Nacional Hermilio Valdizán*. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/1545>
- Cariga Diaz, C. M. (2023). Adición de aditivos acelerantes de fragua para concreto de resistencia 210 kg/cm² con agregados de la cantera jeka—Churubamba 2022. *Universidad de Huánuco*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/20.500.14257/4434>
- Cordova Abregu, J. M. (2022). Propiedades Físicas del Concreto Autocompactante en Estado Fresco con Aditivo Incorporador de Aire para Estructuras Verticales, Huancayo-2021. *Repositorio Institucional - UPLA*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3379>
- Cruzado de la Cruz, H. Y. (2019). *Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas*.
- Fletes, O. (2016). *La importancia del concreto como material de construccion*.
- Flores Basurco, R. E. (2021). *Evaluación de la adición de aditivo incorporador de aire para mejorar la resistencia del concreto a bajas temperaturas, Puno-2020*.
- Flores-Nicolás, A., Flores-Nicolás, M., & Uruchurtu-Chavarín, J. (2021).



- Goicochea Alvarez, J. A., & Escobar Reyes, F. J. A. (2023). Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición F1 y F2, Trujillo 2022. *Repositorio Institucional - UPN*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3467792>
- Jesus Tolentino, J. C., & Villacrez Huaman, J. A. (2022). Adición de polvo de grafito para mejorar las propiedades físico-mecánicas del hormigón. *Universidad Ricardo Palma*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5930>
- Loya Olivera, L. F. (2018). Evaluación de la resistencia a la compresión del curado de concreto en obra y laboratorio, en el distrito de Yanacancha, Pasco – 2017. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/867>
- Neyra, N. (2016). El Agua del Concreto. *el concreto*.
- Oregon, C. (2021). Grafito en polvo. *Lubricantes Industriales*. <https://lubricantesindustriales.cl/grafito-en-polvo/>
- Osorio, J. (2022). Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión. *360 EN CONCRETO*.
- Ozaki e Silva, C. T., Silva, J. B. L. P. e, Lintz, R. C. C., & Gachet, L. A. (2023). Mortars with addition of powdered graphite: Mechanical and electrical properties. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.489>
- Pérez, T., & Flores, F. A. (2019). *Influencias de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento - arena liviano, elaborado con perlas de poliestireno expandido y agregado fino. Iquitos, 2018*. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/802>
- Ponce Córdova, E. S. (2016). Estudio comparativo del efecto de aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua en la ciudad del Cusco en concretos expuestos a climas alto andinos. *Universidad Andina del Cusco*. <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/724>
- Robove. (2017). Recolección de polvo de grafito, colectores industriales de polvo. *Robove*.



Romero, A., & Romero, M. (2019). *Grafito en polvo, características y funciones*.

<https://esgraf.com.mx>

Santisteban Tepo, M. R. (2021). Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas

del concreto adicionando polvo de grafito, Chiclayo—2021. *Repositorio Institucional*

- UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99337>

Shah, H. A., Yuan, Q., & Zuo, S. (2021). Air entrainment in fresh concrete and its effects on

hardened concrete-a review. *Construction and Building Materials*, 274, 121835.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121835>

Ventura, P. (2021). *Propiedades del concreto fresco*.

<https://es.linkedin.com/pulse/propiedades-del-concreto-fresco-ing-pedro-ventura>

Zegarra Suárez, J. L., & Zegarra Agip, A. M. (2018). Estudio del nivel de efectividad de los

aditivos acelerantes de fragua marca Sika-3 y Chema-5 en concretos aplicables a

zonas alto andinas de la región Lambeyeque. *Repositorio Institucional - USS*.

<http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/3949>



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
Problema General: ¿Cómo incide el uso de grafito en polvo y aditivos en dosificaciones variables sobre la propiedad mecánica del concreto convencional en la provincia de San Román?	Objetivo General: Determinar la incidencia del uso de grafito en polvo y aditivos en dosificaciones variables sobre la propiedad mecánica del concreto convencional en la provincia de San Román.	Hipótesis General: El uso de grafito en polvo y aditivos en dosificaciones variables incide de manera favorable sobre la propiedad mecánica del concreto convencional en la provincia de San Román.	Variable Independiente GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS	Báscula Electrónica, Plantilla de toma de datos
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Dimensiones: <i>Proporción de grafito en polvo y aditivos</i>	Báscula Electrónica, Plantilla de toma de datos
¿De qué manera incide el uso de grafito en polvo en proporciones de 2.5% y 3.5% sobre la resistencia de un concreto convencional?	Determinar la incidencia del uso de grafito en polvo en proporciones de 2.5% y 3.5% sobre la resistencia de un concreto convencional.	El uso de grafito en polvo en proporciones de 2.5% y 3.5% incidirá de manera favorable en la resistencia de un concreto convencional.		
¿De qué manera incide el uso de aditivos acelerante de fragua en proporciones de 1.5% y 2.5% e incorporador en 0.06% y 0.12% sobre la resistencia a compresión de un concreto convencional?	Determinar la incidencia del uso de aditivos acelerante de fragua en proporciones de 1.5% y 2.5% e incorporador en 0.06% y 0.12% sobre la resistencia a compresión de un concreto convencional.	El uso de aditivos acelerante de fragua en proporciones de 1.5% y 2.5% e incorporador en 0.06% y 0.12% incidirán de manera favorable en la resistencia a compresión de un concreto convencional.	Variable Dependiente PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL	Laboratorio de Suelos-Método de ensayos normalizados (ASTM C-39)
¿Cuál es el efecto de la combinación de los porcentajes óptimos de grafito en polvo y aditivos acelerante de fragua e incorporador de aire sobre la resistencia a compresión?	Determinar el efecto combinado de los porcentajes óptimos de grafito en polvo y aditivos acelerante de fragua e incorporador de aire sobre la resistencia a compresión.	La combinación de los porcentajes óptimos de grafito en polvo y aditivos acelerante de fragua e incorporador de aire tendrá un efecto positivo en la resistencia a compresión.	Dimensiones: <i>Resistencia a la compresión</i>	



Anexo 2. Certificados de control de calidad de suelos



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



PROYECTO : INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN
SOLICITANTE : BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ
CANTERA : UNOCOLLA
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 12 - SETIEMBRE - 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	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno 484.76
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) 505.18
N° 8	19.86	3.97	3.97	96.03	Wc	-Peso del picnómetro con agua 1315.65
N° 16	99.53	19.91	23.88	76.12	W	-Peso del Pic. + muestra + agua 1661.78
N° 30	112.78	22.56	46.43	53.57	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	148.20	29.64	76.07	23.93	Wc+B =	1821
N° 100	85.74	17.15	93.22	6.78	Wc+B-W =	159
N° 200	27.57	5.51	98.74	1.26	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 3.18 \text{ gr/cm}^3$
FONDO	6.32	1.26	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
SUMA	500.00	100.00			B =	505.18
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	20.42
Mf = MÓDULO DE FINEZA 2.44					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 4.21 \%$

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 815.56
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) 835.79
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua 1315.65
3/4"	398.90	11.40	11.40	88.60	W	-Peso del Pic. + muestra + agua 1803.98
1/2"	999.69	28.56	39.96	60.04	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	908.87	25.97	65.93	34.07	Wc+B =	2151
1/4"	407.57	11.64	77.57	22.43	Wc+B-W =	347
N° 4	784.97	22.43	88.36	11.64	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.41 \text{ gr/cm}^3$
FONDO	0.00	0.00	88.36	11.64	ABSORCIÓN	
SUMA	3500.00	70.00			B =	835.79
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	20.23
					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.48 \%$

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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



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



PROYECTO : INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

CANTERA : UNOCOLLA

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

FECHA : 12 - SETIEMBRE - 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	372.87
P.T.M. SEC	358.61
P.TARRO	39.32
P AGUA	14.26
P.S.SECO	319.29
% HUMEDA	4.47

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	577.57
P.T.M. SECA	565.55
P.TARRO	40.25
P AGUA	12.02
P.S.SECO	525.30
% HUMEDAD	2.29

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9356	5968	2078	1630
9348	5968	2078	1626
9379	5968	2078	1641
			1633

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12645	7981	3169	1472
12653	7981	3169	1475
12699	7981	3169	1489
			1479

VARILLADO

PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9619	5968	2078	1757
9620	5968	2078	1757
9642	5968	2078	1768
			1761

VARILLADO

PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
13009	7981	3169	1587
13005	7981	3169	1586
13002	7981	3169	1585
			1586

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

M.S.C.A. JEFATURA

Mgr. Genalfo Lara Torres

01032257

BIE : B018 - 00087763



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO: INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

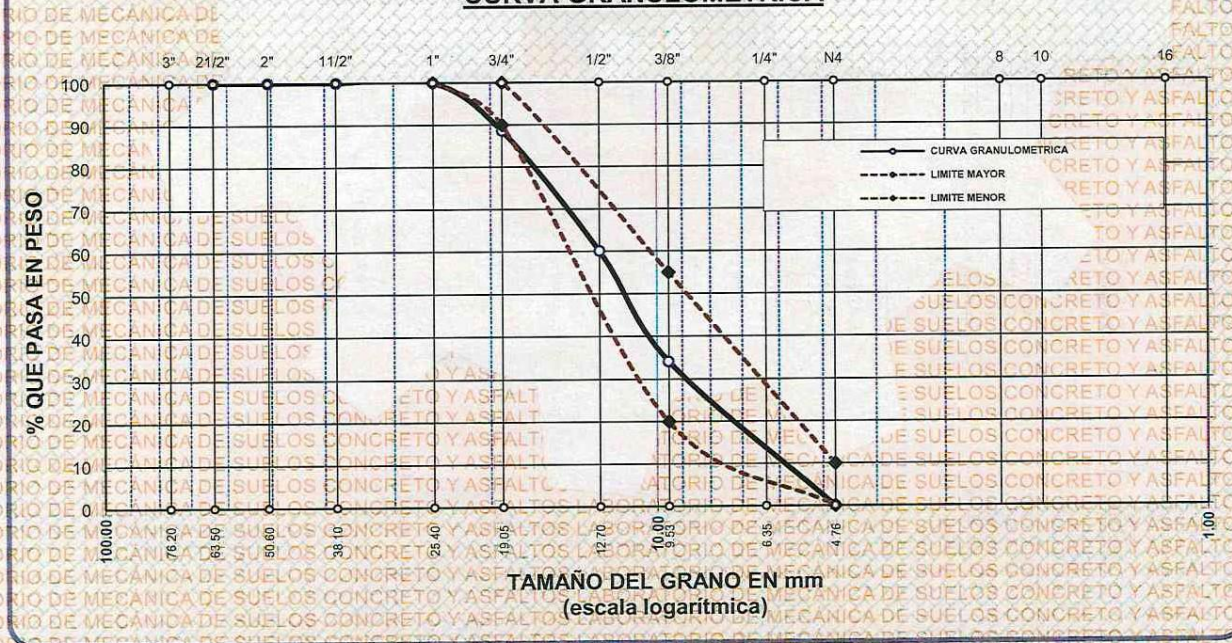
CANTERA: UNOCOLLA

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

FECHA: 12 - SEPTIEMBRE - 2023

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA		
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 1/2"
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	OBSERVACIONES:
3/4"	19.050	398.90	11.40	11.40	88.60	90 - 100 %	
1/2"	12.700	999.69	28.56	39.96	60.04		
3/8"	9.525	908.87	25.97	65.93	34.07	20 - 55 %	
1/4"	6.350	407.57	11.64	77.57	22.43		
Nº4	4.760	784.97	22.43	100.00	0.00	0 - 10 %	
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

M.Sc. A. JECATUR
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

BIE: B018-00087763



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

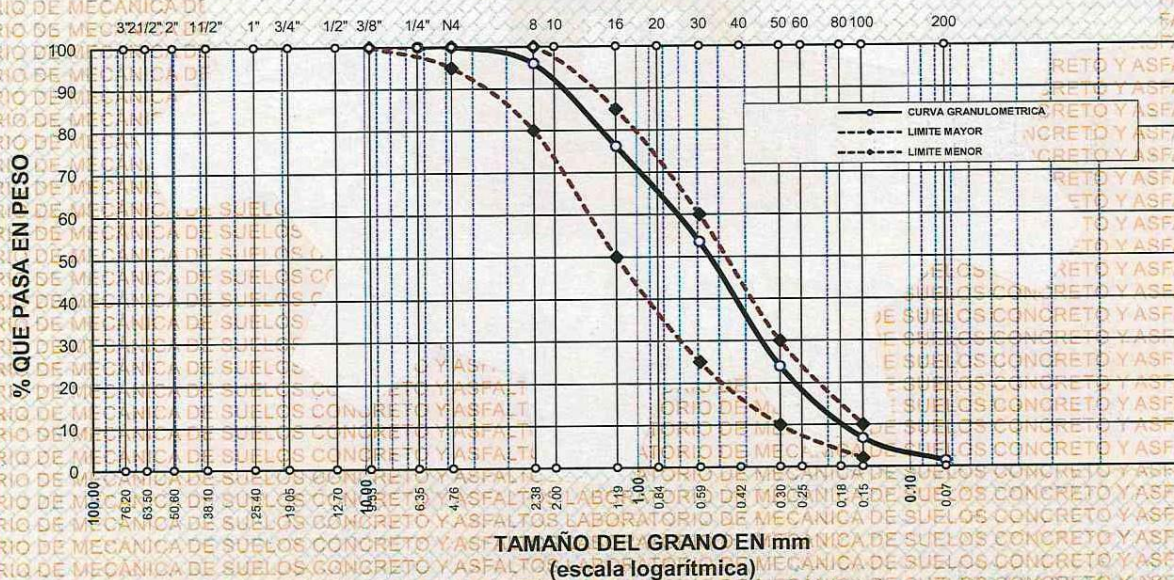
CANTERA : UNOCOLLA

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

FECHA : 12 - SEPTIEMBRE - 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 = 2.44
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	19.86	3.97	3.97	96.03	50 - 85 %	
No16	1.190	99.53	19.91	23.88	76.12	25 - 60 %	
No30	0.590	112.78	22.56	46.43	53.57	10 - 30 %	
No50	0.300	148.20	29.64	76.07	23.93	2-10%	
No100	0.149	85.74	17.15	93.22	6.78		
No200	0.074	27.57	5.51	98.74	1.26		
BASE		6.32	1.26	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		1.26					

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

CANTERA : UNOCOLLA

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

FECHA : 12 - SEPTIEMBRE - 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	5968 gr	5968 gr	5968 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2078 cm ³	2078 cm ³	2078 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9356.00 gr	9348.00 gr	9379.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3388.00 gr	3380.00 gr	3411.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.630 gr/cm ³	1.626 gr/cm ³	1.641 gr/cm ³
PROMEDIO		1.633 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	5968 gr	5968 gr	5968 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2078 cm ³	2078 cm ³	2078 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9619.00 gr	9620.00 gr	9642.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3651.00 gr	3652.00 gr	3674.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.757 gr/cm ³	1.757 gr/cm ³	1.768 gr/cm ³
PROMEDIO		1.761 gr/cm ³	

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
Mgtr. Aracely Ana Torres
C.I.F. 103257



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

CANTERA : UNOCOLLA

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

FECHA : 12 DE SETIEMBRE - 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	7981 gr	7981 gr	7981 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3169 cm ³	3169 cm ³	3169 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12645.00 gr	12653.00 gr	12699.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4664.00 gr	4672.00 gr	4718.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.472 gr/cm ³	1.475 gr/cm ³	1.489 gr/cm ³
PROMEDIO		1.479 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	7981 gr	7981 gr	7981 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3169 cm ³	3169 cm ³	3169 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13009.00 gr	13005.00 gr	13002.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5028.00 gr	5024.00 gr	5021.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.587 gr/cm ³	1.586 gr/cm ³	1.585 gr/cm ³
PROMEDIO		1.586 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Ing. Arivaldo Yana Torres
CIP 103257



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

PROYECTO : INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

CANTERA : UNOCOLLA

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

FECHA : 12 - SETIEMBRE - 2023

MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	372.87
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	358.61
PESO DEL TARRO (gr.)	39.32
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	333.55
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	319.29
PESO DEL AGUA (gr.)	14.26
% HUMEDAD	4.47

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	577.57
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	565.55
PESO DEL TARRO (gr.)	40.25
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	537.32
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	525.30
PESO DEL AGUA (gr.)	12.02
% HUMEDAD	2.29

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres

CIP 103257

BIE: B018 - 00087763



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



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.²

PROYECTO : INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

CANTERA : UNOCOLLA

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

FECHA : 12 - SETIEMBRE - 2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74

ACI 211.1.81

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

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

SE UTILIZARÁ 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	2.41	3.18
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1586	1761
P.U. Suelto	1479	1633
% de Absorción	2.48	4.21
% de Humedad Natural	2.29	4.47
Modulo de Fineza	-	2.44

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal 3/4" (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m³
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0 %
5. Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces la 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 Lt/m³) / (0.56) = 366 Kg/m³



Matr. Arnaldo Iana Torres
CIP: 103257

BIE: B018 - 00087763



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.44 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1586 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.656 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.656) * (1586) = 1040 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación:

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (366) / (2.85 * 1000) = 0.128 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (1040) / (2.41 * 1000) = 0.432 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.786 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena:

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.786) = 0.214 \text{ m}^3$$

$$(0.214) * (3.18) * 1000 = 680 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\text{Agregado grueso húmedo } (1040) * (1.022882) = 1064 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (680) * (1.0447) = 710 \text{ Kg.}$$

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

$$205 - 1040 * \left(\frac{2.29 - 2.48}{100} \right) - 680 \left(\frac{4.47 - 4.21}{100} \right) = 205$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	205	0.56
Agreg. Grueso	1040	2.84	1064	2.91
Agreg. Fino	680	1.86	710	1.94
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.61 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	82.48 Kg.
Agregado grueso húmedo	123.53 Kg.
Agua efectiva	23.83 Kg.



UNIVERSIDAD ANTONIO NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Iana Torres
CIP 103257



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:		Redondeo	
1.79	p3 de Arena	1.8	p3 de Arena
2.95	p3 de Piedra Chancada	3.0	p3 de Piedra Chancada
24	Lt de Agua	24	Lt de Agua

RECOMENDACIONES

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

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

OBSERVACIONES

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


UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CERDAS VELAZQUEZ
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
M.S.C.A.
FECHATURA
Mgr. Arnaldo Ana Torres
CIP. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

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

FECHA: 12 - SETIEMBRE - 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	27122	15.01	176.95	153.27	210	12/09/2023	19/09/2023	7	72.99
2	MST-02	27125	14.98	176.24	153.91	210	12/09/2023	19/09/2023	7	73.29
3	MST-03	27191	15.01	176.95	153.66	210	12/09/2023	19/09/2023	7	73.17
4	MST-04	27165	14.98	176.24	154.13	210	12/09/2023	19/09/2023	7	73.40
5	MST-05	27185	15.01	176.95	153.63	210	12/09/2023	19/09/2023	7	73.16
Promedio De Esf. Rotura					153.72					73.20

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	MST-06	31474	14.98	176.24	178.58	210	12/09/2023	27/09/2023	14	85.04
2	MST-07	31443	15.01	176.95	177.69	210	12/09/2023	27/09/2023	14	84.62
3	MST-08	31494	14.98	176.24	178.70	210	12/09/2023	27/09/2023	14	85.09
4	MST-09	31476	14.98	176.24	178.59	210	12/09/2023	27/09/2023	14	85.04
5	MST-10	31463	14.98	176.24	178.52	210	12/09/2023	27/09/2023	14	85.01
Promedio De Esf. Rotura					178.42					84.96

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	MST-11	37391	15.01	176.95	211.31	210	12/09/2023	12/10/2023	28	100.62
2	MST-12	37374	15.01	176.95	211.21	210	12/09/2023	12/10/2023	28	100.58
3	MST-13	37365	15.01	176.95	211.16	210	12/09/2023	12/10/2023	28	100.55
4	MST-14	37387	14.98	176.24	212.13	210	12/09/2023	12/10/2023	28	101.02
5	MST-15	37387	14.98	176.24	212.13	210	12/09/2023	12/10/2023	28	101.02
Promedio De Esf. Rotura					211.59					100.76

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



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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA

INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE

BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

12 - SETIEMBRE - 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 2.5% DE GRAFITO EN POLVO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-01	32556	15.01	176.95	183.98	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.61
2	MST-02	32568	15.01	176.95	184.05	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.64
3	MST-03	32566	14.98	176.24	184.78	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.99
4	MST-04	32585	14.98	176.24	184.89	210	12/09/2023	19/09/2023	7	88.04
5	MST-05	32549	15.01	176.95	183.94	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.59
Promedio De Esf. Rotura					184.33					87.78

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-06	37258	15.01	176.95	210.56	210	12/09/2023	27/09/2023	14	100.26
2	MST-07	37264	15.01	176.95	210.59	210	12/09/2023	27/09/2023	14	100.28
3	MST-08	37287	15.01	176.95	210.72	210	12/09/2023	27/09/2023	14	100.34
4	MST-09	37285	15.01	176.95	210.71	210	12/09/2023	27/09/2023	14	100.34
5	MST-10	37293	15.01	176.95	210.75	210	12/09/2023	27/09/2023	14	100.36
Promedio De Esf. Rotura					210.67					100.32

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-11	42117	15.01	176.95	238.02	210	VACIADO	12/10/2023	28	113.34
2	MST-12	42107	14.98	176.24	238.91	210	12/09/2023	12/10/2023	28	113.77
3	MST-13	42188	15.01	176.95	238.42	210	12/09/2023	12/10/2023	28	113.53
4	MST-14	42147	15.01	176.95	238.19	210	12/09/2023	12/10/2023	28	113.42
5	MST-15	42199	15.01	176.95	238.48	210	12/09/2023	12/10/2023	28	113.56
Promedio De Esf. Rotura					238.40					113.53

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Ing. Arnaldo Jara Torres
CIP 143257

BIE: B018-00087763



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA

INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE

BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

LUGAR

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

FECHA

12 - SETIEMBRE - 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 3.5% DE GRAFITO EN POLVO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	MST-01	31087	15.01	176.95	175.68	210	12/09/2023	19/09/2023	7	83.66
2	MST-02	31058	15.01	176.95	175.52	210	12/09/2023	19/09/2023	7	83.58
3	MST-03	31047	15.01	176.95	175.46	210	12/09/2023	19/09/2023	7	83.55
4	MST-04	31067	15.01	176.95	175.57	210	12/09/2023	19/09/2023	7	83.60
5	MST-05	31084	15.01	176.95	175.67	210	12/09/2023	19/09/2023	7	83.65
Promedio De Esf. Rotura					175.58					83.61

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	MST-06	35986	15.01	176.95	203.37	210	12/09/2023	27/09/2023	14	96.84
2	MST-07	35994	15.01	176.95	203.41	210	12/09/2023	27/09/2023	14	96.86
3	MST-08	35988	15.01	176.95	203.38	210	12/09/2023	27/09/2023	14	96.85
4	MST-09	35977	15.01	176.95	203.32	210	12/09/2023	27/09/2023	14	96.82
5	MST-10	35989	15.01	176.95	203.38	210	12/09/2023	27/09/2023	14	96.85
Promedio De Esf. Rotura					203.37					96.84

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	MST-11	40989	15.01	176.95	231.64	210	12/09/2023	12/10/2023	28	110.31
2	MST-12	40957	15.01	176.95	231.46	210	12/09/2023	12/10/2023	28	110.22
3	MST-13	40968	15.01	176.95	231.52	210	12/09/2023	12/10/2023	28	110.25
4	MST-14	40998	14.98	176.24	232.62	210	12/09/2023	12/10/2023	28	110.77
5	MST-15	40967	15.01	176.95	231.52	210	12/09/2023	12/10/2023	28	110.25
Promedio De Esf. Rotura					231.75					110.36

OBSERVACIONES:

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



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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

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

FECHA : 12-SEPTIEMBRE-2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 1.5% DE ACELERANTE DE FRAGUA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	MST-01	30728	15.01	176.95	173.65	210	12/09/2023	19/09/2023	7	82.69
2	MST-02	30717	15.01	176.95	173.59	210	12/09/2023	19/09/2023	7	82.66
3	MST-03	30729	15.01	176.95	173.66	210	12/09/2023	19/09/2023	7	82.69
4	MST-04	30747	15.01	176.95	173.76	210	12/09/2023	19/09/2023	7	82.74
5	MST-05	30755	15.01	176.95	173.81	210	12/09/2023	19/09/2023	7	82.76
Promedio De Esf. Rotura					173.69					82.71

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	MST-06	34448	14.98	176.24	195.46	210	12/09/2023	27/09/2023	14	93.07
2	MST-07	34499	15.01	176.95	194.96	210	12/09/2023	27/09/2023	14	92.84
3	MST-08	34438	14.98	176.24	195.40	210	12/09/2023	27/09/2023	14	93.05
4	MST-09	34497	14.98	176.24	195.73	210	12/09/2023	27/09/2023	14	93.21
5	MST-10	34499	14.98	176.24	195.75	210	12/09/2023	27/09/2023	14	93.21
Promedio De Esf. Rotura					195.46					93.08

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	MST-11	39178	15.01	176.95	221.41	210	12/09/2023	12/10/2023	28	105.43
2	MST-12	39167	15.01	176.95	221.34	210	12/09/2023	12/10/2023	28	105.40
3	MST-13	39158	15.01	176.95	221.29	210	12/09/2023	12/10/2023	28	105.38
4	MST-14	39137	14.98	176.24	222.06	210	12/09/2023	12/10/2023	28	105.74
5	MST-15	39178	15.01	176.95	221.41	210	12/09/2023	12/10/2023	28	105.43
Promedio De Esf. Rotura					221.50					105.48

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
NTP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

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

FECHA: 12 - SEPTIEMBRE - 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 2.5% DE ACELERANTE DE FRAGUA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-01	33658	15.01	176.95	190.21	210	12/09/2023	19/09/2023	7	90.58
2	MST-02	33665	15.01	176.95	190.25	210	12/09/2023	19/09/2023	7	90.60
3	MST-03	33766	15.01	176.95	190.82	210	12/09/2023	19/09/2023	7	90.87
4	MST-04	33696	15.01	176.95	190.43	210	12/09/2023	19/09/2023	7	90.68
5	MST-05	33648	15.01	176.95	190.16	210	12/09/2023	19/09/2023	7	90.55
Promedio De Esf. Rotura					190.37					90.65

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-06	37358	15.01	176.95	211.12	210	12/09/2023	27/09/2023	14	100.53
2	MST-07	37368	15.01	176.95	211.18	210	12/09/2023	27/09/2023	14	100.56
3	MST-08	37369	15.01	176.95	211.18	210	12/09/2023	27/09/2023	14	100.56
4	MST-09	37397	14.98	176.24	212.19	210	12/09/2023	27/09/2023	14	101.04
5	MST-10	37389	15.01	176.95	211.30	210	12/09/2023	27/09/2023	14	100.62
Promedio De Esf. Rotura					211.39					100.66

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-11	41889	15.01	176.95	236.73	210	12/09/2023	12/10/2023	28	112.73
2	MST-12	41888	15.01	176.95	236.72	210	12/09/2023	12/10/2023	28	112.72
3	MST-13	41888	15.01	176.95	236.72	210	12/09/2023	12/10/2023	28	112.72
4	MST-14	41887	14.98	176.24	237.67	210	12/09/2023	12/10/2023	28	113.17
5	MST-15	41888	15.01	176.95	236.72	210	12/09/2023	12/10/2023	28	112.72
Promedio De Esf. Rotura					236.91					112.82

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



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

Metr. Arnaldo Yana 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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE: BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

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

FECHA: 12 - SEPTIEMBRE - 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 0.06% DE INCORPORADOR DE AIRE

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	MST-01	31224	15.01	176.95	176.46	210	12/09/2023	19/09/2023	7	84.03
2	MST-02	31212	15.01	176.95	176.39	210	12/09/2023	19/09/2023	7	83.99
3	MST-03	31225	15.01	176.95	176.46	210	12/09/2023	19/09/2023	7	84.03
4	MST-04	31245	15.01	176.95	176.58	210	12/09/2023	19/09/2023	7	84.08
5	MST-05	31257	15.01	176.95	176.64	210	12/09/2023	19/09/2023	7	84.12
Promedio De Esf. Rotura					176.51					84.05

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	MST-06	35049	14.98	176.24	198.87	210	12/09/2023	27/09/2023	14	94.70
2	MST-07	35096	15.01	176.95	198.34	210	12/09/2023	27/09/2023	14	94.45
3	MST-08	35035	14.98	176.24	198.79	210	12/09/2023	27/09/2023	14	94.66
4	MST-09	35096	14.98	176.24	199.13	210	12/09/2023	27/09/2023	14	94.83
5	MST-10	35099	14.98	176.24	199.15	210	12/09/2023	27/09/2023	14	94.83
Promedio De Esf. Rotura					198.86					94.69

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	MST-11	38974	15.01	176.95	220.25	210	12/09/2023	12/10/2023	28	104.88
2	MST-12	38969	15.01	176.95	220.23	210	12/09/2023	12/10/2023	28	104.87
3	MST-13	38959	15.01	176.95	220.17	210	12/09/2023	12/10/2023	28	104.84
4	MST-14	38939	14.98	176.24	220.94	210	12/09/2023	12/10/2023	28	105.21
5	MST-15	38977	15.01	176.95	220.27	210	12/09/2023	12/10/2023	28	104.89
Promedio De Esf. Rotura					220.37					104.94

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
M.Sc. A. Argandoña Yana Torres
CIP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA

INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE

BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

12- SETIEMBRE - 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 0.12% DE INCORPORADOR DE AIRE

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-01	32524	15.01	176.95	183.80	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.53
2	MST-02	32512	15.01	176.95	183.74	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.49
3	MST-03	32525	15.01	176.95	183.81	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.53
4	MST-04	32545	15.01	176.95	183.92	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.58
5	MST-05	32557	15.01	176.95	183.99	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.61
Promedio De Esf. Rotura					183.85					87.55

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-06	36749	14.98	176.24	208.51	210	12/09/2023	27/09/2023	14	99.29
2	MST-07	36796	15.01	176.95	207.95	210	12/09/2023	27/09/2023	14	99.02
3	MST-08	36735	14.98	176.24	208.43	210	12/09/2023	27/09/2023	14	99.25
4	MST-09	36796	14.98	176.24	208.78	210	12/09/2023	27/09/2023	14	99.42
5	MST-10	36799	14.98	176.24	208.80	210	12/09/2023	27/09/2023	14	99.43
Promedio De Esf. Rotura					208.49					99.28

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-11	41474	15.01	176.95	234.38	210	12/09/2023	12/10/2023	28	111.61
2	MST-12	41469	15.01	176.95	234.35	210	12/09/2023	12/10/2023	28	111.60
3	MST-13	41559	15.01	176.95	234.86	210	12/09/2023	12/10/2023	28	111.84
4	MST-14	41439	14.98	176.24	235.12	210	12/09/2023	12/10/2023	28	111.96
5	MST-15	41477	15.01	176.95	234.40	210	12/09/2023	12/10/2023	28	111.62
Promedio De Esf. Rotura					234.62					111.73

OBSERVACIONES:

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



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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : BACHILLER DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ

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

FECHA : 12-SEPTIEMBRE-2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON PORCENTAJES OPTIMOS

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-01	32378	15.01	176.95	182.98	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.13
2	MST-02	32385	15.01	176.95	183.02	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.15
3	MST-03	32366	15.01	176.95	182.91	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.10
4	MST-04	32376	15.01	176.95	182.97	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.13
5	MST-05	32388	15.01	176.95	183.03	210	12/09/2023	19/09/2023	7	87.16
Promedio De Esf. Rotura					182.98					87.13

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-06	36156	15.01	176.95	204.33	210	12/09/2023	27/09/2023	14	97.30
2	MST-07	36164	15.01	176.95	204.37	210	12/09/2023	27/09/2023	14	97.32
3	MST-08	36188	15.01	176.95	204.51	210	12/09/2023	27/09/2023	14	97.39
4	MST-09	36149	14.98	176.24	205.11	210	12/09/2023	27/09/2023	14	97.67
5	MST-10	36178	15.01	176.95	204.45	210	12/09/2023	27/09/2023	14	97.36
Promedio De Esf. Rotura					204.55					97.41

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-11	41167	15.01	176.95	232.65	210	12/09/2023	12/10/2023	28	110.78
2	MST-12	41164	15.01	176.95	232.63	210	12/09/2023	12/10/2023	28	110.78
3	MST-13	41156	15.01	176.95	232.59	210	12/09/2023	12/10/2023	28	110.75
4	MST-14	41159	14.98	176.24	233.53	210	12/09/2023	12/10/2023	28	111.21
5	MST-15	41169	15.01	176.95	232.66	210	12/09/2023	12/10/2023	28	110.79
Promedio De Esf. Rotura					232.81					110.86

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

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

LABORATORIO M.S.C.A.
JULIACA

Ing. Arnaldo Yana Torres
R.C.P. 403257

BIE: B018-00087763



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 09-09-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: <u>DERCY STEVEN BEGAZO ALVAREZ</u>	
Dirección: <u>Jr. FRANCISCO BOLOGNESI 392 BARRIO REVOLUCION</u>	
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: <u>70810821</u>	
Teléfono: <u>902 703 269</u>	email: <u>Begazodrrey@gmail.com</u>
Nombres y Apellidos: _____	
Dirección: _____	
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____	
Teléfono: _____	email: _____
Facultad y/o Escuela de Posgrado: <u>INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS</u>	
Escuela Profesional o Mención: <u>INGENIERÍA CIVIL</u>	
Título o Grado Académico a optar: <u>TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL</u>	
Asesor: <u>Dr. EFRAIN PARILLO SOSA</u>	
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:	
Trabajo de Investigación ☐	Tesis ☒
Trabajo de Suficiencia Profesional ☐	Trabajo Académico ☐
Título: <u>INCIDENCIA DEL USO GRAFITO EN POLVO Y ADITIVOS EN DOSIFICACIONES</u>	
<u>VARIABLES SOBRE LA PROPIEDAD MECÁNICA DEL CONCRETO</u>	
<u>CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN</u>	
Palabras claves, (3 a 5 términos): <u>GRAFITO EN POLVO, ACELERANTE DE FRAGUA, INCORPORADOR DE AIRE, CONCRETO</u>	
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2} ?	
<u>1</u>	

¹ 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.

² 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

09-09-2024

Fecha