



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO
Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES
FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA
PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

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

**ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO
Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES
FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA
PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO : 
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO : 
Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ASESOR DE TESIS : 
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



RESOLUCIÓN DECAÑAL N° 1596-2024-D-UI-FICP-UANCV

Julaca, 02 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 17735 presentado por el (la) Bachiller: **THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

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

RESUELVE:

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

- **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- **2do Miembro** : Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS


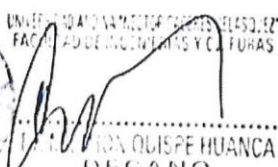
ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.



ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Jueves 05 de diciembre del 2024
- **HORA** : 12:00 p.m.
- **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
DECANO
 CIP: 47790



Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc
En línea
sólo a modo de



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1265-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 14191 por el señor (a): **THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1179 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 213 - 2024** del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 213 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


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


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
.....
Dr. Efraim Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 600-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 7640, presentado el señor (a) **THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 584-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 185-2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE** ha presentado su propuesta de investigación **Titulado: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 185-2024- aprobando la propuesta de investigación **titulado: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**.

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

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

RESUELVE:


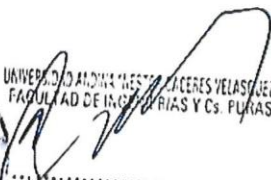
ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema **Titolado: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.



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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


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

.....
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP: 47750


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

.....
Dr. Lirio María Sosa
DIRECTORA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO COMO ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	14%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
6	idoc.pub Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios UANCV



Título de la tesis	
ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71593490
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-7588-1707
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8509-7224
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	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01316765
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Recursos propios
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca</p> <p>- Latitud: S 15° 29' 27'' - Longitud: O 70° 07' 37''</p>  <p>https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1Kv8q4Kg8alZYYMbkqC8seS_GKX8yCK8&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2024 – Octubre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la Materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.01



 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
 DIRECTOR
 Dr. Efraín Pajillo Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE, identificado con DNI Nro. 71593490, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA CIVIL

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

ANALISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Es un tema original.

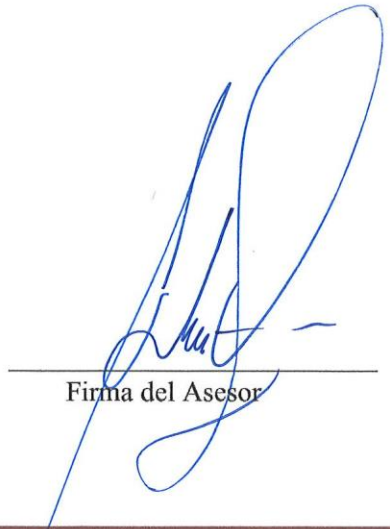
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales,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

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

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

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

Juliaca 24 de ABRIL del 20 25


Firma del Asesor


Firma del Estudiante





DEDICATORIA

Primeramente, a mi madre, a mi hermana, a mi abuela por el apoyo, cuidado y motivación que siempre me brindaron para culminar con éxito y responsabilidad el presente proyecto de investigación.



AGRADECIMIENTO

A Dios en primer lugar por permitirme seguir viviendo, a mi madre por el apoyo y por el cuidado que me dio, a mis amigos por hacer mi vida más feliz, a todas esas personas que han influido en mi vida por llenarla y darle sentido, por eso siempre se les agradecerá por ser parte de mi vida.



ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvii

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Exposición de la problemática	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.2.1 Pregunta general	3
1.2.2 Preguntas específicas.....	3
1.3 Justificación de la investigación.....	3
1.3.1 Justificación practica	3
1.3.2 Justificación técnica	4
1.3.3 Justificación social	4
1.3.4 Justificación ambiental	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5



1.5	Hipótesis.....	5
1.5.1	Hipótesis general	5
1.5.2	Hipótesis específicas	5
1.6	Variables e indicadores	6
1.7	Operacionalización de variables.....	6

CAPITULO II

MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1	Antecedentes de la investigación	7
2.1.1	Antecedentes internacionales	7
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	9
2.1.3	Antecedentes locales	12
2.2	Marco teórico	14
2.2.1	El Concreto.....	14
2.2.2	Cemento.....	15
2.2.3	Agregados.....	19
2.2.4	Agua	22
2.2.5	Aditivos para el concreto.....	23
2.2.6	Polvo de grafito	24
2.2.7	Aditivo que añade de aire	28
2.2.8	Diseño de mezcla.....	33
2.2.9	Propiedades del concreto.....	35
2.2.10	Especificaciones del concreto endurecido.....	38



2.2.11 Resistencia a la Flexión	41
2.3 Marco conceptual	42

CAPITULO III

METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación.....	45
3.1.1 Nivel de investigación	45
3.1.2 Diseño de la investigación.....	46
3.1.3 Tipo de investigación	46
3.1.4 Método de investigación	46
3.1.5 Enfoque del estudio	46
3.2 Población y muestra	46
3.2.1 Población	46
3.2.2 Muestra.....	47
3.2.3 Técnicas de procesamiento de datos	47
3.2.4 Pruebas de laboratorio	48

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Resultados	57
4.1.1 Dosis para el modelo de combinación.....	61
4.1.2 Asentamiento del concreto patrón.....	62
4.1.3 Slump del concreto con grafito en polvo en 2.5%	63
4.1.4 Slump del concreto con grafito en polvo 3.5%	64



4.1.5	Slump del concreto con aditivo que añade aire en 0.15%	65
4.1.6	Slump del hormigón con incorporador de aire en 0.20%.....	66
4.1.7	Contraste de los resultados logrados de la operabilidad.....	67
4.1.8	Resistencia a la flexión de las muestras a la 1era semana.....	68
4.1.9	Contraste de resistencia a la flexión a las 2 semanas	72
4.1.10	Resistencias a la flexión a los 4 semanas	76
4.1.11	Resistencia a la comprensión de los especímenes a la 1era semana	81
4.1.12	F'c de los especímenes a las 2 semanas	85
4.1.13	F'c de los especímenes a los 4 semanas	89
4.1.14	Contraste de F'c y flexión de un hormigón.....	94
4.1.15	F'c de los especímenes	96
4.2	Discusión de resultados	97
	CONCLUSIONES	98
	RECOMENDACIONES	100
	REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS.....	101
	ANEXOS	103



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables 6

Tabla 2. Total, de muestras de concreto encaminados a pruebas. 47

Tabla 3. resultados de contenido de humedad 57

Tabla 4. Resumen sobre el peso específico y absorción..... 58

Tabla 5. Peso por unidad del agregado 58

Tabla 6. Peso por unidad del agregado 59

Tabla 7. Resumen de las cualidades de los agregados..... 60

Tabla 8. Proporciones del modelo de combinación 61

Tabla 9. Dosificación de insumos usados en la combinación..... 61

Tabla 10. Asentamiento de la mezcla MP 62

Tabla 11. Contraste del asentamiento de la mezcla espécimen patrón 62

Tabla 12. Resumen del asentamiento de la combinación espécimen con grafito en polvo 2.5%..... 63

Tabla 13. Resumen del asentamiento con grafito en polvo 3.5%..... 64

Tabla 14. Resumen del asentamiento con aditivo incorporador de aire en 0.15% 65

Tabla 15. Resumen del asentamiento con aditivo incorporador de aire en 0.20% 66

Tabla 16. Resumen de la operabilidad..... 67

Tabla 17. Resistencias a flexión de la viga patrón – 1 semana..... 68

Tabla 18. Resistencias a flexión de VP + grafito en polvo 2.5% - 7 días..... 69

Tabla 19. Resistencias a flexión de VP+ GP 3.5%, 7 días 69

Tabla 20. Resistencias a flexión de VP + aditivo incorporador de aire 0.15%, 7 días 70

Tabla 21. Resistencias a flexión de VP + aditivo incorporador de aire 0.20%, 7 días 71

Tabla 22. Resistencias a flexión de la viga patrón – 2 semanas 72

Tabla 23. Resistencias a flexión de VP+ grafito en polvo 2.5% - 14 días..... 73



Tabla 24. Resistencias a flexión de la viga + grafito en polvo 3.5%, - 14 días 74

Tabla 25. Resistencias a flexión de la viga + aditivo incorporador de aire 0.15%, 2 semanas..... 75

Tabla 26. Resistencias a flexión de la viga +aditivo que añade aire 0.20%, -2 semanas . 75

Tabla 27. Resistencias a flexión de la viga patrón – 4 semanas 76

Tabla 28. Resistencias a flexión de la viga+ polvo de grafito 2.5% - 28 días..... 77

Tabla 29. Resistencias a flexión de la viga + grafito en polvo 3.5%, - 4 semanas..... 78

Tabla 30. Resistencias a flexión de la viga +aditivo que añade aire 0.15%, -4 semanas . 78

Tabla 31. Resistencias a flexión de la viga +aditivo incorporador de aire 0.20%, 4 semanas..... 79

Tabla 32. Contraste de aguante a la flexión de grafito en polvo y adit. incorporador de aire 80

Tabla 33. Resumen de las desigualdades de % con relación a la viga patrón 80

Tabla 34. Resistencias alcanzadas por el espécimen patrón-1 semana..... 81

Tabla 35. Resistencias logradas por el espécimen con grafito en polvo 3.5% - 1 semana 82

Tabla 36.Contraste de resistencias alcanzadas con el espécimen con grafito en polvo 3.5% - 1 semana..... 83

Tabla 37. Resistencias logradas por el espécimen con aditivo que añade aire 0.15% - 1 semana 83

Tabla 38. Resistencias alcanzadas con aditivo incorporador de aire 0.20% - 7 días..... 84

Tabla 39. Resistencias logradas por el espécimen patrón-2 semanas..... 85

Tabla 40. Resistencias logradas por el espécimen con grafito en polvo 2.5% 2 semanas. 86

Tabla 41. Resistencias alcanzadas por el espécimen con grafito en polvo 3.5%-2 semanas..... 86



Tabla 42. Resistencias logradas por espécimen con aditivo que añade aire 0.15% - 2 semanas.....	87
Tabla 43. Resistencias logradas por el espécimen con aditivo que añade aire 0.20%-2 semanas.....	88
Tabla 44. Resistencias determinadas por el espécimen patrón-4 semanas.....	89
Tabla 45. Resistencias determinadas por el espécimen de grafito en polvo 2.5% - 4 semanas.....	90
Tabla 46. Resistencias determinadas por el espécimen con grafito en polvo 3.5% - 4 semanas.....	90
Tabla 47. Resistencias determinadas por especímenes con aditivo que añade aire 0.15% - 4 semanas.....	91
Tabla 48. Resistencias determinadas por espécimen con aditivo que añade aire 0.20% - 4 semanas.....	92
Tabla 49. Contraste de resistencias con grafito en polvo y aditivo que añade aire	93
Tabla 50. Resumen de las desigualdades de 5 con relación al hormigón patrón.....	93
Tabla 51. Resistencias a flexión con % eficientes de GP + AIA, 7 días	94
Tabla 52. Resistencias a flexión con % óptimos de GP + AIA, 2 semanas.....	94
Tabla 53. Resistencias a flexión con % óptimos de GP + AIA, 4 semanas.....	95
Tabla 54. F’c con % óptimos de GP + AIA, 1 semana.....	96
Tabla 55. F’c con % óptimos de GP + AIA, 14 días	96
Tabla 56. F’c con % óptimos de GP + AIA, 28 días	96
Tabla 57. Recopilación de resistencias obtenidas con 4% PG + 0.10% AIA.....	97



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Conformantes del Hormigón.....	15
Figura 2. Cemento Portland.....	19
Figura 3. Materiales para el hormigón.....	19
Figura 4. Agua para el concreto.....	22
Figura 5. Polvo de grafito.....	25
Figura 6. Estructura del PG.....	26
Figura 7. Cualidades físicas.....	27
Figura 8. Aditivo que añade de aire.....	29
Figura 9. Insumos para calcular un Hormigón Correcto.	33
Figura 10. Especímenes Cilíndricos.....	34
Figura 11. Ensayo del Slump.....	36
Figura 12. Pasos de desarrollo de probetas.....	39
Figura 13. Instrumento digital para ensayos de concreto a compresión.....	40
Figura 14. Prueba de la resistencia a flexión.....	42
Figura 15. polvo de grafito.....	48
Figura 16. Aditivo incorporador de aire.....	48
Figura 17. Tamices de granulometría.....	49
Figura 18. Peso específico y contenido de absorción.....	50
Figura 19. Peso unitario consolidado del agregado grueso.....	51
Figura 20. Peso específico con fiola del agregado fino.....	52
Figura 21. Resistencia a compresión.....	55
Figura 22. Resistencias a la flexión.....	56
Figura 23. Granulometría del agregado grueso.	60
Figura 24. Granulometría del agregado fino.	60



Figura 25. Contraste del asentamiento del espécimen con grafito en polvo 2.5%	63
Figura 26. Contraste del asentamiento con polvo de grafito en 3.5%	64
Figura 27. Contraste del asentamiento con incorporador de aire en 0.15%	65
Figura 28. Contraste del asentamiento con aditivo incorporador de aire 0.20%	66
Figura 29. Contraste del asentamiento de la operabilidad.....	67
Figura 30. Contraste de resistencias logradas, espécimen+2.5% de polvo de grafito – 1 semana	69
Figura 31. Contraste de las resistencias logradas, MP + grafito en polvo 3.5% - 7 días .	70
Figura 32. Contraste de las resistencias logradas, VP +0.15% AIA- 1 semana.....	71
Figura 33. Contraste de las resistencias logradas, espécimen estándar +0.20% AIA- 1 semana	72
Figura 34. Contraste de las resistencias alcanzadas, muestra patrón – 2 semanas	73
Figura 35. Contraste de las resistencias logradas, espécimen+2.5% grafito en polvo- 2 semanas.....	73
Figura 36. Contraste de las resistencias logradas, espécimen + grafito en polvo 3.5%- 2 semanas.....	74
Figura 37. Contraste de resistencias logradas, VP+0.15% adi. incorporador de aire- 14 días.....	75
Figura 38. Resistencias alcanzadas, VP+0.20% adit. que añade de aire – 2 semanas.....	76
Figura 39. Contraste de las resistencias alcanzadas, muestra patrón – 4 semanas	76
Figura 40. Contraste de las resistencias logradas, espécimen+2.5% polvo en grafito- 4 semanas.....	77
Figura 41. Contraste de las resistencias logradas, espécimen + polvo de grafito 3.5%- 4 semanas.....	78
Figura 42. Resistencias logradas, VP+0.15% aditivo que añade aire – 4 semanas	79
Figura 43. Resistencias logradas, VP+0.20% aditivo que añade aire – 4 semanas	79



Figura 44. Contraste de resistencias obtenidas con el espécimen patrón – 1 semana. 81

Figura 45. Resistencias alcanzadas el espécimen con grafito en polvo 2.5% - 1 semanas. 82

Figura 46. Contraste de resistencias alcanzadas con aditivo que añade aire 0.15% - 1 semana. 84

Figura 47. Contraste de resistencias obtenidas con aditivo que añade aire 0.20% - 1 semana 85

Figura 48. Contraste de las resistencias con el espécimen patrón -2 semanas. 85

Figura 49. Resistencias determinadas con el espécimen con grafito en polvo 2.5% - 2 semanas..... 86

Figura 50. Contraste de resistencias determinadas del espécimen con grafito en polvo 3.5% - 2 semanas 87

Figura 51. Contraste de resistencias obtenidas con aditivo que añade aire 0.15% - 2 semanas..... 88

Figura 52. Contraste de resistencias obtenidas con aditivo que añade aire 0.20% - 2 semanas..... 88

Figura 53. Contraste de resistencias obtenidas con el espécimen patrón – 4 semanas. ... 89

Figura 54. Contraste de resistencias obtenidas con grafito en polvo 2.5% - 4 semanas .. 90

Figura 55. Contraste de resistencias obtenidas con grafito en polvo 4% - 4 semanas 91

Figura 56. Contraste de resistencias obtenidas con aditivo que añade aire 0.15% - 4 semanas..... 91

Figura 57. Contraste de resistencias obtenidas con aditivo que añade aire 0.20% - 4 semanas..... 92

Figura 58. Contraste de las resistencias obtenidas – 1, 2 y 4 semanas..... 95



RESUMEN

El actual proyecto de investigación, llamado “Análisis de la aplicación de polvo de grafito y aditivos incorporadores de aire sobre las propiedades físicas y mecánicas del hormigón en la provincia de San Román”, se diseñó para estudiar el efecto que posee el polvo de grafito y los aditivos incorporadores de aire sobre las cualidades mecano-físicas del concreto. Específicamente, el proyecto tuvo como objetivo determinar cómo estas características se ven alteradas por la suma de estos aditivos. En esta investigación se ensayaron un total de 180 muestras de hormigón, la cual tuvo lugar conforme con los requerimientos especificados por la Política Nacional de Transporte (NTP). El estudio usó un modelo experimental, el método científico y un enfoque aplicado. Se incluyó polvo de grafito en % de 3,5% y 5,5% en una formulación que se expuso a una serie de exámenes de evaluación. La formulación también incluyó valores de 0,15% y 0,20%. Para realizar el ensayo de resistencia, se utilizó una muestra patrón, la cual estaba compuesta por agregado extraído de la cantera de Unocolla. Mediante la suma de polvo de grafito y aditivos incorporadores de aire a la lechada, se ha demostrado que la trabajabilidad del hormigón puede reducirse hasta su umbral mínimo. Por el contrario, el uso del aditivo incorporador de aire produce una gran mejora en la trabajabilidad del hormigón, lo que lo sitúa en la posición de ser la alternativa más aconsejable para este caso concreto. Tras un periodo de 1, 2 y 4 semanas, se adquirieron los resultados de los ensayos realizados a la muestra maestra. Tras la aplicación del polvo de grafito a una concentración del cuatro por ciento, los resultados mostraron que el valor máximo de flexión fue de 29,34 kg/cm² cuando se aplicó el polvo de grafito. Se logró una $f'c$ de 230,53 kg/cm² con el polvo de grafito a una concentración del 3,5% cuando se examinó simultáneamente con el otro elemento, que ofreció los datos más positivos posibles. Después de eso, se realizó una prueba de resistencia a la flexión adicional, y se tuvieron en cuenta ambos componentes a lo largo del



proceso. Se alcanzó un aumento de resistencia de 231,72 kg/cm² mediante el uso de valores óptimos, lo que indicó que la combinación más eficiente fue una dosis de 4,5% de polvo de grafito y 0,20% de aditivo añadido de aire.

Palabras Clave: Grafito, diseño de mezcla, propiedades mecánicas, resistencia mecánica, aditivo incorporador de aire.



ABSTRACT

The current research project, entitled "Analysis of the application of graphite powder and air-entraining additives on the physical and mechanical properties of concrete in the province of San Román," was designed to study the effect of graphite powder and air-entraining additives on the mechanical and physical properties of concrete. Specifically, the project aimed to determine how these characteristics are altered by the addition of these additives. In this research, a total of 180 concrete samples were tested in accordance with the requirements specified by the National Transportation Policy (NTP). The study used an experimental model, the scientific method, and an applied approach. Graphite powder was included in percentages of 3.5% and 5.5% in a formulation that was subjected to a series of evaluation tests. The formulation also included values of 0.15% and 0.20%. To perform the strength test, a standard sample was used, which was composed of aggregate extracted from the Unocolla quarry. By adding graphite powder and air-entraining additives to the slurry, it has been demonstrated that the workability of concrete can be reduced to its minimum threshold. On the contrary, the use of the air-entraining additive produces a great improvement in the workability of concrete, which places it in the position of being the most advisable alternative for this specific case. After a period of 1, 2, and 4 weeks, the results of the tests carried out on the master sample were obtained. After applying graphite powder at a concentration of 4%, the results showed that the maximum flexural strength was 29.34 kg/cm² when graphite powder was applied. An f_c of 230.53 kg/cm² was achieved with graphite powder at a concentration of 3.5% when tested simultaneously with the other element, which offered the most positive data possible. After that, an additional flexural strength test was performed, and both components were taken into account throughout the process. A strength increase of 231.72 kg/cm² was achieved using optimal



values, indicating that the most efficient combination was a dose of 4.5% graphite powder and 0.20% air-entraining additive.

Keywords: Graphite, mixture design, mechanical properties, mechanical strength, air-entraining additive.



INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente exigencia de los requisitos de calidad que se han impuesto en las últimas décadas, la ejecución de infraestructuras ha experimentado grandes cambios. Estos cambios se han producido como consecuencia de esa exigencia. En vista de que el concreto es un elemento que se usa a menudo en el sector de la ejecución en todo el mundo, es importante asumir un nuevo desafío para optimizar la operabilidad y el desempeño de las estructuras que se construyen con hormigón. Existe la creencia generalizada de que el uso de técnicas a nanoescala tiene el potencial de mejorar las propiedades de las estructuras de hormigón. Según Grafeno.co (2019), como se mencionó, "la mayoría de los daños que se desarrollan en el hormigón son causados por defectos que ocurren durante la producción química del cemento".

Según el censo más reciente que se llevó a cabo de viviendas en el Perú y que fue desarrollado en su totalidad, la zona a lo largo de la playa, que se encuentra principalmente ubicada en la región norte, tiene la mayor densidad de población de cualquier región de la nación. La densidad humana en las tierras altas está disminuyendo gradualmente, lo que finalmente resulta en una disminución relevante en la cantidad de selva tropical que existe allí. El hormigón y la mampostería son las dos clases de materiales de construcción que más se usan en la construcción de edificaciones en Perú, como lo demuestran los resultados del estudio. Es una práctica común ignorar la mampostería y el hormigón, que en la lengua vernácula se denominan "materiales nobles". Esto se debe a la suposición de que estos materiales significan progreso, prestigio, calidad, seguridad y comodidad. Debido a la prevalencia de esta imagen, las estructuras que se construyen con materiales como arcilla, madera y componentes prefabricados a menudo se pasan por alto.

El hormigón y el cemento son dos de los materiales de construcción más importantes que se utilizan en todo el mundo. Una posible explicación es que el negocio



depende del hormigón, un producto que a menudo se mezcla con agua, más que cualquier otra sustancia. En todo el mundo se utilizan varios procesos para generar alrededor de 13 000 millones de metros cúbicos de hormigón cada año.

Por lo tanto, debido a la mejora constante de los materiales de construcción gracias a los avances técnicos, el sector de la construcción se enfrenta continuamente a nuevos obstáculos. En teoría, esto podría llevar a la hipótesis de que los materiales de construcción evolucionan con el tiempo. Desde este punto de vista, una de las mejores opciones sería combinar los componentes con aditivos.

Existe una creciente necesidad de hormigón en el área de Juliaca. Esto se debe al hecho de que el hormigón es ahora un material que ofrece un rendimiento extraordinario, incluida la capacidad de soportar cargas considerables y brindar opciones estructurales deseables. El uso del hormigón en la actualidad es el culpable de esto. Por otro lado, los esfuerzos continuos que se están realizando para optimizar las cualidades mecano-físicas del material han dado como resultado la exploración de productos químicos y mezclas alternativas que sean capaces de mejorar las características intrínsecas del material.

Se ha afirmado que el polvo de grafito, que es conocido por sus propiedades conductoras y lubricantes, podría ser un candidato potencial para optimizar las cualidades del concreto. Un ejemplo de sustancia bien conocida es el polvo de grafito. Por otro lado, la integración del aditivo incorporador de aire confiere más pros en lo que respecta a la integridad estructural y la longevidad del producto. Además, la suma optimiza la trabajabilidad del concreto en entornos de poca T° , como en el que nos encontramos ahora.

Este estudio se separa en 4 cap., que se organizan así:

La metodología de estudio, la metodología de la problemática, los objetivos, la justificación, la creación de la hipótesis y las variables de estudio se describen al comienzo del proceso de investigación. El segundo componente del Marco teórico es una presentación del estudio que tienen lugar sobre el tema tanto a nivel internacional como



nacional, así como una discusión de los fundamentos teóricos que se utilizaron en la investigación. Una descripción completa de la metodología de investigación, el modelo metodológico y el procedimiento metodológico se puede encontrar en la tercera parte del estudio. En esta parte se justifica la cantidad de cemento que se utilizó para las unidades, se describen las características de la prensa que se utilizó para la compactación de la mezcla y se describen con cierta extensión las técnicas para este estudio. Esta sección incorpora todos y cada uno de estos componentes. En la cuarta parte, que lleva por título “Resultados y Discusión”, se presenta un análisis comparativo junto con los antecedentes del estudio. En esta parte se expresan y discuten los resultados de las pruebas que se llevaron a cabo a lo largo de esta investigación. A modo de conclusión, se incluyen también recomendaciones. Además, se proporcionan los apéndices y referencias bibliográficas.



CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Exposición de la problemática

Las tecnologías de ingeniería contemporáneas están siempre avanzando en la creación de insumos de ejecución que exhiben diversas características de elevado desempeño. Este avance está impulsado por varias tecnologías de ingeniería. Según Saez (2008), para que estos materiales admitan futuras aplicaciones estructurales, deben demostrar una resistencia y un rendimiento mecánico mejorados, así como poseer atributos adecuados para diversas aplicaciones.

El concreto, un insumo ampliamente usado a nivel mundial, es considerado esencial para la construcción a escala nanométrica por varios miembros de la comunidad científica. Las características químicas y fisicomecánicas del hormigón pueden mejorar significativamente a este tamaño.

Una carga de tracción reducida induce la propagación de grietas, lo que da como resultado que el sistema cementicio presente una resistencia a la tracción y una tenacidad a la fractura deficientes. La propagación de fisuras se produce cuando la tensión de tracción se mantiene a un nivel constante. Aunque el sistema cementicio exhibe una resistencia mecánica significativa, esto es cierto a pesar de su potencia inherente. Se han realizado



intentos recientes para abordar estas limitaciones mediante la inclusión de nanopartículas en compuestos cementicos para optimizar sus cualidades. Estos esfuerzos se han realizado para mejorar las características de estos compuestos.

Desde la década de 1980, el Perú ha experimentado avances notables en el desarrollo con hormigón. Esto se debe a la facilidad de obtener concreto estándar para la venta comercial (que va desde 175 a 350 kg/cm²) sin ser necesario materiales adicionales. Esto explica por qué se presenta esta situación. Sin embargo, es fundamental optimizar los hormigones comunes mediante la inclusión de escorias producidas durante la fabricación de demás componentes.

El empleo de polvo de grafito en la industria de materiales de construcción demuestra un compromiso firme y una mejora notable en la innovación y la tecnología. La suma de estos aditivos, capaces de mejorar sustancialmente las características del hormigón, tiene el potencial de aumentar notablemente la resistencia mecánica, la longevidad y el desempeño térmico del concreto.

Las propiedades aislantes del hormigón se mejoran y su resistencia a muchas variables ambientales se amplía añadiendo polvo de grafito al material. El grafito tiene varias ventajas sobre otros materiales, entre ellas su alta conductividad térmica y su reputación de ser un material resistente. Para reducir la probabilidad de efectos adversos sobre otras propiedades del hormigón, es fundamental realizar una evaluación exhaustiva de la adición de este componente. La presencia de este componente podría dar lugar a resultados imprevistos.

La incorporación de aditivos incorporadores de aire mejora tanto la trabajabilidad del hormigón como a diferentes temperaturas. Debido a las circunstancias climáticas particulares que se viven en nuestra ciudad, el uso de estos materiales podría brindar ventajas significativas para el municipio de Juliaca. Esto se debe a las circunstancias meteorológicas que prevalecen en nuestra ciudad.



La investigación puede dar como resultado avances sustanciales en los materiales de construcción, facilitando la adaptación a una civilización en constante evolución. Para asegurar el equilibrio a largo plazo de los desarrollos en ciertas calidades, es esencial idear un enfoque integral y orientado a la globalización.

Una necesidad social que ha surgido de esto es la necesidad de priorizar las revisiones enfocadas a optimizar las propiedades mecano-físicas de este insumo para ayudar a un segmento significativo de la población, específicamente a los que habitan en las zonas montañosas del país. Esta es una necesidad social que ha surgido a raíz de esto.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Pregunta general*

¿Cómo influye la aplicación del grafito en polvo y aditivo inclusor de aire en las propiedades físico mecánicas del concreto en la provincia de San Román?

1.2.2 *Preguntas específicas*

- ¿Cómo determinar la caracterización de los agregados procedentes de la cantera Unocolla?
- ¿Cuál es el asentamiento del concreto con la aplicación del grafito en polvo y aditivo incorporador de aire en la provincia de San Román?
- ¿Cuál es la resistencia a la compresión y flexión del concreto con la aplicación del grafito en polvo y aditivo incorporador de aire en la provincia de San Román?

1.3 Justificación de la investigación

1.3.1 *Justificación práctica*

Este estudio se realizó para abordar la necesidad de una tecnología innovadora del hormigón. La mayoría de los proyectos de construcción en nuestro país todavía usan maneras convencionales en sus planes de ejecución. Esta investigación se llevó a cabo



como consecuencia. Esto requirió un cambio rápido del hormigón tradicional a un tipo más avanzado con propiedades físicas superiores.

1.3.2 Justificación técnica

El descubrimiento de insumos de concretos revolucionarios y su $F'c$ es crucial, ya que dará como resultado proyectos de construcción más duraderos. En consecuencia, estos conformantes poseen la disposición de optimizar notablemente la durabilidad y la eficiencia de los proyectos en curso. Las conclusiones de este estudio pueden proporcionar a la industria del desarrollo de información beneficiosa y beneficios para todas las partes interesadas involucradas.

1.3.3 Justificación social

Desde la perspectiva sociológica, el establecimiento de infraestructuras robustas, duraderas y eficaces en Juliaca impacta de forma directa en el estándar de vida de los que la habitan. El uso de grafito y agentes superplastificantes en el concreto puede optimizar significativamente la durabilidad y la seguridad de las estructuras. Esto mejora la resiliencia de los edificios contra daños. Este método mitiga las amenazas potenciales para la comunidad y garantiza el establecimiento de un marco urbano sólido.

1.3.4 Justificación ambiental

Se espera que el empleo de polvo de grafito y un agente incorporador de aire en esta mezcla de hormigón proporcione importantes ventajas ecológicas. Aunque el hormigón será más avanzado gracias a la incorporación de estos componentes, exhibirá importantes beneficios en cuanto a su resistencia y propiedades mecánicas. El hormigón demostrará estas mejoras, lo que alargará significativamente su vida útil, eliminando el requerimiento de cualquier tratamiento o conservación a lo largo de su existencia.



1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general*

Analizar la aplicación del grafito en polvo y aditivo inductor de aire en las propiedades físico mecánicas del concreto en la provincia de San Román

1.4.2 *Objetivos específicos*

- Determinar la caracterización de los agregados procedentes de la cantera Unocolla.
- Determinar el asentamiento del concreto con la aplicación del grafito en polvo y aditivo incorporador de aire en la provincia de San Román.
- Determinar la resistencia a compresión y flexión del concreto con la aplicación del grafito en polvo y aditivo incorporador de aire en la provincia de San Román.

1.5 Hipótesis

1.5.1 *Hipótesis general*

La aplicación polvo de grafito y aditivo incorporador de aire mejoran la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de San Román.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- Los agregados de la cantera Unocolla son positivos para el diseño de un concreto.
- La aplicación de grafito en polvo y aditivo incorporador de aire son positivos en el asentamiento de un concreto.
- La incorporación de grafito en polvo y aditivo incorporador de aire aumenta la resistencia a la compresión y la flexión del concreto.



1.6 Variables e indicadores

✓ **Variable independiente**

Polvo de grafito y aditivo introductor de aire

a. Indicadores

- Porcentajes

✓ **Variable dependiente**

Cualidades físico mecánicas

b. Indicadores

- Modelo de mezclas
- Asentamiento
- F’c y flexión

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable independiente: Polvo de grafito y aditivo incorporador de aire	La notable conductividad eléctrica y la capacidad lubricante del material están influidas por su estructura. La cantidad de agua necesaria se puede reducir con el uso de estos aditivos, que se emplean para lograr la viscosidad deseada.	%	Porcentaje
Variable dependiente: Cualidades físico mecánicas	Las cualidades mecánicas del hormigón hacen alusión a su disposición para aguantar diversas tensiones, como la compresión, la flexión, la flexión y las fuerzas de impacto. El hormigón es muy apropiado para las operaciones de construcción.	Cualidades físico mecánicas	Diseño de mezclas Asentamiento F’c y flexión



CAPITULO II

MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Gracias, Ellerly NAVARRO. Declaración realizada en la tesis de Bogotá de 2015 titulada: Aumento de la resistencia a la compresión del hormigón mediante nanotubos de carbono. (Trabajo de investigación para la obtención del título de grado). Los siguientes resultados fueron obtenidos en 2015 por la Universidad del Distrito Francisco José de Caldas de Bogotá: Un área sin explorar para la investigación y el desarrollo es el uso de nanotubos de carbono en mezclas de hormigón, que ha recibido sorprendentemente poca atención en Colombia. La meta de este estudio es investigar nuevos materiales para concreto, específicamente nanotubos de carbono (CNTs), estableciendo así una nueva vía para optimizar las cualidades del hormigón convencional mediante la aplicación de la nanotecnología, centrándose en pequeñas partículas. La integración de nanotubos de C mejora la $F'c$ de la mezcla de concreto, logrando una mejora del 11,7% con un contenido de nanotubos de 0,3% en relación con la masa total de cemento en el diseño propuesto. Adicionalmente, se visualiza un incremento del 10,2% en el aguate con un contenido de nanotubos de 0,5%. Estos resultados se pueden comparar con una muestra de control, que arroja una $F'c$ de 0,3%. Se deben producir más especímenes para asegurar una evaluación más confiable. El área de contacto de estos nanotubos, que mide 165 metros cuadrados por



gramo, puede explicar este fenómeno. El vertido de la combinación de concreto en los cilindros de muestra designados requiere que las partículas de agua hidraten una mayor superficie dentro de la combinación, lo que da como resultado una pérdida de manejabilidad de la combinación de concreto. La inserción directa de nanotubos de carbono en la combinación de concreto ha disminuido la trabajabilidad del hormigón. El uso de acero en mezclas de construcción facilita el refuerzo de las estructuras de los edificios. Esto se ve facilitado por el uso de acero. Estas estructuras pueden soportar más presión debido a la dureza de esta combinación, lo que finalmente conduce a una mayor vida útil de los sistemas. Los nanotubos mejoran significativamente la capacidad de resistencia de la mezcla, lo que facilita los proyectos de construcción a gran escala y permite completar trabajos más extensos en un plazo reducido. Esto constituye una ventaja significativa.

En 2014, Lomarat et al. Para tres relaciones agua-aglutinante (w/b) diferentes — 0,5, 0,4 y 0,3— se analizaron la resistividad eléctrica y el F_c de sensores a base de cemento que contenían fibra de carbono (fracción volumétrica del 4 % y del 2 %) y polvo de grafito (10 %, 4 % y 2 % del peso del hormigón) en el estudio titulado «Efecto de la fibra de carbono y el polvo de grafito en la resistividad de un sensor a base de cemento bajo compresión». Para evaluar el efecto de su maduración, se evaluó la resistividad de los sensores 28 días después del desmoldeo. Este seguimiento a las 4 semanas de edad, se analizó su F_c y se determinó que era de alrededor de 28 días. Luego se evaluó el problema de la exposición a un régimen de carga de compresión que consta de tres ciclos (0,0025, 0,005 y 0,01). Esto se llevó a cabo después de completar el paso anterior. Los valores hallados de los ensayos señalaron que la fibra de carbono tenía propiedades superiores en comparación con el grafito en polvo. La conclusión se halló después de la ejecución de las pruebas. La F_c de los sensores basados en hormigón disminuyó y los resultados de la prueba de resistividad mostraron una variabilidad considerable. A pesar de que la inserción de polvo de grafito resultó en una disminución de la resistividad del insumo, este fue el



caso. Con respecto a la piezorresistividad, ninguno de los sensores exhibió respuestas adecuadas hasta que la tensión de compresión cayó por debajo de 0,005, e incluso entonces, solo en condiciones extraordinarias.

Según la investigación de Nowak-Michta (2020) titulada «Análisis del impacto de los aditivos aireantes y superplastificantes en la resistencia a la compresión del hormigón», una forma de mejorar la resistencia del material al hielo y al deshielo es incluir un agente aireante en la mezcla. Se sabe que esta estrategia reduce el $F'c$. Para maximizar la resistencia del hormigón a la congelación, se suele utilizar este método. Según estudios académicos recientes, no parece existir una asociación positiva entre la concentración de aire y $F'c$. Se utiliza una reducción del 5,5 % para caracterizar esta asociación. Esta correlación es coherente con los resultados obtenidos en la investigación empírica. Es fundamental investigar el impacto del superplastificante en las propiedades de la mezcla y en la estructura final del hormigón, ya que es uno de los principales responsables de la notable disminución de $F'c$. Esto hace referencia al hecho de que la cantidad total de aire en el hormigón aumenta la resistencia del material. En este estudio, queremos averiguar principalmente cómo afecta a $F'c$ la adición de un aditivo aireante y un superplastificante al material. La investigación examinará específicamente el efecto de esta aplicación en el material. Los datos se adquirieron de ocho conjuntos separados de muestras de hormigón para el experimento. Las muestras incluyeron versiones con aire añadido y aquellas sin hormigón con aire añadido. Se encontró que la composición elemental de los especímenes de hormigón era uniforme, lo que era esencial para lograr los tipos de consistencia S1, S2, S3 y S4. Se utilizó un superplastificante para modificar al añadir aire en el hormigón con aire incorporado.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Rodriguez (2016) en proyecto de investigación: En la Universidad Nacional del Centro del Perú se realizó un estudio de fisuras en losas de hormigón armado. En el



experimento se utilizó un aditivo aireante para probar el hormigón autocompactante. El estudio de la fractura de losas de hormigón reforzadas con acero será el tema central de esta investigación, cuyo objetivo es determinar el impacto de una mezcla de hormigón autocompactante que incorpora un aditivo aireante. Los resultados de los experimentos se detallan en la siguiente lista: El diseño A-1 (10 %), el diseño A-2 (11,5 %) y el diseño A-3 (12,5 %) tuvieron tiempos T50 de 11 segundos, 6 segundos y 5 segundos, respectivamente. Las pruebas con anillo en J dieron como resultado 0,54 m, 0,6575 m y 0,6655 m, mientras que las pruebas con caja en L dieron conexiones H2/H1 de 0,74, 0,95 y 0,97, respectivamente. Todos estos hallazgos fueron facilitados por la prueba del anillo J. En conclusión, el empleo del aditivo superplastificante incorporador de aire Master Glenium SCC 3800 mitiga de forma relevante la aparición de fracturas efectuadas por retracción plástica y asentamiento plástico durante los primeros momentos. El incorporador de aire mejora significativamente la eficacia del ingrediente superplastificante. Este aditivo previene la formación de fracturas en las losas de hormigón durante su primer mes de existencia. Estas fisuras son causadas por la contracción térmica y la retracción por desecación, y se mitigan con el uso de este aditivo.

Los equipos Villacrez y Jesús El objetivo de esta tesis, cuyo subtítulo es «Mejora de las propiedades físico-mecánicas del hormigón mediante la adición de polvo de grafito», es revisar diversos ensayos de control de calidad del hormigón que se encuentran en trabajos académicos de varios países. La meta primaria de este proyecto es determinar si el grafito en polvo puede realmente optimiza las cualidades mecánicas y físicas del hormigón. Este análisis tiene datos reales y modelos teóricos sobre las cantidades eficaces de grafito en polvo y los pros resultantes en las cualidades físicas. Los valores hallados de este estudio se proporcionan juntos. La técnica de estudio utilizada en este trabajo comprende análisis de escritorio, revisión de la literatura y análisis descriptivo. Una estrategia utilizada en la construcción del marco conceptual es la referencia a la literatura académica reciente. El



objetivo principal de este estudio es obtener datos adecuados sobre las características mecánicas y físicas del hormigón mixto. Según los resultados de este estudio, se consiguen unas cualidades óptimas del hormigón utilizando cantidades mínimas de polvo de grafito. Esto se ha demostrado mediante un cambio en la composición del material. Otra ventaja del polvo de grafito es que reduce la consistencia y la resistencia eléctrica del hormigón cuando se utiliza en este material. Los datos indican que las cantidades variadas de grafito en polvo no mejoran la operabilidad del hormigón estándar. La suma de grafito en polvo conduce a una disminución del asentamiento, primeramente, debido a las cualidades de absorción de agua del grafito en polvo. La disminución del asentamiento es una ventaja notable. Por el contrario, estudios anteriores sugieren que se puede lograr una mejora de la resistencia a la flexión disminuyendo la conexión cemento-agua, suponiendo la falta de presencia de aditivos superplastificantes. Esto representaría un avance sustancial en la consecución del resultado deseado. La conexión inversa entre el contenido de agua y la $F'c$ puede explicar los comportamientos observados. La reducción se debe a la reducción de la resistencia mecánica resultante de la suma deliberada.

El grafeno es un nanomaterial incorporado al hormigón con una $f'c$ de 210 kg/cm^2 , y el objetivo de este estudio es investigar los efectos del grafeno en su rendimiento. En 2019, Bartra se concentró en denotar el efecto potencial del grafeno como elemento nanotecnológico en formulaciones de hormigón para mejorar la dureza y la frescura, basándose en una investigación realizada en 2018. Esto se llevó a cabo para ilustrar el uso de grafeno en formulaciones de hormigón. En consecuencia, para obtener mediciones precisas del hormigón y su resistencia, realizó un examen exhaustivo de cada componente propuesto para su inclusión en la mezcla. Generó cuatro combinaciones únicas, una de las cuales excluía el grafeno por completo, mientras que las otras tres incluían grafeno en cantidades variadas. El hormigón estándar fue diseñado para lograr una $f'c$ de 210 kg/cm^2 luego de 28 días desde su formulación inicial. La adición de grafeno demostró que la nueva



forma del material permaneció inalterada a pesar de su idoneidad para el procesamiento. La integración del grafeno en el hormigón mostró una correlación muy favorable con su resistencia. El uso de grafeno en el hormigón aceleró significativamente el proceso de endurecimiento en contraste con el hormigón sin él.

2.1.3 Antecedentes locales

Calderón (2016), en su proyecto "Influencia del poliestireno, aditivo incorporador de aire en el comportamiento mecánico del concreto con agregado natural y procesado de la ciudad de Huancané", La meta principal fue calcular utilizando poliestireno y un aditivo que añade aire. El agregado crudo se obtuvo de la cantera de Isla-Juliaca, mientras que el insumo procesado se consiguió de la cantera de Quechaya-Huancané. En total, se produjeron cuarenta y dos probetas, que luego se dividieron en dos grupos distintos. En el grupo inicial de veintiún briquetas, tres están compuestas por agregado natural, nueve incorporan poliestireno en concentraciones de 0,3%, 0,6% y 0,9%, y nueve adicionales contienen un aditivo añadiente de aire en las mismas especificaciones respectivas en función del peso del cemento. El grupo número 2 está compuesto por 21 briquetas, tres de las cuales incluyen agregado tratado, nueve de las cuales incorporan poliestireno en concentraciones de 0.3%, 0.6% y 0.9% con respecto al peso del cemento, y nueve adicionales que contienen un aditivo que añade aire en las mismas concentraciones respectivas con base en el peso del cemento. El ensayo de deformación del concreto se llevó a cabo para calcular el modelo de elasticidad. Los dos estudios se realizaron veintiocho días después de que las briquetas fueron insertadas en la construcción. Los datos derivados del agregado natural proveniente de la cantera de Isla, que contiene poliestireno en una concentración de hasta 0.9% con relación al peso del hormigón, indicaron una reducción de la f_c de hasta 20.58% y una disminución en el módulo de elasticidad de hasta 30.18%. Las conclusiones se basaron en la observación de que el contenido de poliestireno alcanzó el 0,9%. Cuando se incluye agregado natural en el hormigón con un aditivo que



añade aire en una concentración del 0,9% del peso total del hormigón, la $f'c$ del hormigón disminuye en un 16,49% y el módulo de elasticidad disminuye en un 25,83%. Esto se debe a que el ingrediente incorporador de aire representa un mayor porcentaje del peso final del hormigón. Usando agregado procesado procedente de la cantera de Quechaya Huancané, los investigadores encontraron que la $F'c$ del agregado se redujo hasta en un 26,08%, mientras que el módulo de elasticidad se redujo en un 12,47%. Esto ocurrió debido a la presencia de poliestireno en una concentración del 0,9% en conexión con el peso final del hormigón. Por el contrario, la $F'c$ del concreto disminuyó en un 28,73% y el módulo de elasticidad disminuyó en un 5,41% cuando el agregado procesado se combinó con un aditivo que añade aire en una dosis en peso del 0,9% al cemento. Esta combinación fue la utilizada.

CCOPA, Heber. Efecto del Grafeno Como Aditivo Nanotecnológico En La Resistencia Del Concreto, Puno 2017. (Tesis Pregrado). UNA, Puno, alcanzó las conclusiones: La integración de grafeno en el hormigón da como producto hallado una mejora de la $F'c$ de aproximadamente un 26% sobre el valor estándar. Esto no solo optimiza la $F'c$, sino que además reduce significativamente su tiempo de curado. Los valores hallados del ensayo de asentamiento señalan que el grafeno en el concreto mejora significativamente la trabajabilidad del material. Al finalizar la prueba, la trabajabilidad del hormigón mejoró de 4,40 pulgadas a 5,50 pulgadas, como lo muestran los resultados. El hormigón que incluye grafeno demuestra una mejora del 47% en el rendimiento en relación con los hormigones convencionales, siendo la dosis ideal de grafeno del 0,5%. La $F'c$ del material se ha elevado a 210 kg/cm², lo que expresa una optimización relevante. Una de estas variables es su edad, que indica la duración permitida para el curado. El área adyacente ofrece un acceso conveniente a todos los recursos esenciales para el proyecto. Los materiales incluyen agregados, aditivos, cemento estándar y agua. Todos estos suministros son necesarios para el proyecto.



2.2 Marco teórico

2.2.1 El Concreto

El hormigón está formado por dos elementos: partículas y pasta. Estos dos elementos constituyen el hormigón. El hormigón es un ejemplo de sustancia sintética. Esta sustancia está formada por hormigón Portland y agua, que unen los aditivos de roca que componen el material. El resultado final es una masa que se ha consolidado y tiene características similares a las de la roca sintética (Ríos, 2011). El agente aglutinante y el agua participan en un proceso químico, dando lugar al desarrollo de la pasta. Este procedimiento implica la creación de la pasta. Los agregados se consideran la fase discontinua del hormigón porque no están conectados y están separados por diferentes espesores de pasta endurecida. La pasta, por el contrario, constituye la fase continua del hormigón. Según la Norma de Hormigón Armado E.060, el hormigón se describe como un material compuesto que consiste en concreto Portland o un concreto hidráulico alternativo. Los aditivos se consideran un elemento opcional del concreto. Hoy por hoy, el concreto se puede fabricar con distintas calidades ajustando meticulosamente las dosis de sus insumos constituyentes y/o empleando áridos especializados, además de aditivos Barba & García, 2018), (Nilson, 1999). Nilson (1999) sostiene que el estándar del hormigón depende de muchos factores, a saber, el estándar del producto, el estándar del árido y la unión entre la pasta y los áridos. El hormigón de alta calidad están completamente envueltas por el insumo, que ocupa todas las dimensiones intersticiales entre las moléculas. Esto garantiza que el hormigón sea de la máxima calidad.

2.2.1.1 Componentes del Concreto

Conforme con Pasquel (1998), El hormigón tiene muchos componentes activos, entre ellos el hormigón, el líquido, los áridos y los agregantes. Sin embargo, el aire se considera un conformante pasivo en la síntesis del material de concreto. El empleo de aditivos en el concreto se ha vuelto más frecuente debido a que mejoran la trabajabilidad,

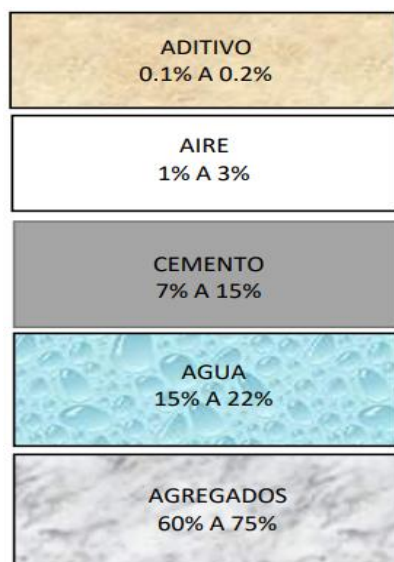
la resistencia y la durabilidad, lo que produce ventajas tanto para la economía como para el medio ambiente. Los aditivos proporcionan pros tanto para el desarrollo como para el ambiente.

La noción tradicional de los aditivos los consideraba opcionales; sin embargo, las perspectivas modernas los reconocen como componentes estándar. Los galenos han comprobado la eficiencia de estos materiales para optimizar la operabilidad, el aguante y la durabilidad, lo que explica su logro. En última instancia, esta estrategia es más económica si se consideran los recursos conservados para los trabajadores, el equipo de situación y consolidación, la conservación y las reparaciones, así como la reducción del uso de cemento.

Dimensiones en volumen final de los conformantes del hormigón:

Figura 1

Conformantes del Hormigón



Nota. Instituto de Construcción y Gerencia, ICG, 2013.

2.2.2 *Cemento*

El hormigón se elabora pulverizando el clínker después de la calcinación y luego mezclándolo con arcilla y otras sustancias calcáreas. Este procedimiento culmina en la fabricación del cemento. Para lograr los objetivos del estudio se utilizará Cemento Extra

Forte Tipo Ico, categorizado como aditivo bajo la norma ASTM C595, cuya producción está a cargo de Cementos Selva S.A., dentro del departamento riojano de San Martín. Si bien está diseñado para un uso extensivo, se aconseja su utilización en suelos no salinos para la construcción de cimentaciones, vigas y columnas. Además, posee propiedades excepcionalmente resilientes, las cuales se desarrollarán más adelante en los párrafos siguientes.

2.2.2.1 Elementos Primos

Los primarios insumos primos son los a continuación:

- a) Sustancias catalogadas como calcáreas El contenido de magnesia en estos productos está restringido a un máximo de 1,5 por ciento, mientras que la concentración de carbonato de calcio (CaCO_3) varía de 60 a 80 por ciento.
- b) Compuestos a base de arcilla que son abundantes en Entre estos minerales se encuentra la alúmina, derivada de la pizarra y que comprende de sesenta a setenta por ciento de dióxido de silicio y aluminio. La alúmina es uno de esos minerales.
- c) Minas ricas en hierro Todos estos químicos constituyen la composición de la arcilla.
- d) El subproducto de este proceso es el sulfato de calcio de yeso, que, cuando se añade al clinker, ralentiza el tiempo de secado. Debido a su alta hidratación, el aluminato tricálcico y el ferroaluminato tetracálcico provocan que el hormigón se cure rápidamente si no fuera así.

2.2.2.2 Tipo de cementos

a) Cementos puros

Estos componentes incluyen una cantidad traza de calcio, a veces denominado yeso. En cumplimiento de las Normas Técnicas, se ha incluido lo siguiente:



- ✓ **Tipo I:** La mayoría de sus diseños se centran en aplicaciones que incluyen hormigón en alguna forma.
- ✓ **Tipo II:** El cemento Portland, conocido por su leve duración a los sulfatos, se utiliza en varias aplicaciones dentro de la construcción. Además, el hormigón Portland se hidrata de acuerdo con las leyes aplicables.
- ✓ **Tipo III:** Además, el proceso de desmoldeo se acelera, lo que permite una eliminación más rápida del moho. La capacidad de resistencia total permite un procedimiento de secado rápido.
- ✓ **Tipo IV:** Este enfoque se utiliza siempre que sea necesario reducir la temperatura del desarrollo de hidratación.
- ✓ **Tipo V:** Se utiliza en escenarios donde es esencial la utilización de sulfatos con resistividad elevada.

b) Cementos portland adicionados.

Además del cemento, el ingrediente principal, el yeso, puede adoptar varias formas. Las puzolanas, la escoria granulada de alto horno, los componentes de caliza, el sulfato de calcio y los agentes incorporadores de aire son ejemplos de cementos inorgánicos que han mejorado sus propiedades especializadas. En lo que respecta al cemento Portland, en plena conformidad con la Norma Técnica Peruana 334.044.

- ✓ El porcentaje puzolánico del Cemento Portland Puzolánico Modificado Tipo I (PM) es de al menos el quince por ciento.
- ✓ Cementos Portland de escoria.
- ✓ La composición del cemento Portland de escoria Tipo (IS) puede variar entre el 25 y el 70 por ciento.



- ✓ En el cemento Portland de escoria modificado Tipo I SM, el % de escoria es inferior al 25 por ciento.
- ✓ Productores de Hormigón Portland Compuesto Clase 1
- ✓ Este tipo particular de cemento se fabrica moliendo simultáneamente clínker Portland y componentes de piedra caliza (travertino). El travertino puede comprender hasta el treinta por ciento del peso total del cemento.
- ✓ Cementos diseñados de acuerdo con las normas de rendimiento (NTP 334.082).
- ✓ Este cemento aditivo se puede utilizar en muchas situaciones, incluidas tanto aplicaciones generales como especializadas, debido a la falta de límites en su composición o componentes. Las categorías siguientes son las siguientes:
 - **GU:** La aplicación es exhaustiva. Cuando algunas cualidades son innecesarias, se utiliza esto. Cuando algunos atributos son innecesarios, se utilizan.
 - **HH:** Mejora de la resistencia inicial. MS indica resistencia moderada a los sulfatos.
 - **HS:** Resistencia a los sulfatos significativamente mejorada. El calor de hidratación que produce no es muy intenso.
 - **LH:** El calor de hidratación que emplea es bastante bajo.

Los agregados usados en el desarrollo de estos cementos determinarán sus propiedades. Estos productos químicos inducen alteraciones en el secado, dureza y densidad, mejorando así los acabados, la resistencia y la flexibilidad del edificio, facilitando un rendimiento óptimo en su entorno.

Figura 2

Cemento Portland



2.2.3 Agregados

Según Rivva (1992), los áridos son materiales granulares inertes. Las rocas pueden triturarse o descomponerse de forma abrasiva o natural para crear áridos. Ambos métodos son buenos sustitutos. Aproximadamente el 60 % y el 65 % del volumen final del hormigón, o el 85 % y el 65 %, respectivamente, provienen de arena y piedra triturada. Esta cantidad de piedra triturada y arena constituye la composición del hormigón. Estos dos elementos tienen un gran impacto en las propiedades del hormigón, ya sea nuevo o endurecido. Cómo se fabrica el hormigón y los posibles beneficios económicos de su uso. Para garantizar una baja pérdida de finos, la consistencia de los áridos, la ausencia de contaminación por materiales extraños y evitar roturas o segregaciones importantes, los áridos seleccionados se procesarán, transportarán, manipularán, almacenarán y dosificarán.

Figura 3

Materiales para el hormigón



2.2.3.1 Agregado grueso

El hormigón se compone de materiales inertes llamados agregados, que están unidos por una pasta de cemento para formar un sistema muy duradero. Pasquel (1998) afirma que el hormigón y sus agregados comprenden aproximadamente el 65% del volumen final.

(2019 Theresa Surahyo) Aproximadamente entre el 60 y el 65% del volumen se compone de piedras de agregado. En el contexto de los agregados de densidad normal, hay dos tamaños principales que se utilizan para la categorización:

- ✓ **Dimensión máxima del agregado grueso:** En el año 2000, Rivva El agregado grueso se define como moléculas retenidas en el tamiz N° 4 (4,75 mm), derivadas de la fragmentación natural o artificial de rocas. Esta definición es una de las varias acepciones del agregado grueso. En la rama de la ejecución, dos tipos principales de agregado grueso que se utilizan con frecuencia son la grava y la piedra triturada.
- ✓ **Dimensión máxima nominal del agregado grueso:** El tamiz con las partículas más pequeñas se utiliza al inicio de la retención en la progresión de las mallas. Además, la norma señala estos aspectos (NTP 400.011).

a) Granulometría del agregado grueso

Si se retiene en el tamiz N° 4, la piedra triturada se organiza como agregado grueso según la (NTP 400.037) del Perú. El agregado grueso debe cumplir con las restricciones de granulometría especificadas en el reglamento NTP 400.012. Para asegurar el cumplimiento de los estándares de la norma, es fundamental considerar lo siguiente: En un mundo ideal, la granulometría seleccionada sería continua:

- ✓ Un mundo impecable necesitaría una clasificación constante de los agregados.

- ✓ La organización de los aditivos debe ser uniforme en dimensión para proporcionar una densidad, trabajabilidad y consistencia óptimas que cumplan con los criterios de la aplicación combinada.
- ✓ Para el tamaño de partícula designado, es esencial que no supere el 5% del agregado acumulado en la malla de 1 ½". Además, no debe superar el 6% del total que puede fluir mediante de la malla de ¼".

2.2.3.2 Agregado fino (arena)

(Surahyo, 2019) afirma que el agregado fino es simplemente arena. Esta es la definición de agregado fino. Junto con la arena de río, la arena fabricada es otra clase de arena que se encuentra en muchas regiones del mundo. La trituración de materiales gruesos mediante equipos trituradores es necesaria para fabricar arena producida. Este procedimiento es crucial para la producción de arena.

Tras la investigación, se determinó que los datos se ajustan a NTP 400.022, y la curva de organización de arena se adhiere a las normas ASTM C33. La cantera Pilcomayo (CP) proporcionó el agregado fino utilizado en el proyecto.

a) Granulometría del agregado fino

Para alcanzar con los requerimientos delineados en NTP 400.037 o ASTM C 33, es esencial categorizar la arena con precisión. Debido a su influencia en la trabajabilidad del hormigón y la evaluación del agua de mezcla, es ventajoso que las dimensiones del agregado fino sean homogéneas y consistentes en todos los tamices común. Estas variables impactan la evaluación del agua de mezcla.

b) Cualidades físicas del agregado para el desarrollo del hormigón

Pasquel (2002) identifica como la densidad, duración, porosidad y organización del volumen de moléculas. Estos atributos están presentes en los agregados. Existe una correlación entre estos atributos y una variedad de ensayos estandarizadas que evalúan estas especificaciones contra valores como alusión normados para el modelo de combinaciones.

Estas muestras se utilizan para determinar la composición de la combinación. Las pruebas, entre otras, son necesarias para hacer esto:

- ✓ Se consideran numerosos factores, incluidos el peso unitario suelto y consolidado.

2.2.4 Agua

Es un agente esencial en el hormigón debido a su interacción con el cemento a través de su presencia. Mientras el hormigón permanece en estado fresco, este contacto influye positivamente tanto en su resistencia como en su trabajabilidad. Además, los productos químicos disueltos alcanzan con las especificaciones señaladas en el reglamento NTP 339.088.

Figura 4

Agua para el concreto



2.2.4.1 Agua para el mezclado y curado

El término hace alusión a la necesidad por unidad de volumen de hormigón para asegurar que el cemento produzca una pasta adecuadamente hidratada y con suficiente fluidez para lubricar eficazmente los agregados durante toda la fase plástica de la mezcla, como señala Sánchez (2001). Estas especificaciones son esenciales para que el cemento obtenga el resultado deseado. La integración del agua en el proceso de elaboración del hormigón cumple tres funciones vitales:

- ✓ El cemento debe reaccionar inicialmente con el agua para lograr la hidratación.

- ✓ Desempeña un rol como lubricante para mejorar la operabilidad en general del material.
- ✓ Para facilitar la producción de productos de hidratación, es fundamental garantizar que el insumo tenga el sistema de huecos requerido. (p.73).

2.2.5 *Aditivos para el concreto*

El aditivo no es un componente esencial en todos los casos del procedimiento de preparación de la combinación de concreto. Aunque no es crucial, es uno de los conformantes más críticos, ya que permite la alteración de ciertas características físicas. La propiedad del material permite que el hormigón cumpla con las especificaciones del constructor.

Un aditivo se define como «cualquier material utilizado como componente del hormigón e incorporado antes o durante la elaboración de la mezcla para alterar sus propiedades, excluyendo el agua, los áridos o los cementos hidráulicos». Este término se define con detalle en la norma E.060 del Código Nacional de Edificación (2020).

Rivva (2010) enfatiza que los aditivos para hormigón se utilizan para:

- ✓ Es necesario alterar algunas cualidades del hormigón para adaptarse a las necesidades únicas del proyecto actual.
- ✓ Contribuye a mejorar la trabajabilidad, colocación y acabado general del material.
- ✓ De esta forma se reducen los gastos operativos de la empresa.

a) **Razones para la aplicación de aditivos:**

La suma de aditivos al hormigón puede aumentar una o más cualidades del material. La siguiente lista delinea las características que, según el Ing. Abanto (2009), necesitan ser mejoradas:

- ✓ Mayor trabajabilidad sin afectar la cantidad total de líquido disponible.



- ✓ La duración de las primeras instalaciones debe ser acelerada o desacelerada, dependiendo de las circunstancias.
- ✓ Durante los primeros años de vida de un individuo, la tasa de desarrollo de resistencia debe ser acelerada.
- ✓ Modificar la tasa termogénica es esencial para satisfacer las demandas de hidratación.
- ✓ No se observaron evidencias de sangrado o descargas visibles.
- ✓ Ayudar a aliviar las consecuencias del apartheid.
- ✓ Disminuir la cantidad de contracción que se desarrolla.
- ✓ Mejorar la adherencia del hormigón que ha sido vertido durante un período prolongado o que ha sido colocado recientemente.
- ✓ Aumentar la adherencia del hormigón de refuerzo facilitando su mejora.

2.2.5.1 Cualidades de los aditivos

Los aditivos incluyen una amplia gama de sustancias que se usan para la durabilidad del concreto aumentando sus propiedades. El término "aditivos" denota una multitud de productos químicos.

2.2.6 Polvo de grafito

Un elemento que se encuentra en la Tierra, es una de las sustancias más intrigantes. Además de existir en su estado mineral natural, también se puede producir de varias formas sintéticas. El empleo del grafito se remonta a la antigüedad, que lo empleaba para hacer dibujos en las paredes de las cuevas. El grafito se utilizaba a menudo para este fin. La primera sustancia utilizada para este fin fue el grafito. Los egipcios lo utilizaban principalmente. Son usados como una sustancia refractaria para revestir moldes. Este descubrimiento permitió la creación de balas de cañón más lisas que podían dispararse con mayor distancia y precisión. A lo largo de su historia, el grafito se ha confundido

regularmente con otros insumos en particular. Este concepto erróneo ha surgido con bastante frecuencia.

Figura 5

Polvo de grafito



2.2.6.1 Cualidades

- ✓ El grafito se puede encontrar en varios tonos, desde el gris hasta el negro, y puede exhibir opacidad o un brillo metálico.
- ✓ Es un alótropo cristalino del carbono que exhibe una considerable maleabilidad, con una dureza de Mohs que varía de uno a dos. Además, es una sustancia algo maleable.
- ✓ La inercia química y la estabilidad de la sustancia se mantienen a temperaturas consideradas normales.
- ✓ Cuando se mantiene al vacío, tiene un punto de sublimación significativamente elevado por encima del rango típico.
- ✓ En su estado original, inalterado, no tiene olor, sabor ni toxicidad detectables.
- ✓ Su microestructura plana hexagonal de múltiples niveles confiere una combinación única de diferentes propiedades que no tienen paralelo en ningún otro material. Estas características se consideran exclusivas de esta sustancia.

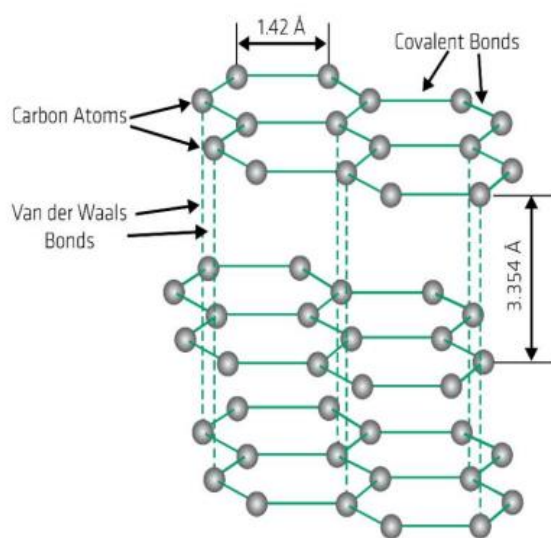
- ✓ Las capas tienen una estructura de panal alternada, caracterizada por una separación de 1,42 angstroms entre enlaces robustos y 3,354 angstroms entre capas, lo que indica enlaces más débiles. Las capas también presentan una estructura de panal alternado.

2.2.6.2 Estructura

Esta estructura inusual exhibe inercia química, conductividad eléctrica, lubricidad, conductividad térmica y muchas otras características intrigantes. Los grafitos y el polvo de grafito exhiben atributos principales y secundarios que los hacen ventajosos para varios propósitos. El polvo de grafito es muy ventajoso para este uso.

Figura 6

Estructura del PG



Nota. Berry, 2013

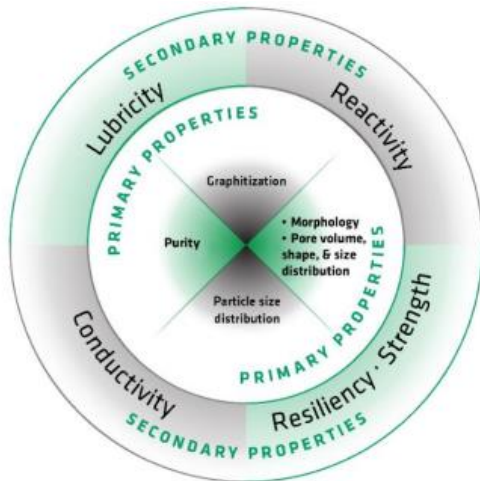
2.2.6.3 Cualidades físicas

A diferencia del hormigón convencional, que funciona como un aislante eléctrico eficaz, el hormigón puede adquirir la capacidad de transportar corriente eléctrica. Esta característica está ausente en el hormigón convencional. Las propiedades estructurales del hormigón están integradas con componentes como la fibra de acero y el grafito, que exhiben una conductividad térmica y eléctrica superior. Esto facilita la consecución del resultado

deseado. El paso de la corriente eléctrica mediante el concreto eleva la temperatura del material compuesto. Esto ocurre debido al calentamiento del hormigón.

Figura 7

Cualidades físicas



Nota. Berry, 2013

Las conclusiones del estudio revelan que el polvo de grafito tiene muchas cualidades, incluida la capacidad de absorción de agua, la densidad aparente, el aguante a la flexión y la F'c. Los experimentos indican que la inclusión de moléculas de nanografito y superplastificantes en morteros conformados por 35% de MP y 65% de hormigón Portland puro resultó en mejoras sustanciales en el aguante, absorción de agua y densidad (Serkan Kirgiz, 2016). Se encontró que la importancia de estas mejoras era evidente.

El mortero de cemento y polvo de mármol tiene una F'c que supera la del mortero de cemento Portland puro en más del 22 por ciento, y su F'c supera la del mortero de hormigón Portland en más del 28 por ciento. El material compuesto contiene superplastificantes y partículas de nanografito. Para mezclar eficazmente el polvo de mármol y el hormigón en el mortero, se ha determinado que es necesaria cemento que contiene polvo de mármol triturado. Esta conclusión se derivó de los resultados. La suma de moléculas de nanografito en el mortero de cemento y polvo de mármol da como



resultado una mejor absorción de líquido, f^c. Estas mejoras se producen durante la aplicación del mortero.

2.2.7 *Aditivo que añade de aire*

El hormigón presenta huecos de todas las formas y dimensiones. El aire atrapado y la parte evaporada del agua de amasado facilitan la degradación del hormigón. Además, junto a los componentes sólidos del hormigón, también están presentes estos huecos. El arrastrador de aire es el elemento responsable de generar microburbujas esféricas con diámetros que van desde 25 a 250 μm . Las microburbujas están espaciadas entre 100 y 200 μm .

La concentración esperada de burbujas en el hormigón está entre 100.000 y 400.000 por centímetro cúbico, lo que corresponde a una superficie específica de alrededor de 23,6 milímetros por milímetro.

Es esencial que las burbujas sigan siendo diminutas para lograr el objetivo de asegurar la resistencia a las heladas. Cuando el factor de distancia es inferior a 0,20 milímetros, de los lapsos de descongelación y congelación, tal como prescribe la norma ASTM C-457.

En 1938, la construcción de carreteras incluyó el uso de productos químicos para aumentar la presión del aire. En 1939, se produjo cemento utilizando resina Vinsol como agente incorporador de aire. En 1948, se introdujeron productos químicos incorporadores de aire en toda Europa.

El hormigón estándar, sin aditivos tensioactivos, tiene dificultades para retener burbujas menores de 0,1 o 0,2 milímetros. Esto se debe al pequeño tamaño de las burbujas. Su masa las expone a una mayor presión, lo que finalmente da como resultado la desintegración al sumergirlas en agua. A pesar de esto, el uso de tensioactivos en el material modificará significativamente sus características reológicas y la resistencia al hielo, independientemente de que la cantidad de agua sea constante.

Figura 8

Aditivo que añade de aire



2.2.7.1 Mecanismos de acción de incorporador de aire

Las sustancias que son aniónicas se denominan agentes incorporadores de aire. Cuando se incluyen en una pasta de cemento, se adhieren a las superficies de las partículas de cemento, lo que da como resultado el desarrollo de un fino nivel de filamentos hidrófobos. Además, un componente adicional del aditivo se disuelve en la etapa líquida durante el proceso de mezclado del concreto. Esto ocurre durante el proceso de mezclado, lo que da lugar al desarrollo de burbujas de aire que permanecen dispersas en el desarrollo de toda esta fase sin fusionarse. Esto se debe a que los filamentos están orientados internamente en el interior de las burbujas, con su fase polar situada en el exterior de las mismas, lo que les permite adherirse directamente a las partículas de cemento de forma individual. Una multitud de factores pueden afectar a la cantidad de aire integrado y a sus cualidades distintivas, entre ellos los siguientes:

- ✓ **Clase y cantidad del agregado:** El número de burbujas de aire incorporadas influye no sólo en su presencia, sino también en su tamaño, dispersión y características de estabilidad.



- ✓ **Clase y dosificación de hormigón:** La magnitud de la disminución del volumen de aire incorporado es relacional de forma directa al incremento de la dosificación de cemento.
- ✓ **Docilidad del Concreto:** La cantidad de aire dentro del cono y las dimensiones de las burbujas están significativamente correlacionadas con el tamaño del cono.
- ✓ **Características del hormigón:** El tamaño máximo del agregado grueso, la proporción de mortero y el contenido de agregado fino, que puede oscilar entre 0,2 y 0,8 milímetros, influyen en la cantidad de aire que se añade al hormigón.
- ✓ **Situaciones de desarrollo y colocado in situ:** Los tiempos de mezclado prolongados hacen que las burbujas de aire más grandes asciendan y se rompan. Esto, en última instancia, conduce a una reducción del volumen de aire encapsulado dentro del hormigón. Las circunstancias del transporte pueden provocar una pérdida de aire. La aparición de este fenómeno depende del método de transporte utilizado y de las situaciones de consolidación; se necesita evitar una consolidación para el aire atrapado, especialmente cuando se utiliza un cono alto.

2.2.7.2 Efecto provocado por el agregado Incorporador de Aire

Independientemente de si el hormigón se mantiene en estado maleable o se ha solidificado, la suma de aire al concreto desarrollo una serie de efectos. Estos efectos son independientes del estado del concreto.

La meta primaria de utilizar que añaden aire es mejorar la F'_{cr} a los repetidos lapsos de congelación y descongelación. Además, esto es muy importante en situaciones en las que la T° , lo que hace necesario el despliegue inmediato de estos dispositivos.



No obstante, además influyen en muchas otras características del hormigón, añadidas las que se cuentan seguidamente:

Efecto frente a los lapsos alternados de deshielo – hielo:

Cuando el agua se congela, las burbujas de aire atrapadas en el concreto funcionan como cámaras de expansión para acomodar el incremento de volumen resultante del proceso de congelación. Esto ocurre cuando la temperatura ambiente es baja, lo que da lugar a lapsos alternativos de descongelación y congelación. Esto facilita la reducción de las presiones hidráulicas, aliviando así las tensiones internas que surgen de las circunstancias. Esto evita la desintegración progresiva del hormigón que se produciría sin la incorporación de aire. La investigación empírica indica que, para retener, es esencial incluir entre un tres y un seis % de aire en la mezcla de hormigón. El volumen de aire que se debe incluir en la combinación de hormigón está calculado por la dimensión máxima del aditivo.

Se ha especificado una tolerancia de $\pm 1,5$ puntos porcentuales para las cantidades indicadas. Además, para grados de hormigón superiores a H-35, el contenido de aire puede reducirse en un punto porcentual.

Para que se produzca este proceso perjudicial, el hormigón debe estar completamente saturado de agua hasta una cierta profundidad. Esta es una condición previa para el procedimiento. Es imperativo que se cumpla este requisito. La mera presencia de bajas temperaturas no es suficiente.

En consecuencia, esto implica que, simultáneamente, para activar el mecanismo de protección necesario, las burbujas de aire deben permanecer insaturadas de humedad. Esto es esencial para garantizar que el mecanismo se active. Esto se logra mediante la aplicación de productos químicos aniónicos que funcionan como se define, lo que conduce a la producción de ciertos filamentos hidrófobos. En consecuencia, está claro que no todos los productos químicos que producen, como los utilizados para el hormigón ligero, tendrían la



misma influencia que un agente incorporador de aire. Esto se debe a la naturaleza distinta del hormigón ligero en comparación con otras variedades de hormigón. La afirmación es válida porque el hormigón ligero difiere de otros tipos de hormigón.

Es fundamental reconocer que la eficiencia de un agregado incorporador de aire se base no solo del volumen total de aire introducido, sino también de las dimensiones y la proximidad de las burbujas, siendo las burbujas más pequeñas y estrechamente espaciadas las que muestran una mayor eficacia. Esta es una consideración que debe mantenerse de forma constante.

Factores en la operabilidad del concreto: Además, las burbujas de aire conformadas en el concreto nuevo cumplen una doble función como fluido, mejorando la operabilidad del concreto. Sus dimensiones, comparables a los de moléculas inferiores de 2 milímetros, proporcionan un coeficiente de forma superior, facilitando el movimiento sin resistencia por fricción. Además de exhibir elasticidad y capacidad de deformarse, también exhiben deformabilidad. El procedimiento de aplicación se agiliza debido a estos atributos, lo que resulta en una mayor cohesión y una menor tendencia a la segregación y exudación.

La exudación inhibe la acumulación de agua debajo de los agregados gruesos y las barras de acero, mejorando así la adherencia de estos materiales. Además, es esencial considerar que la suma de aire gestiona a una disminución de la $F'c$ mecánica de alrededor del tres al cinco por ciento por cada uno por ciento de aire introducido. Este asunto requiere atención rápida. Puede ser factible compensar sustancialmente la reducción de la $F'c$ disminuyendo la conexión cemento-agua.

Factores que influyen en la impermeabilidad: En el hormigón curado, el ingrediente incorporador de aire facilita la formación de microburbujas, que posteriormente se ubican dentro de la red de canales internos inherentes a todo hormigón. Esto inhibe el ascenso capilar del agua. En consecuencia, el concreto resultante es más impermeable e, de manera no directa, más resistente a los elementos hostiles (Sánchez F. L. y Tapia R. D., 2015).

2.2.8 Diseño de mezcla

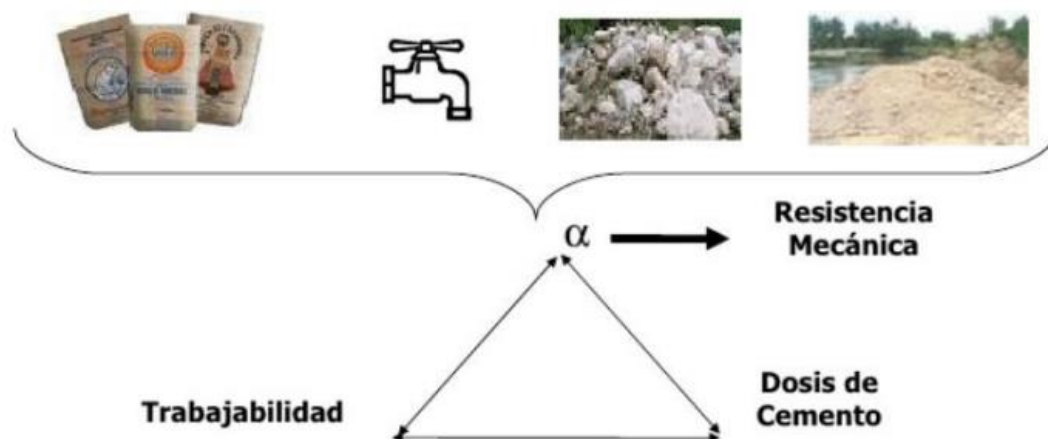
a. Diseño de Mezcla:

Denominado proporcionamiento de combinación y se basa en:

- ✓ El procedimiento de selección de los componentes adecuados, que pueden incluir partículas de áridos finos, partículas de áridos gruesos, cemento, agua y aditivos.
- ✓ La determinación de las proporciones correctas de cantidades relativas es esencial para producir hormigón que cumpla con los requerimientos de trabajabilidad, aguante y resistencia. El cálculo de estas proporciones es esencial para el desarrollo de hormigón. Los componentes específicos utilizados, junto con el método de vertido del hormigón, determinan las cantidades.
- ✓ Durante la formulación de una mezcla, es esencial considerar la evaluación granulométrica, el peso unitario, y el % de absorción de los áridos. Al formular mezclas de áridos y cemento, es esencial considerar el tipo de cemento, la marca del hormigón, el peso específico del cemento y la conexión cemento-agua.

Figura 9

Insumos para calcular un Hormigón Correcto.



Nota. (Bing Images.)

b. Dosificaciones:

Para garantizar el rendimiento y la longevidad, es fundamental revisar el tipo de hormigón, su uso previsto y los requisitos de dosificación precisos. Esta dosificación solo se puede lograr dividiendo los demás componentes (áridos gruesos, áridos finos, cemento y agua) en recipientes con cantidades iguales. Además, para esta receta es absolutamente necesaria una hormigonera.

Para realizar varias evaluaciones de control de calidad, es esencial idear una combinación de prueba. Las evaluaciones contenidas en estas evaluaciones y valores de $F'c$. Si se determina que los datos son inconsistentes con los requisitos, se recalibran los números de los conformantes y se reconstruye la combinación. Esto se ejecuta posterior al contraste de la información lograda de la combinación de prueba con los criterios especificados.

Figura 10

Especímenes Cilíndricos



Nota. (ARGOS 360)



2.2.9 Propiedades del concreto

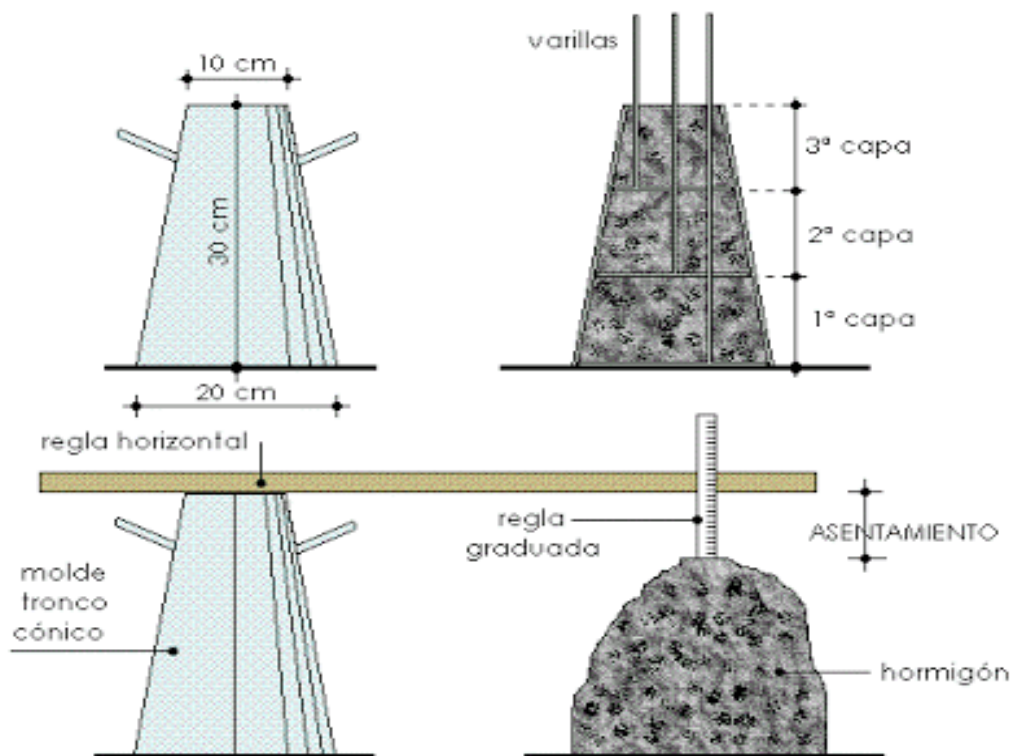
Para Rivva (2000) Rivva (2000) identifica muchas cualidades esenciales del hormigón fresco, incluidas la trabajabilidad, la consistencia, la fluidez, la cohesión. Estos atributos se encuentran entre los rasgos esenciales que delinean el hormigón nuevo. Las cualidades clave del hormigón endurecido son la resistencia mecánica, las cualidades elásticas, los cambios volumétricos, la impermeabilidad, el aguante al desgaste, el aguante a la cavitación, las cualidades térmicas y acústicas y el atractivo estético. La resistencia es un atributo significativo. La disposición del concreto endurecido para aguantar la cavitación es otro atributo notable (p.22).

2.2.9.1 Cualidades del concreto en estado fresco

Gomez jurado (2010) afirma que para que el hormigón moderno se utilice en el vaciado de estructuras, incluido el acero de refuerzo o la armadura, debe poseer la capacidad de ser moldeado. Además, debe ser capaz de alcanzar una masa uniforme libre de burbujas de aire sustanciales o agua acumulada. El método actual responsable de realizar juicios rápidos durante la colocación es el proceso de control de calidad. Los atributos del hormigón nuevo que pueden evaluarse mediante métodos de prueba incluyen la operabilidad, la consistencia, la segregación, la masa unitaria, el contenido de aire y el contenido de agua. Estos son solo algunos de los aspectos que pueden examinarse (p.99).

A. Trabajabilidad

Según Pasquel (2002), se caracteriza por los diferentes niveles de complejidad asociados con los desarrollos de mezcla, movilidad, instalación y compactación del concreto. Es fundamental reconocer que la evaluación es subjetiva, ya que el hormigón regulado bajo ciertas condiciones de colocación puede no conservar sus propiedades si se modifican esos parámetros (p. 131).

Figura 11*Ensayo del Slump***B. Consistencia**

Abanto (2013) afirma que el volumen de líquido utilizado es el principal determinante del grado de absorción de la combinación. Esto de la combinación, que la clasifica en tres categorías distintas según el contenido de agua: mezclas secas, mezclas plásticas y mezclas húmedas. La calidad del hormigón fresco está regida por esta capacidad. (p.47).

C. T° del hormigón

Rivva (2000) afirma que la T° del hormigón combinado está influenciada por la T° de sus ingredientes conformantes y el calor específico del propio hormigón. Este calor específico está influenciado por la temperatura del hormigón. Por lo tanto, la temperatura del hormigón puede verse afectada por el agregado, que constituye la mayor parte de la composición en volumen de la mezcla. El agregado es el principal constituyente de la mezcla (p.214).



D. Lapso de fraguado

El «tiempo de fraguado» de una mezcla es el tiempo que tarda en alcanzar una determinada dureza, según Rivva (2000). El fraguado no debe ser ni demasiado lento ni muy rápido. Si la velocidad es demasiado rápida, no habrá tiempo suficiente para disipar el concreto antes de que fragüe de forma irreversible. Esto ocurrirá si la velocidad es muy alta. La página 212 indica que “si es excesivamente lenta, puede provocar retrasos en la accesibilidad y utilización de la estructura”. Esto se hace referencia dentro del marco de la estructura.

Para ilustrar la correlación entre el tiempo de fraguado del mortero y el del cemento, Abanto (2013) postula que el tiempo de fraguado del cemento podría servir como punto de alusión para evaluar el tiempo de fraguado del hormigón. En el hormigón con asentamientos distintos de cero, la $F'c$ a la penetración del material se especifica tanto en el reglamento NTC 890 como en la norma ASTM C 403. Los hallazgos de este examen son comparables a los derivados del ensayo realizado con la aguja Vicat. Hay tres etapas fundamentales a considerar:

- ✓ **Tiempo anterior al fraguado:** Siempre que se mantenga la consistencia de la preparación del hormigón a lo largo del proceso, el hormigón muestra una composición que es generalmente flexible y maleable en esta fase.
- ✓ **Tiempo de fraguado inicial:** El periodo de remojo es el tiempo que tarda el mortero en desarrollar una resistencia a la penetración de 500 psi (35 kg/cm²), que comienza cuando el hormigón entra en contacto por primera vez con el líquido y continúa hasta ese punto.
- ✓ **Tiempo de fraguado final:** La duración del líquido hasta que el mortero exhibe un aguante a la penetración de 400 lb/plg² 280kg/cm² es el tiempo transcurrido, cumpla con los requerimientos de resistencia para el proyecto,

debe someterse al procedimiento de curado adecuado durante la tercera etapa (p.116).

E. Peso unitario del hormigón

Según Sánchez (1994), el peso unitario del hormigón se suele expresar en kg/m^3 . El peso unitario de otros materiales también se describe utilizando esta unidad. El hormigón común suele tener un peso unitario de entre 2240 y 2400 kg/m^3 . La densidad del agregado, la cantidad de aire que se ha acumulado o se ha incorporado deliberadamente, las cantidades de líquido y hormigón, y la dimensión máxima del agregado son algunos de los muchos elementos que influyen en el rango. Según la página 165, cada uno de estos componentes individuales se ve afectado por la mayor dimensión del agregado.

2.2.10 Especificaciones del concreto endurecido

Aunque la $F'c$ se considera con frecuencia la cualidad primordial del hormigón, Neville (1999) sostiene que otros atributos, como la resistencia, la impermeabilidad y la estabilidad del volumen, también podrían ser esenciales en contextos particulares. La formulación de la pasta de hormigón se usa a menudo para realizar una evaluación integral de la calidad del producto final. La $F'cr$ está estrechamente vinculada a la composición de la pasta de cemento (p.70).

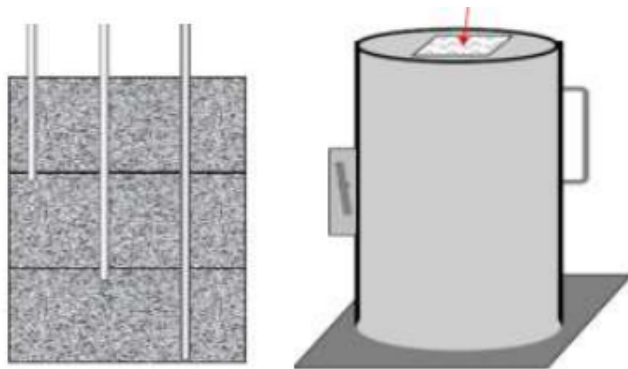
2.2.10.1 Desarrollo y curado de probetas en formas de cilindro

El cumplimiento de los pasos especificados en N.T.P. 339.033 y ASTM C 31 es esencial para la fabricación, el curado y el transporte adecuados de muestras de prueba cilíndricas sin daños. Se utilizaron moldes cilíndricos estándar de cuatro pulgadas por ocho pulgadas en el procedimiento de fabricación de las muestras de prueba. Para evitar futuras adherencias del hormigón, es imprescindible desinfectar primero las superficies y luego aplicar una capa de aceite mineral (petróleo). Los materiales se trataron hasta su finalización, tras lo cual se llenó y trituró simultáneamente un tercio al finalizar el procedimiento. Para lograr la compactación, se requiere un mazo de goma y una varilla

hemisférica. Para llenar cada tercio, primero se debe penetrar una pulgada en la capa inferior para el segundo y tercer tercio. Después de 25 golpes con la barra compactadora, se dan entre 10 y 15 golpes laterales con el mazo de goma para compactar la mezcla. Justo debajo de este texto, puede ver una representación visual del proceso.

Figura 12

Pasos de desarrollo de probetas



Nota: (Ruiz, 2013)

Posteriormente, se pule el suelo para lograr una calidad óptima y se adjunta una identificación de la muestra. Esta identificación debe incluir todos los datos físicos vitales, como el nombre, la fecha de fabricación y otra información relevante.

2.2.10.2 F'c

Con su rendimiento de compresión mejorado durante la consolidación cuando se somete a tracción, Pasquel (2002) lo describe como la capacidad de soportar cargas o presiones. Las propiedades adhesivas visibles de la pasta de cemento son las responsables de ello. El factor crítico para determinar la concentración de la pasta de hormigón es la relación en peso de líquido a hormigón. El proceso de hidratación, crucial para la plena elaboración de las cualidades de resistencia del hormigón, se complementa con el proceso de curado, que, aunque indirecto, es crucial para la resistencia. La resistencia se logra mediante la integración del curado y la hidratación, lo que la hace viable (p.143).

2.2.10.2.1 *Ensayos de resistencia a la consolidación*

Los cilindros de concreto que miden 100 milímetros por 200 milímetros o 150 milímetros por 300 milímetros son las muestras estándar utilizadas para fines de prueba. El uso de cilindros de diferentes dimensiones es permisible, siempre que mantengan una relación longitud-diámetro de dos. La variación del diámetro de una muestra individual no debe superar el dos por ciento en comparación con las otras muestras. Esto es una necesidad. Para las muestras de 150 milímetros de diámetro se necesitan dos muestras, mientras que para las de 100 milímetros de diámetro son imprescindibles tres. La muestra debe permanecer en el molde durante un día tras la culminación del desarrollo de colada, con una desviación admisible de cuatro horas. Posteriormente, es necesario someterla para que se lleve a cabo el método de ensayo. La muestra debe envejecerse durante un tiempo determinado según el procedimiento habitual. Los tiempos especificados incluyen 1, 3, 7, 14, 21, 28 y 56 días, entre otros. Durante el ensayo, el cilindro experimenta una tasa de carga constante de la carga requerida, calculada en $0,25 \pm 0,05 \text{ kg/cm}^2/\text{S}$. Este plazo puede modificarse si se considera necesario, registrada se separa por la zona del área transversal del espécimen para determinar su $F'c$. Esto se lleva a cabo para determinar la $F'c$ de la muestra.

Figura 13

Instrumento digital para ensayos de concreto a compresión



2.2.11 Resistencia a la Flexión

Dicha prueba además conocida como prueba de vigas transversales, evalúa una viga construida sin refuerzo durante todo el proceso de construcción. La meta de la prueba es evaluar el aguante a la flexión de una viga, y también puede ser aplicable a vigas convencionales que han sufrido flexión, fenómeno que también ocurre en otros elementos estructurales como las placas. Inicialmente, la viga se posiciona con el apoyo de dos apoyos en los extremos, después de lo cual se aplica una carga.

En el contexto de la ejecución de losas y pavimentos, los valores hallados de los ensayos son relevantes; sin embargo, pueden fluctuar dependiendo de factores como la longitud de la viga, el contenido de humedad o si la vida útil se redujo como se indicó en primer lugar.

La $F'c$ y la resistencia a la flexión están directamente relacionadas, siendo esta última 0,7 o 0,8 veces la raíz cuadrada de la $F'c$ medida en megapascuales. Esta relación está definida por un vínculo distinto.

Cuando la viga soporta una tensión axial, sufre tanto una fuerza cortante como un momento flector interno. La viga está sometida a estas fuerzas. Tanto las presiones como los momentos varían a lo largo de toda la longitud de la viga. En este punto, podemos calcular la energía de corte límite y el momento flector límite, ambos mostrados en la figura siguiente.

2.2.11.1 Importancia de la resistencia a la flexión

- ✓ Sirve como punto de referencia para evaluar el aguante a la flexión de elementos estructurales, incluyendo vigas y placas.
- ✓ El aguante a la flexión del insumo es un criterio crítico en la construcción de losas y pavimentos.
- ✓ Este criterio de calidad se utilizará para evaluar el hormigón designado para el proyecto de construcción.

- ✓ Un gráfico ilustra las ubicaciones de la fuerza cortante y el momento de flexión.
- ✓ El desplazamiento mínimo dictado por la fuerza aplicada es el experimentado por la viga o barra sometida a la fuerza.

2.2.11.2 Pruebas de resistencia a la flexión

El cumplimiento de las técnicas especificadas en los reglamentos ASTM C 78 y NTP 339.078 es crucial para el correcto desarrollo del estudio de resistencia a la flexión. De acuerdo con NTP 339.078 (2012), las cargas se aplicarán al tercio central de la viga, y se espera que el punto de falla ocurra dentro del tercio central o a una distancia menor al cinco por ciento del espacio libre. El punto de falla previsto ocurrirá dentro del edificio.

Figura 14

Prueba de la resistencia a flexión



2.3 Marco conceptual

1. **Trabajabilidad.** Esto abarca el trabajo necesario para lograr una compactación completa. Esto incluye la energía necesaria para superar la fricción encontrada durante la compactación del hormigón. Se deben implementar modificaciones de un tipo adecuado con respecto al volumen total de agua utilizado en la fabricación del hormigón. A menudo se necesita una mayor relación agua-cemento para obtener el grado deseado de trabajabilidad.



2. **Compactibilidad.** Este método tiene como objetivo lograr una mayor densidad en el hormigón eliminando el aire acumulado del hormigón recién fraguado y compactando las moléculas de agregado. Este aumento da como resultado un incremento significativo tanto del aguante último del concreto como de su adherencia a los materiales de refuerzo.
3. **Exudación.** Es un material que consiste en un gel líquido o viscoso que se exuda de la superficie del hormigón a través de porosidad, fisuras o aberturas. Es una sustancia con la viscosidad de un líquido. El agrietamiento se ha producido debido a una reacción alcalina-sílice (ASR), que sirve como una señal significativa. La presencia de sangre indica que se ha producido una rotura.
4. **Resistencia.** Además, las propiedades térmicas y físicas del componente estructural influyen en él. Todas estas cosas tienen un impacto. Varios factores influyen en el rendimiento térmico del concreto. Esto incluye la clase de agregado en el concreto, el volumen de humedad libre (tanto absorbida como capilar) y la cantidad de hormigón por m^2 de superficie expuesta. El rendimiento de la estructura arquitectónica está influenciado por varios factores, incluidos los niveles en el hormigón.
5. **Modelo de elasticidad.** Esto es comparable a la división de la unidad de esfuerzo por sí misma. Utilizando un gráfico de esfuerzo-deformación derivado del ensayo de F'_c realizada en un cilindro de concreto, que mide 15 centímetros de diámetro y 0.30 m de longitud, lo que equivale a un volumen cúbico de 15 centímetros, se puede estimar con precisión el modelo de elasticidad del concreto.
6. **Consistencia.** Existe una asociación clara entre el volumen de agua utilizado en la combinación y su composición.



- 7. Durabilidad.** La «resistencia mecánica» describe la capacidad del hormigón para soportar los factores ambientales, los productos químicos y el desgaste sin comprometer sus características técnicas necesarias. Las circunstancias de exposición y las cualidades deseadas determinan el grado de durabilidad que se requiere de los distintos tipos de hormigón.
- 8. Curado.** La resistencia y durabilidad mejoradas del hormigón son aspectos clave de este proceso. Es fundamental mantener la superficie y el interior del hormigón a los niveles adecuados de temperatura y humedad durante largos periodos de tiempo tras completar el vertido del hormigón para poder completar la operación.
- 9. Aditivo,** Antes o durante el proceso de combinación se añaden al hormigón materiales que no son agua, áridos ni cemento hidráulico para modificar sus propiedades. Estos compuestos se incluyen para modificar la composición química del hormigón.



CAPITULO III

METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación

3.1.1 Nivel de investigación

Este estudio fue descriptiva, explicativa y comparativa en su análisis del tema en cuestión. Esto se debió a la inclusión de variables en su estado natural, seguida posteriormente por una evaluación comparativa.

Tuvo lugar un esfuerzo de investigación, ya sea explicativo o experimental, para descubrir las causas subyacentes de los sucesos observables a través la identificación de vínculos causales. La finalidad principal de este análisis es optimizar la comprensión de diversos conceptos o percepciones e identificar relaciones causales entre diferentes elementos. No obstante, esta investigación se extiende mucho más allá de esos objetivos básicos en todos los aspectos. Una investigación sobre las circunstancias y causas que precipitan la formación de un fenómeno es convincente ya que brinda conocimientos significativos sobre la esencia del fenómeno. Esta comprensión es crucial para comprender los fenómenos.



3.1.2 *Diseño de la investigación*

Los hallazgos de este análisis se obtuvieron utilizando una perspectiva experimental que incluyó pruebas mecánicas realizadas en un entorno de laboratorio.

3.1.3 *Tipo de investigación*

Este análisis usa el método científico, que abarca el examen de teorías y ensayos, la evaluación exhaustiva de los valores recopilados y la creación de nuevos conocimientos a través de la integración de grafito en polvo y un agregante incorporador de aire en una formulación de concreto estándar con una durabilidad de 210 kg/cm². Esta investigación también incluye el desarrollo de nuevos conocimientos.

3.1.4 *Método de investigación*

El razonamiento deductivo es la metodología utilizada en este contexto. La deducción empieza con conceptos en general y luego progresa a casos específicos sin introducir ningún impedimento. Tras la aceptación de los axiomas, postulados y definiciones, los teoremas y los casos específicos quedan claramente delineados y libres de cualquier ambigüedad relacionada.

3.1.5 *Enfoque del estudio*

Se utilizaron enfoques de investigación cuantitativa utilizando herramientas estadísticas y de medición numérica para normar una conexión entre los valores y validar la hipótesis. Esto se logró mediante el uso de metodologías de estudio cuantitativo.

3.2 *Población y muestra*

3.2.1 *Población*

El experimento utilizó hormigón convencional aumentado con polvo de grafito en concentraciones de 2,5% y 3,5%, con incorporador de aire en concentraciones de 0,15% y 0,20%, para optimizar sus cualidades mecánicas. El grafito en polvo estaba disponible en cantidades de 2,5% y 3,5%.

3.2.2 Muestra

A lo largo de la prueba se utilizarán núcleos cilíndricos de hormigón con una resistencia típica de $F'c=210$ kg/cm². Se añadirán a la mezcla de hormigón cantidades variables de un reductor de contracción y un acelerador de fraguado, que son componentes complementarios. Todos los ingredientes se incorporarán a la mezcla. El objetivo de esta parte es regular y evaluar el $F'c$ que se medirá cada 1, 2 y 4 semanas.

Tabla 2

Total, de muestras de concreto encaminados a pruebas.

Detalles	curado (días)			Cantidad de muestras
	7	14	28	
Muestra patrón	10	10	10	30
MP. + 2.5% de grafito en polvo	10	10	10	30
MP. + 3.5% de grafito en polvo	10	10	10	30
MP. + 0.15% incorporador de aire	10	10	10	30
MP. + 0.20% incorporador de aire	10	10	10	30
M. P. + % óptimos	10	10	10	30
Total	60	60	60	180

3.2.3 Técnicas de procesamiento de datos

a) Insumos usados para el estudio

Grafito en polvo: El polvo de grafito es un insumo particulado conformado de grafito finamente dividido. El grafito, un alótropo del C, tiene una variedad de configuraciones estructurales únicas. La estructura laminar de este polvo explica sus frecuentes propiedades lubricantes y conductoras. Las estructuras laminares explican estas capacidades. La sustancia es suficientemente adaptable para muchos usos industriales, incluidos lubricantes secos, revestimientos protectores y insumos conductores, así como la posible integración en los procesos de desarrollo de productos como lápices y conformantes electrónicos.

Figura 15

polvo de grafito



Aditivo incorporador de aire: Es un líquido que se agrega al cemento durante el proceso de mezcla para crear una pasta uniforme. Esta pasta luego se usa para producir hormigón terminado.

Figura 16

Aditivo incorporador de aire



3.2.4 Pruebas de laboratorio

3.2.4.1 Cualidades Físicas del Agregado Grueso

A. Evaluación Granulométrica

Durante el proceso de recolección, el agregado grueso se dividió en cuartos y se adquirieron muestras que pesaban entre 0,5 y 0,6 kg a intervalos regulares. Luego de la colocación del agregado en varios tamices estándar, se tamizó para segregar el material

retenido en cada filtro. Este procedimiento se repitió varias veces. Un paso adicional incluyó el pesaje del material retenido en cada filtro.

Figura 17

Tamices de granulometría



B. Tamaño Máximo

La dimensión máxima permitida de agregado grueso en la muestra está determinada por la malla más fina a través de la cual se procesó la muestra durante el cribado.

C. P específico y contenido de absorción

El material se sumergió en una bandeja con agua durante veinticuatro horas para lograr la saturación tras haber sido recogido mediante el proceso de cuartado, que arrojó un rendimiento aproximado de dos kilogramos. Una vez transcurrido ese tiempo, se escurrió el agua y se secaron las superficies de las partículas del agregado con una toalla de franela. El objetivo era alcanzar un estado de saturación superficial en seco. Posteriormente, se determinó que se había alcanzado un peso aproximado de un kilogramo. A continuación, se utilizó el molde de alambre para medir el peso de la muestra seca saturada en superficie en forma líquida. Después, la muestra se secó en un horno durante un día y se pesó.

Figura 18

Peso específico y contenido de absorción

**D. Peso Unitario****✓ Peso Unitario Suelto**

Se llenó un recipiente metálico con capacidad para un tercio de pie cúbico con una sola capa de áridos sueltos. Además, se utilizó una varilla metálica para mantener los áridos sin romper. A continuación, se llenó un recipiente metálico vacío con los áridos y se anotó su peso total. El último paso consistió en volver a pesar el recipiente. A continuación, se midió la capacidad del recipiente.

✓ Peso Unitario Compactado

El material grueso se compactó con 25 golpes de una varilla metálica lisa por cada capa añadida a un recipiente metálico con capacidad para un tercio de pie cúbico. Esto se hizo para garantizar que el agregado quedara completamente comprimido. El recipiente se llenó hasta su capacidad en tres fases. A continuación, se pesó y niveló el agregado antes de proceder al siguiente paso. Se midió la capacidad del envase y se documentó el peso del envase de metal utilizado para almacenar el agregado triturado. Ambas mediciones se registraron posteriormente a la fase anterior.

Figura 19

Peso unitario consolidado del agregado grueso



E. Contenido de Humedad

Una vez que la muestra se había cocido en un horno durante veinticuatro horas y se había pesado en seco, se sometió a una medición inicial del peso, que contenía más de 100 g de agregado grueso en su estado natural.

3.2.4.2 Cualidades físicas del agregado fino

A. Evaluación Granulométrica

Posteriormente a la molienda del espécimen de agregado fino, se la sometió a un horno durante veinticuatro horas antes del análisis. Después del pesaje, el agregado fino fue sometido a un lavado, facilitando el paso del agua y las partículas más finas a través del filtro N° 200. Esto se realizó posteriormente al pesado del agregado fino. Luego, el espécimen se situó nuevamente en el horno durante otras veinticuatro horas según lo suministrado por el horno. Para realizar el cribado, el agregado se colocó en una secuencia de tamices estándar, y el elemento acumulado en cada tamiz se extrajo y se pesó. Finalmente, el agregado se sometió al cribado.

B. Módulo de fineza

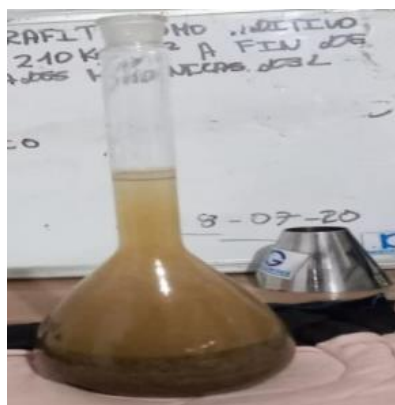
Después de la adición de los % de retención acumulativos del filtro N° 4 al tamiz N° 100, se calculó el porcentaje total para determinar el modelo de finura del agregado fino. Esto se llevó a cabo para determinar la finura del agregado.

C. Peso específico y absorción

Se recogió aproximadamente medio kilogramo de material fino mediante cuarteo para alcanzar la saturación. Durante veinticuatro horas, el agregado fino se sumergió en un recipiente con agua. Una vez transcurrido este periodo, se escurrió el agua de la bandeja y se secaron las superficies de las partículas del agregado con papel hasta que quedaron completamente saturadas. A continuación, se sometió el agente a un desarrollo de peso--. Después de la adición de 500 mililitros de agua a un vial, se introdujo una muestra de agregado fino significativamente saturado en el vial. Esto se realizó después del primer llenado del vial con agua. Posteriormente, el vial se llenó con más líquido hasta lograr un volumen de 500 mililitros y se documentó el peso del vial, medido en relación con el agua. Posteriormente, se eliminó el agua del vial y el agregado fino se transportó a un contenedor utilizando el contenedor. La muestra seca se pesó rápidamente después de que el contenedor hubiera estado en el horno durante veinticuatro horas. Esto se realizó para obtener una medición precisa.

Figura 20

Peso específico con fiola del agregado fino



D. Peso unitario (N.T.P. 400.017)

✓ Peso unitario compactado

Un contenedor de metal con una capacidad de un tercio de pie cúbico se llenó con tres capas de agregado, cada nivel recibió 25 golpes de compactación con una varilla de metal. Esto se realizó para comprimir el agregado. A continuación, el agregado se pesó y niveló antes de proceder al siguiente paso. Posteriormente, primero se documentó la masa del agregado compactado, seguido de la determinación de la capacidad del contenedor.

✓ Peso unitario suelto

Los artículos se apilaron en una sola capa dentro de un contenedor de metal con una capacidad de un tercio de pie cúbico. No se intentó comprimir nada en ningún momento. Posteriormente, se pesó todo el conjunto, seguido del pesaje del contenedor vacío para calcular el peso del agregado suelto. Esto se llevó a cabo para determinar este peso. Finalmente, se utilizó la técnica de medición para determinar la capacidad del contenedor.

E. Contenido de humedad -

Un kilogramo de agregado fino se fragmentó en porciones más pequeñas y se obtuvieron muestras de cien gramos. El peso total del espécimen de agregado fue de un kilogramo. Las muestras se pesaron de inmediato luego de que se completó el paso a paso de secado en un estado desecado. Las muestras se secaron en un horno durante 1 día antes de este procedimiento.

3.2.4.3 Diseño de Mezcla

La combinación de hormigón se creó usando el método establecido por el Comité 211 del ACI. Para alcanzar un modelo de mezcla correcta para una $F'c$ de 210 kg/cm², las siguientes propiedades eran imperativas:

- ✓ La integridad estructural institucional.
- ✓ La masa de los agregados expresada como una relación con su volumen.
- ✓ La sustancia absorbida y la cantidad de humedad existente.

- ✓ Para determinar la unidad de peso, es esencial medir los agregados tanto en estado suelto como compactado.
- ✓ El problema ha sido solucionado.
- ✓ Análisis de los datos con modelos granulométricos.
- ✓ Evaluación del agua en conexión con el hormigón.

3.2.4.4 Prueba de F'c.

La prueba de F'c evalúa la disposición de un insumo, principalmente hormigón, pero que puede incluir mampostería o roca, para soportar fuerzas destinadas a reducir su volumen. Esta capacidad se evalúa a menudo en el hormigón. Este tipo de prueba se realiza a menudo en hormigón. El proceso de diseño estructural depende en gran medida de esta característica, especialmente para proyectos compuestos por elementos de hormigón. Este artículo proporciona una descripción general de varias técnicas utilizadas para probar la F'cr. Además, proporciona una explicación de los procesos utilizados para llegar a esa conclusión:

- ✓ Se pueden construir cilindros o cubos de hormigón para preparar muestras para su examen. La determinación del tipo de hormigón producido se basa en la norma aplicable y la ubicación de la muestra. Las muestras a menudo se recogen en el lugar durante todo el proceso de vertido del concreto, de conformidad con los pasos establecidos. Esto se realiza para garantizar que representen el conjunto.
- ✓ Una vez producidas las muestras, se les debe permitir el tiempo suficiente para que se curen. En este procedimiento, las muestras generalmente se mantienen en un entorno que garantiza una humedad constante y una T° fija durante una duración predeterminada, normalmente veintiocho días.
- ✓ Es esencial asegurarse de que las superficies de las muestras sean uniformes y estén distribuidas de manera uniforme antes de realizar la prueba. Esto

debe completarse antes de la ejecución de las pruebas. Si no lo están, es probable que sea necesario rectificarlas o taparlas para proporcionar una distribución uniforme del peso durante toda la prueba.

Durante el experimento, la muestra se somete a una aplicación progresiva y constante de peso hasta que finalmente falla. Este procedimiento continúa hasta que el material queda completamente destruido. Es fundamental documentar la deformación del espécimen y el energía más alta ejercida durante toda la operación.

Figura 21

Resistencia a compresión



3.2.4.5 Prueba de resistencia a la flexión

Se efectuó un peso puntual a la viga auxiliar en su punto medio. Esto se ejecutó tras determinar que la viga estaba correctamente posicionada. La tensión aplicada a los 2/3 restantes de la viga primaria se distribuyó uniformemente por toda la viga. La operación de carga se realizó de manera uniforme hasta que la viga envió indicaciones de cuidado que indicaban un posible mal funcionamiento. El proceso continuó hasta que la viga llegó al punto de su falla. Para comunicar que todo el enfoque de prueba se adhirió a los principios establecidos en la Tecnología de la Información 414, es fundamental enfatizar este componente. La técnica utilizada en esta investigación se basó en el protocolo de prueba

de flexión descrito en NTP 2871. Esta estrategia se utilizó para desarrollar el método. Se realizó una investigación exhaustiva. Este método ha sido creado para manejar vigas simples sujetas a pesos distribuidos ejercidas en un tercio de las ubicaciones.

Figura 22

Resistencias a la flexión



3.2.4.6 Evaluación de resultados

Se utilizarán tablas de comparación para presentar los resultados de forma transparente y proporcionar un acceso rápido a la información. Además de presentar una descripción general de los datos obtenidos, también realizaremos un estudio exhaustivo de las comparaciones realizadas entre las diferentes edades que se muestran en estas tablas. Este enfoque integral mejorará nuestra comprensión de los datos obtenidos. En concreto, nos centraremos en las diferencias relevantes que pueden surgir en relación de la edad y la organización demográfica.

3.2.4.7 Procesamiento y evaluación de valores

Los datos se evaluarán y procesarán mediante cálculos, gráficos y tablas. Esto se realizará para asegurar la precisión. Los valores hallados de los exámenes se basarán en experimentos realizados de acuerdo con métodos definidos, lo que garantiza una recopilación de datos completa y concisa.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Resultados

Las tablas que se muestran seguidamente proporcionan los valores hallados de los procedimientos de diagnóstico realizados en el laboratorio. La agregación de estos hechos se ha realizado de acuerdo con los principios de la ley peruana y el derecho internacional. El seguimiento y el análisis de cada agregado tuvieron lugar meticulosamente para determinar sus características.

a) Contenido de humedad

Tabla 3

resultados de contenido de humedad

Agregado Fino		
	<i>Agregado fino</i>	<i>Agregado</i>
Peso de muestra humeda+ Tarro	372.91	400.86
Peso de muestra seca+ Tarro	361.29	390.27
Peso Tarro	52.55	52.55
Peso húmedo	320.37	348.30
Peso seco	308.78	337.70
Peso - Agua	11.59	10.59
% Humedad	3.77	3.14

El cuadro a continuación presenta una compilación especificada de datos sobre el contenido de humedad de los agregados procedentes de la cantera de Isla. Una comparación

entre el agregado fino y el agregado grueso revela que el agregado fino tiene un % de humedad de 3,76%, por otro lado, el agregado grueso exhibe un contenido de humedad mucho más bajo que 3,14%.

b) Peso específico y absorción

Tabla 4

Resumen sobre el peso específico y absorción.

Peso específico y absorción		
	Pe. específico (gr/cm ³)	Absorción (%)
Fino	2.55	4.92
Grueso	2.67	2.49

c) Pesos unitarios sueltos

Tabla 5

Peso por unidad del agregado

Peso unitario (suelto)						
	Agregado fino			Agregado grueso		
Peso del molde	6134 gr	6134 gr	6134 gr	6134 gr	6134 gr	6134 gr
Volumen del molde	2078 cm ³	2078 cm ³	2078 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
Colocación de muestra a molde	Caída libre					
Peso del molde + muestra suelta	9530 gr	9680 gr	9597 gr	9445 gr	9395 gr	9348 gr
Peso de la muestra suelta	3395 gr	3545 gr	3462 gr	3320 gr	3260 gr	3213 gr
Densidad mínima de la muestra seca	1.634 gr/cm ³	1.706 gr/cm ³	1.666 gr/cm ³	1.037 gr/cm ³	1.019 gr/cm ³	1.004 gr/cm ³
Media	1.669 gr/cm³			1.020 gr/cm³		

El cuadro adjunto presenta una representación específica de los valores medios calculados para los pesos unitarios de los agregados en situación suelta. Los valores se adquirieron cuando los agregados estaban en estado suelta. El agregado fino tiene un peso

unitario suelto media de 1,669 gramos por centímetro cúbico. Esto representa el peso unitario del agregado fino. El agregado grueso tiene un peso unitario suelto que está algo por debajo de la norma, midiendo alrededor de 1,020 gr/cm³.

d) Pesos unitarios consolidados

Tabla 6

Peso por unidad del agregado

Peso unitario (varillado)						
	Agregado fino			Agregado grueso		
PM	6134 gr	6134 gr	6134 gr	6134 gr	6134 gr	6134 gr
VM	2087 cm ³	2087 cm ³	2087 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
N° Capas			3			
N° de golpes			25			
PM + MC	9917gr	10288gr	9835gr	9895.01gr	9666gr	9672gr
PMC	3782gr	4155gr	3702gr	3761gr	3531gr	5537gr
DMM	1.725 gr/cm ³	1.758 gr/cm ³	1.781 gr/cm ³	1.113 gr/cm ³	1.104 gr/cm ³	1.106 gr/cm ³
Media		1.867 gr/cm³			1.128 gr/cm³	

La tabla que acompaña al artículo muestra los valores medios del peso unitario de los áridos cuando se comprimen. Estos valores se obtuvieron al comprimir los áridos. Tras la compresión, el árido fino suele tener un peso unitario de 1,867 gramos por centímetro cúbico. En comparación con los áridos más finos, el árido grueso tiene un peso unitario compactado algo inferior, con una media de 1,128 g/cm³.

e) Evaluación granulométrica

Figura 23

Granulometría del agregado grueso.

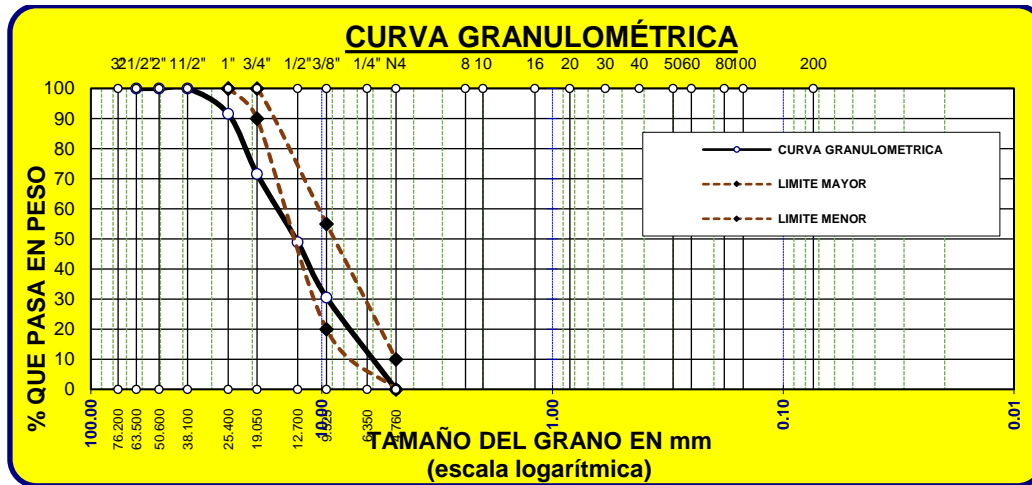


Figura 24

Granulometría del agregado fino.

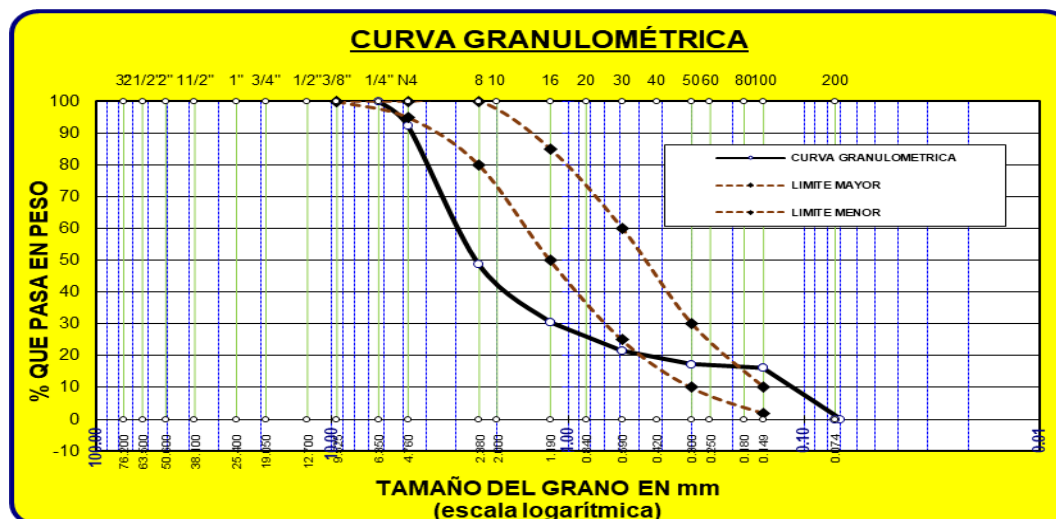


Tabla 7

Resumen de las cualidades de los agregados.

Cualidades Físicas	Agregado grueso	Agregado fino
P.e de Sólidos	-	-
P.e SSS	2.66	2.54
P.e Bulk	-	-
P.U. Varillado	1685	1811
P.U. Suelto	1524	1619
% de Absorción	2.50	4.93
% de Humedad Natural	3.14	3.76
Módulo de Fineza	-	3.51

4.1.1 Dosis para el modelo de combinación

La comprensión se facilita con la información lograda de los ensayos de laboratorio realizadas. Este resumen ofrece una visión general sucinta del material presentado en los párrafos siguientes.

a) Proporción de los conformantes de combinación patrón

Tabla 8

Proporciones del modelo de combinación

Agregado	Dosificación Peso Seco (Kg/m ³)	Proporción Volumen peso seco	Dosificación Peso Húmedo (kg/m ³)	Proporción Volumen peso húmedo
Cemento	366	1	366	1
Agua	205	0.56	208	0.57
Ag. Grueso	925	2.53	954	2.61
Ag. Fino	759	2.07	787	2.15
Aire	2.00%		2.00%	

El siguiente cuadro proporciona detalles sobre la cantidad de cada conformante requerida para el desarrollo de una unidad de briquetas al nivel designado. Este proceso requiere el uso de dos kilogramos de agregado fino con un kilogramo de cemento. El cuadro añade los pesos variables, expresados en kilogramos, correspondientes a los distintos % de los conformantes usados en este experimento. Los pesos están incluidos en los datos.

En consecuencia, se supondrá que se utilizarán 8,61 bolsas de cemento por cada m³ de la combinación.

Tabla 9

Dosificación de insumos usados en la combinación

Dosificación de insumos	
Insumo	M. Húmedo (kg/m ³)
Cemento	367
Ag. Fino	758
Ag. Grueso	924
Agua	204
2.5% Polvo de grafito	10.97
3.5% Polvo de grafito	14.63
0.15% Aditivo Superplastificante	0.19
0.20% Aditivo Superplastificante	0.37

La siguiente tabla proporciona detalles sobre las cantidades de cada componente necesarias para la producción de hormigón por parte del productor. Esta tabla incluye las cantidades de polvo de grafito y aditivo incorporador de aire, ambas cuantificadas en kilos. Además, el gráfico abarca esas cantidades.

4.1.2 Asentamiento del concreto patrón

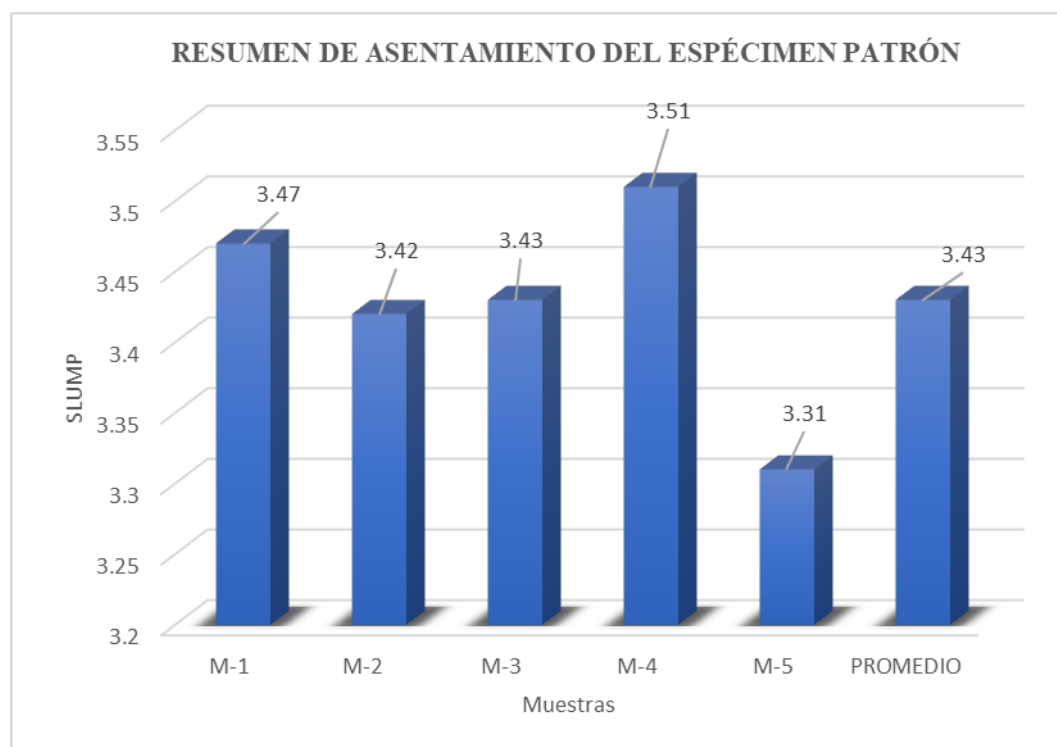
Tabla 10

Asentamiento de la mezcla MP

Espécimen	Asentamiento	Consistencia (slump)
1	3-4"	3.47
2	3-4"	3.42
3	3-4"	3.43
4	3-4"	3.51
5	3-4"	3.31
	Media	3.43

Tabla 11

Contraste del asentamiento de la mezcla espécimen patrón



El gráfico representa los asentamientos que se produjeron utilizando cinco muestras únicas de hormigón estándar. La muestra que demostró una trabajabilidad excepcional tenía una longitud de 3,51 pulgadas, mientras que el tamaño promedio fue de 3,43 “.

4.1.3 Slump del concreto con grafito en polvo en 2.5%

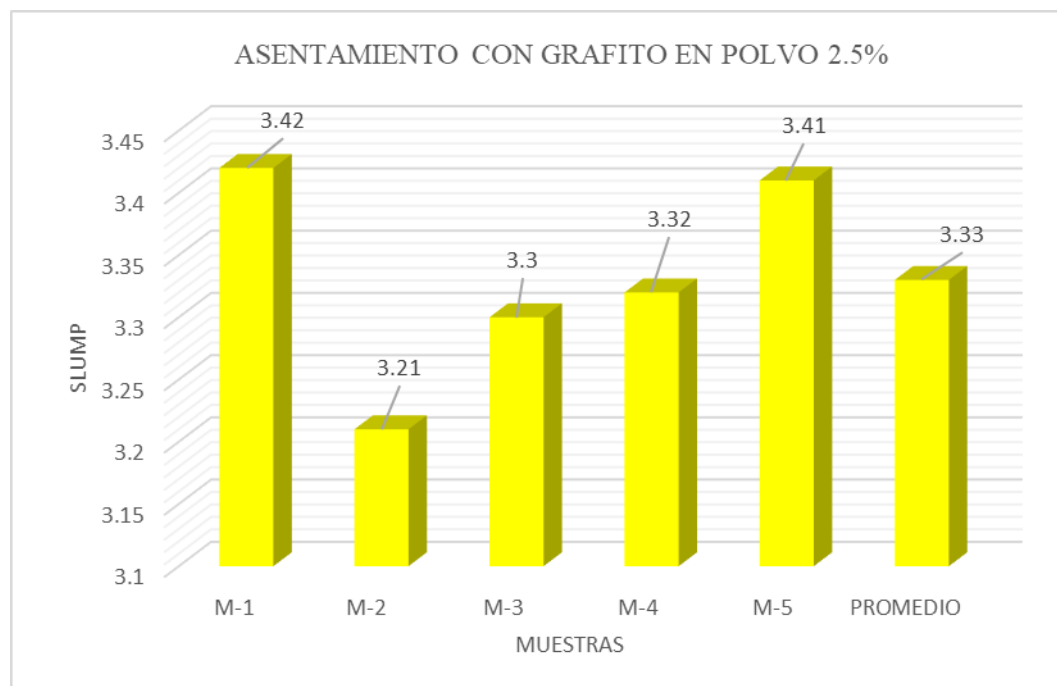
Tabla 12

Resumen del asentamiento de la combinación espécimen con grafito en polvo 2.5%.

Espécimen	Asentamiento	Consistencia (slump)
1	3-4"	3.43
2	3-4"	3.20
3	3-4"	3.29
4	3-4"	3.33
5	3-4"	3.40
Media		3.33

Figura 25

Contraste del asentamiento del espécimen con grafito en polvo 2.5%.



El asentamiento promedio fue de 3,33 pulgadas, sin embargo, el gráfico que representa los asentamientos de cinco muestras de hormigón con 2,5 % de polvo de grafito

muestra que la muestra con una trabajabilidad mejorada midió 3,42 pulgadas. El gráfico indica que el asentamiento medio fue de 3,33”.

4.1.4 Slump del concreto con grafito en polvo 3.5%

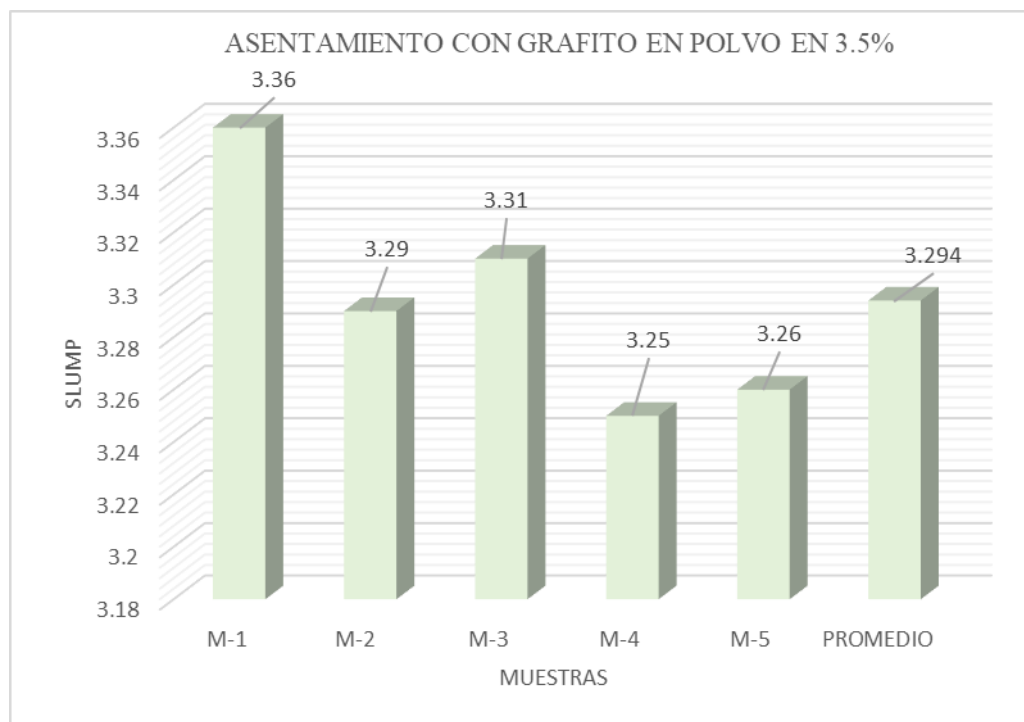
Tabla 13

Resumen del asentamiento con grafito en polvo 3.5%.

Espécimen	Asentamiento	(slump)
1	3-4"	3.36
2	3-4"	3.29
3	3-4"	3.31
4	3-4"	3.25
5	3-4"	3.26
Media		3.29

Figura 26

Contraste del asentamiento con polvo de grafito en 3.5%.



Se elaboró un gráfico para representar visualmente los asentamientos observados en cinco muestras de hormigón distintas que contenían 3,5 % de polvo de grafito. La

muestra que demostró una trabajabilidad excepcional midió 3,36 pulgadas, en contraste con el asentamiento promedio de 3,29”, como se ve en el gráfico.

4.1.5 Slump del concreto con aditivo que añade aire en 0.15%

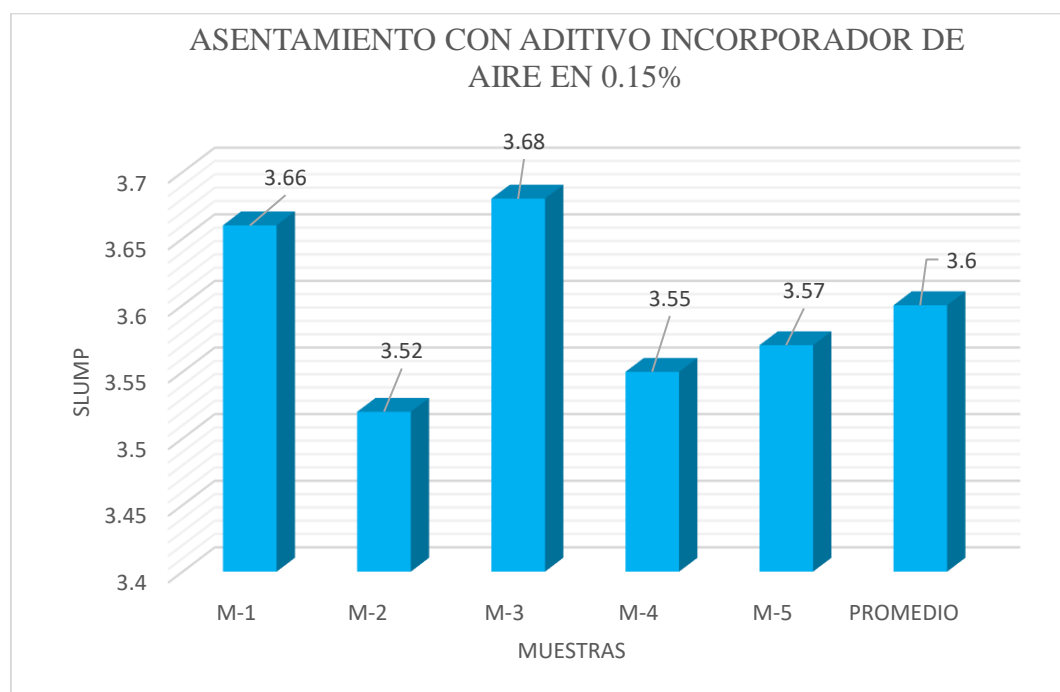
Tabla 14

Resumen del asentamiento con aditivo incorporador de aire en 0.15%

Espécimen	Asentamiento	Consistencia (slump)
1	3-4"	3.66
2	3-4"	3.52
3	3-4"	3.68
4	3-4"	3.55
5	3-4"	3.57
Media		3.60

Figura 27

Contraste del asentamiento con incorporador de aire en 0.15%.



Se combinaron cinco muestras de hormigón con un aditivo que añade aire a una concentración del 0,15 %, y el gráfico ilustra los asentamientos resultantes en esas muestras. Se identificó una medida de 3,68 pulgadas como la muestra que demostró el nivel más alto de trabajabilidad, como lo muestran los resultados del gráfico. El asentamiento promedio se determinó en 3,60”.

4.1.6 Slump del hormigón con incorporador de aire en 0.20%.

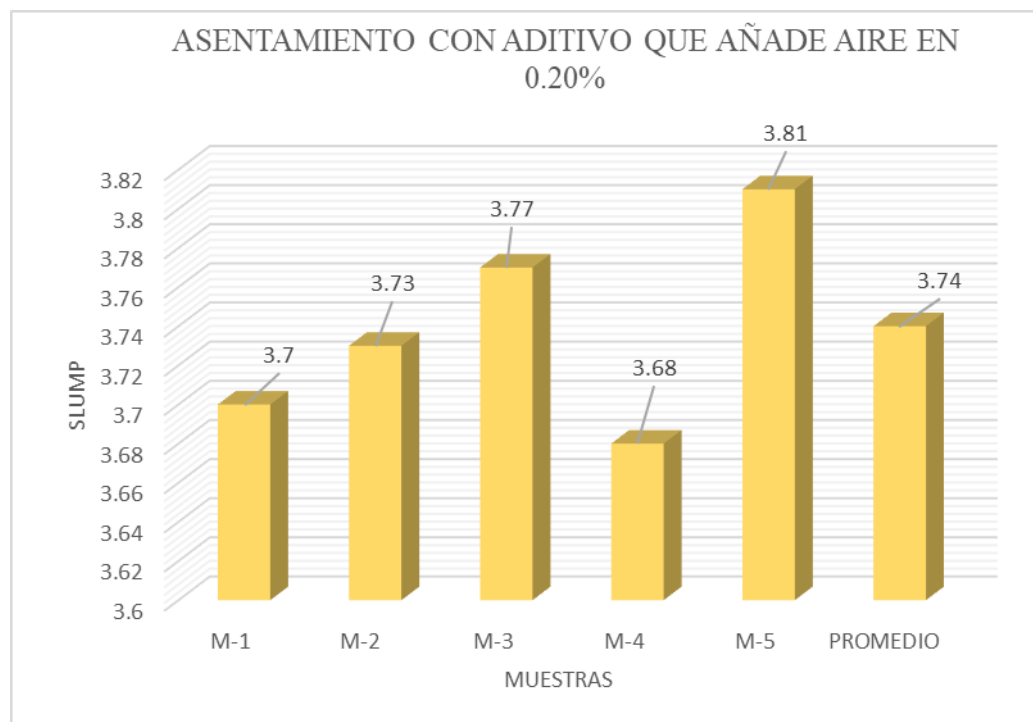
Tabla 15

Resumen del asentamiento con aditivo incorporador de aire en 0.20%

Espécimen	Asentamiento	Consistencia (slump)
1	3-4"	3.70
2	3-4"	3.73
3	3-4"	3.77
4	3-4"	3.68
5	3-4"	3.81
Media		3.74

Figura 28

Contraste del asentamiento con aditivo incorporador de aire 0.20%



El gráfico ilustra varias ocurrencias de asentamiento en cinco muestras de hormigón distintas con un aditivo que añade de aire al 0,20 %. El espécimen que mostró el nivel más alto de trabajabilidad midió 3,81 pulgadas, pero el asentamiento promedio fue de 3,74". Estos datos se muestran en el gráfico.

4.1.7 Contraste de los resultados logrados de la operabilidad

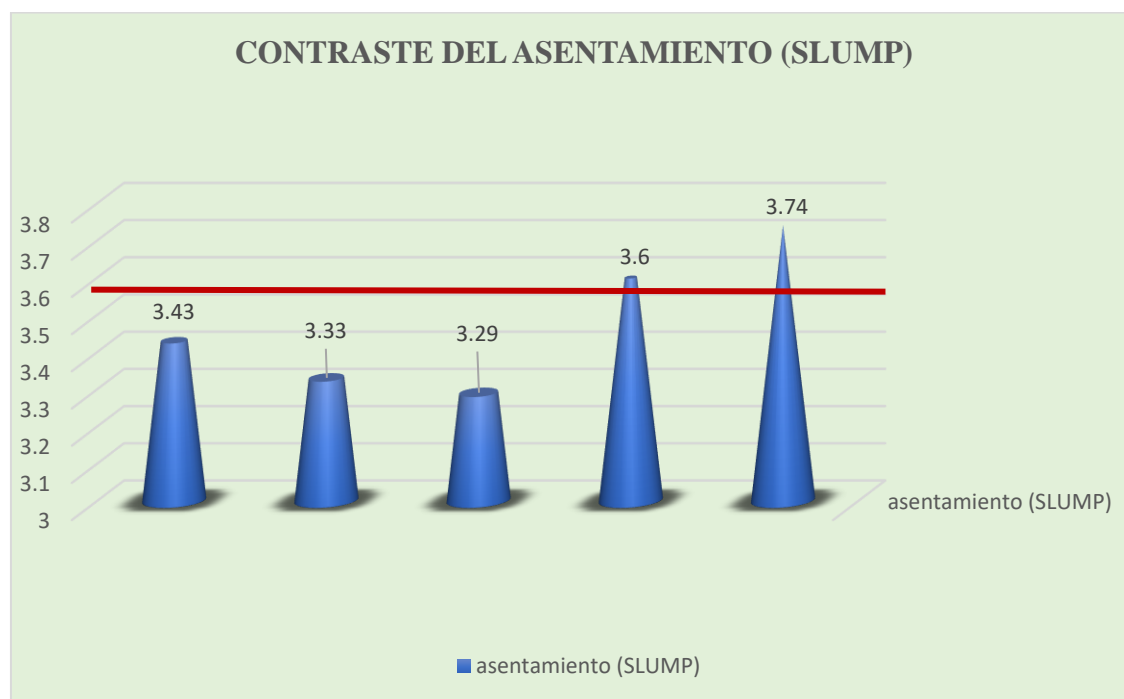
Tabla 16

Resumen de la operabilidad

Operabilidad de la combinación	
Descripción	Asentamiento (Slump)
MP	3.43"
MP + grafito en polvo 2.5%	3.33"
MP + grafito en polvo 3.5%	3.29"
MP + adi. incorporador de aire 0.15%	3.60"
MP + adi. incorporador de aire 0.20%	3.74"

Figura 29

Contraste del asentamiento de la operabilidad



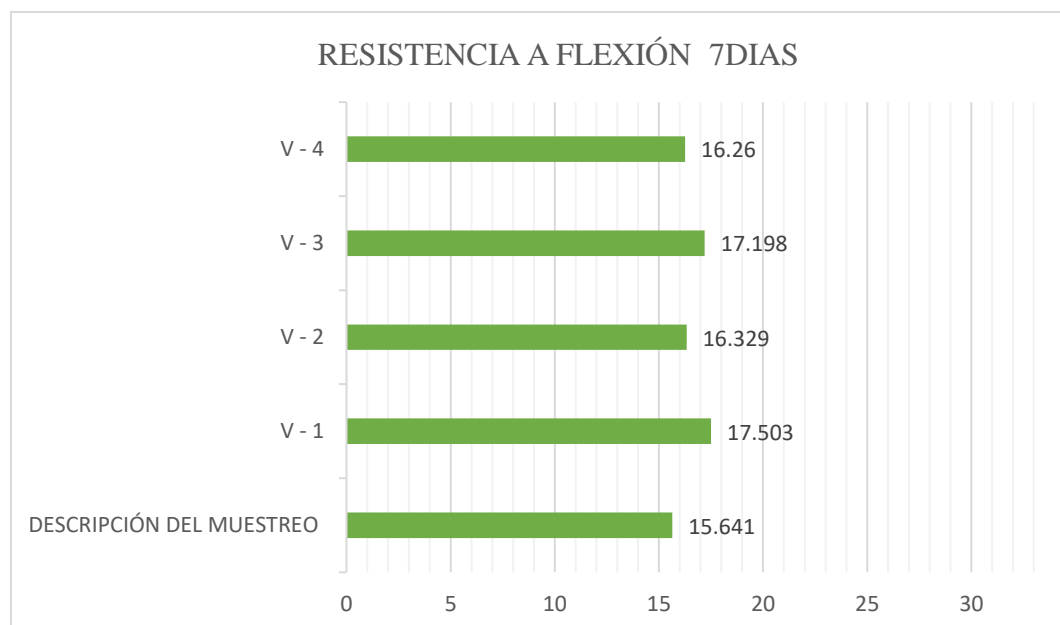
La suma de grafito en polvo provoca un cambio en el asentamiento, lo que lleva a una reducción de la operabilidad de la combinación. El proceso de sedimentación es diferente. El componente incorporador de aire optimiza significativamente la operabilidad de la combinación en comparación con su potencial sin él. Tras la aplicación de un aditivo que añade aire, la muestra que mostró el mayor rendimiento registró una medición de 3,74 pulgadas. El uso de polvo de grafito al 4 % arrojó la medición de rendimiento más baja de 3,29”.

4.1.8 Resistencia a la flexión de las muestras a la 1era semana

Tabla 17

Resistencias a flexión de la viga patrón – 1 semana

Muestreo	Resisten. a Flexión Kg/cm ²	Edad días
1	15.641	
2	17.503	
3	16.329	7
4	17.198	
5	16.260	



La siguiente figura presenta un examen detallado de la resistencia a la flexión del espécimen de alusión. Los resultados de la prueba indicaron que el espécimen tenía una resistencia media muy alta de 16,60 kg/cm².

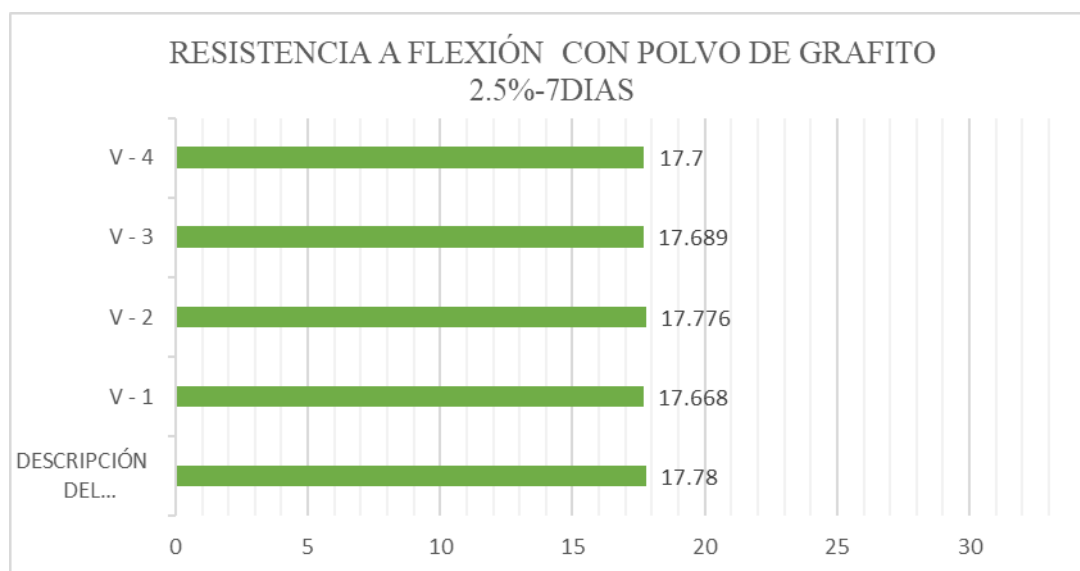
Tabla 18

Resistencias a flexión de VP + grafito en polvo 2.5% - 7 días

Espécimen	Resisten. a Flexión Kg/cm ²	Edad días
1	17.780	
2	17.668	
3	17.776	7
4	17.689	
5	17.700	

Figura 30

Contraste de resistencias logradas, espécimen+2.5% de polvo de grafito – 1 semana



La imagen ofrece una evaluación exhaustiva de la muestra al mostrar su resistencia a la flexión. Según los resultados de la prueba, la muestra presentó una resistencia media excepcionalmente alta de 17,72 kg/cm².

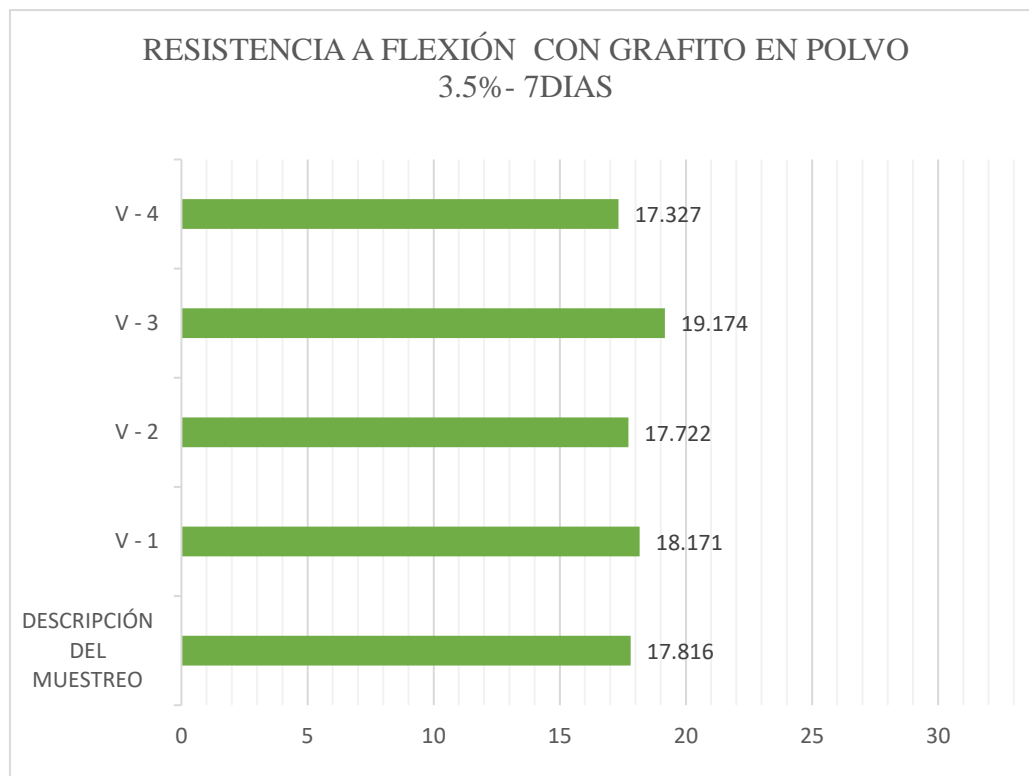
Tabla 19

Resistencias a flexión de VP+ GP 3.5%, 7 días

Muestra	Resistencia Flexion Kg/cm ²	Edad días
1	17.816	7
2	18.171	7
3	17.722	7
4	19.174	7
5	17.327	7

Figura 31

Contraste de las resistencias logradas, MP + grafito en polvo 3.5% - 7 días



Además, la imagen incluye una evaluación completa de la resistencia a la flexión del espécimen. Los resultados de la prueba indicaron que esta muestra en particular tenía una resistencia media excepcional de 18,04 kg/cm², lo que constituye un descubrimiento significativo.

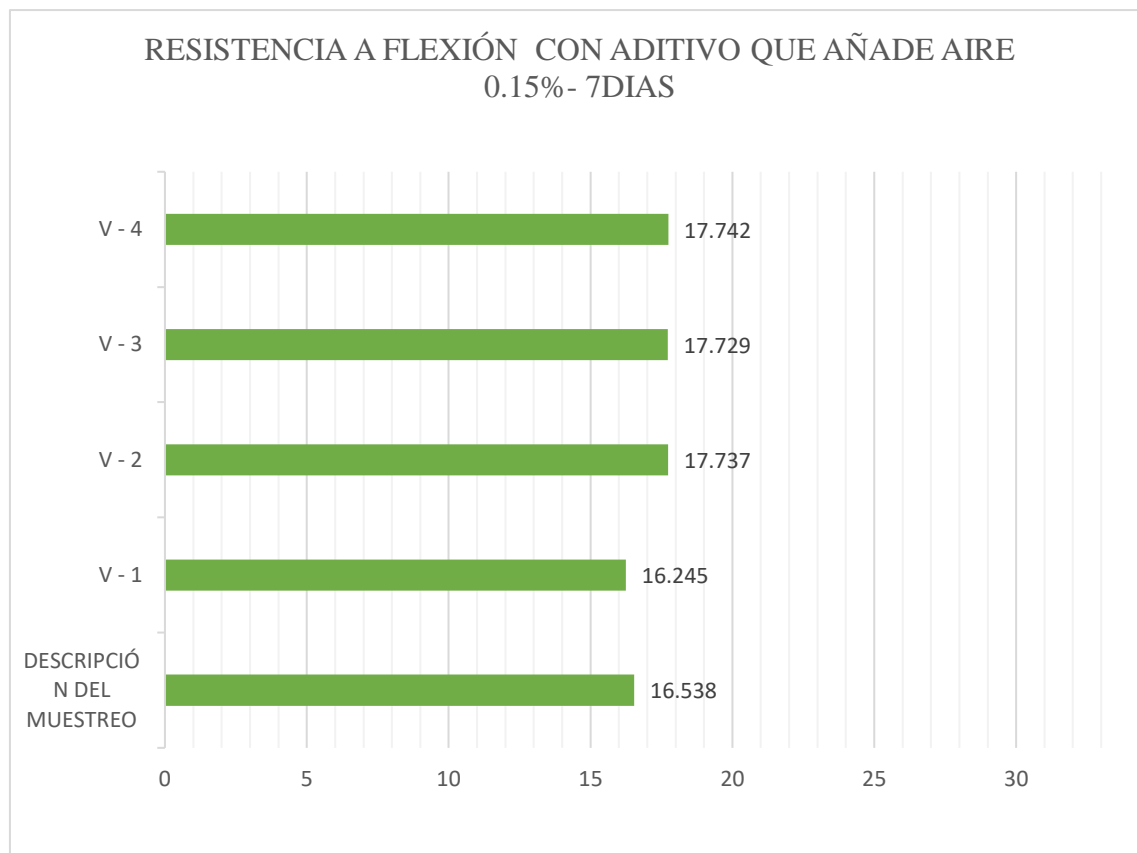
Tabla 20

Resistencias a flexión de VP + aditivo incorporador de aire 0.15%, 7 días

Muestro	Resistencia a Flexión Kg/cm ²	Edad días
1	16.538	7
2	16.245	
3	17.737	
4	17.729	
5	17.742	

Figura 32

Contraste de las resistencias logradas, VP +0.15% AIA- 1 semana



El aditivo incorporador de aire es responsable de proporcionar una evaluación completa de la resistencia a la flexión del espécimen. Los resultados de la prueba indicaron que este espécimen en particular tenía una resistencia media excepcional de 17,20 kg/cm².

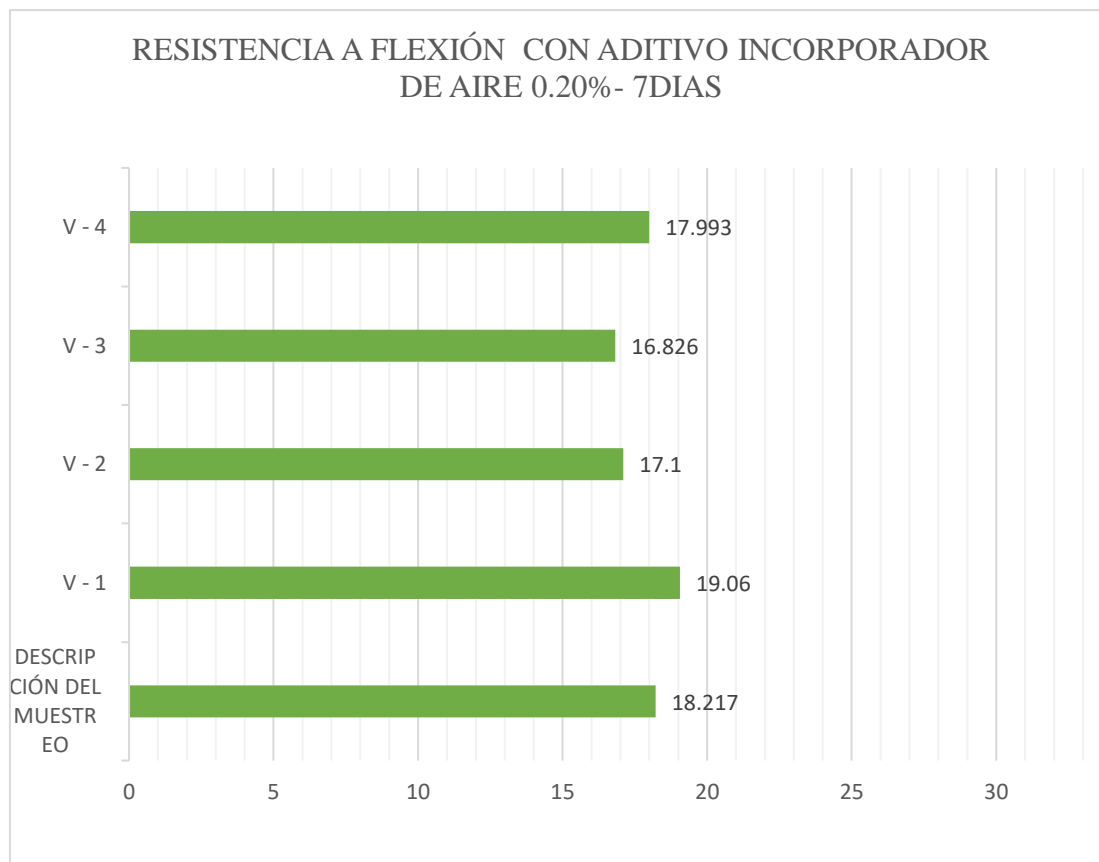
Tabla 21

Resistencias a flexión de VP + aditivo incorporador de aire 0.20%, 7 días

Muestra	Resistencia a Flexión Kg/cm ²	Edad días
1	18.217	7
2	19.060	7
3	17.100	7
4	16.826	7
5	17.993	7

Figura 33

Contraste de las resistencias logradas, espécimen estándar +0.20% AIA- 1 semana



El uso del aditivo incorporador de aire permite una evaluación completa de la resistencia a la flexión de la muestra de material. Los resultados de la prueba indicaron que la muestra tenía una resistencia media muy alta de 17,84 kg/cm².

4.1.9 *Contraste de resistencia a la flexión a las 2 semanas*

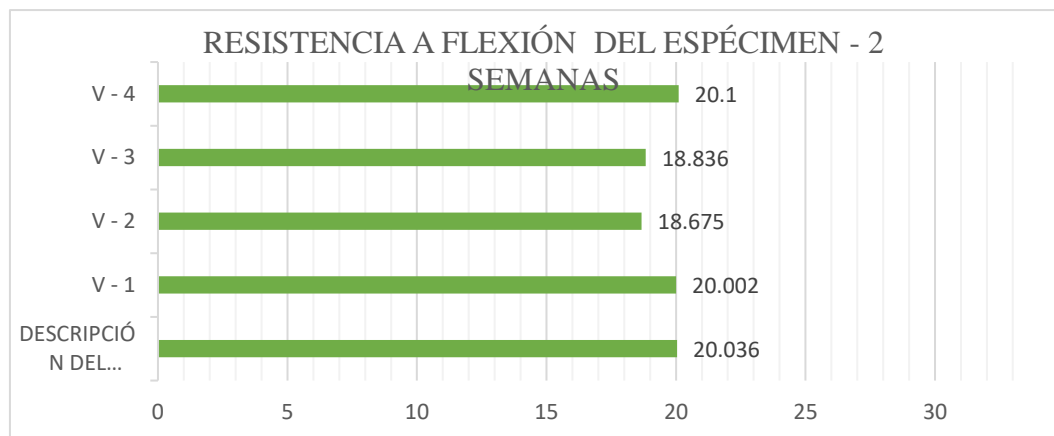
Tabla 22

Resistencias a flexión de la viga patrón – 2 semanas

Es espécimen	Resisten. a Flexión Kg/cm ²	Edad días
1	20.036	
2	20.002	
3	18.675	14
4	18.836	
5	20.100	

Figura 34

Contraste de las resistencias alcanzadas, muestra patrón – 2 semanas



La muestra tiene una alta resistencia a la flexión. Los resultados de la prueba indicaron que el espécimen exhibe una resistencia media muy alta de 19,53 kg/cm².

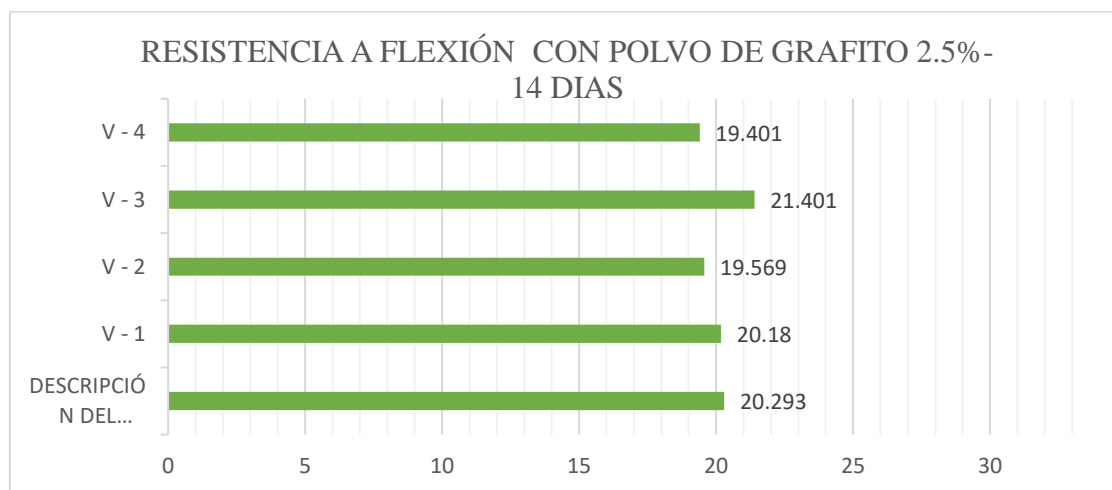
Tabla 23

Resistencias a flexión de VP+ grafito en polvo 2.5% - 14 días

Muestra	Resisten. a Flexión Kg/cm ²	Edad días
1	20.293	
2	20.180	
3	19.569	14
4	21.401	
5	19.401	

Figura 35

Contraste de las resistencias logradas, espécimen+2.5% grafito en polvo- 2 semanas



La ilustración incluye una evaluación exhaustiva del aguante a la flexión del espécimen, tal como se presenta en el documento. Los resultados de la prueba indicaron que este espécimen en particular tenía una resistencia media de 20,17 kg/cm², una cifra notable.

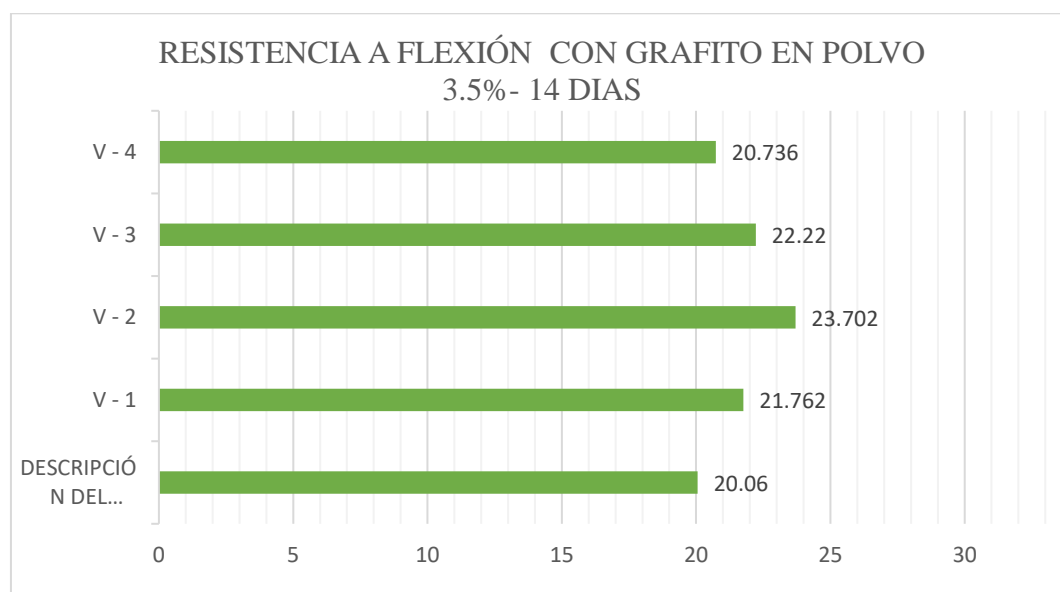
Tabla 24

Resistencias a flexión de la viga + grafito en polvo 3.5%, - 14 días

Muestra	Resistencia Flexion Kg/cm ²	Edad días
1	20.060	
2	21.762	
3	23.702	14
4	22.220	
5	20.736	

Figura 36

Contraste de las resistencias logradas, espécimen + grafito en polvo 3.5%- 2 semanas



La ilustración incluye una evaluación exhaustiva de la resistencia a la flexión del espécimen, tal como se presenta en el documento. Los resultados de la prueba indicaron que este espécimen en particular tenía una resistencia media de 21,70 kg/cm², una cifra encomiable.

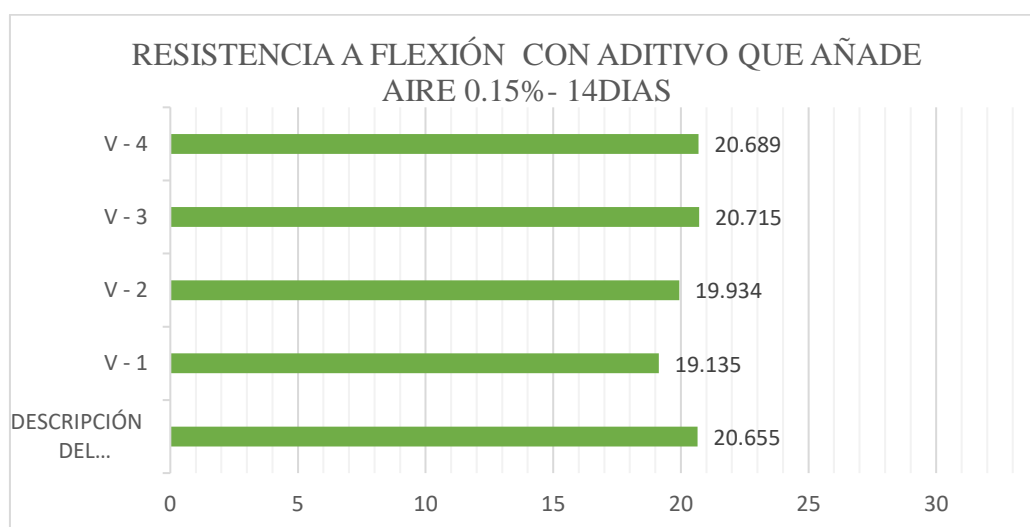
Tabla 25

Resistencias a flexión de la viga + aditivo incorporador de aire 0.15%, 2 semanas

Muestra	Resistencia Flexión Kg/cm ²	Edad días
1	20.655	14
2	19.135	14
3	19.934	14
4	20.715	14
5	20.689	14

Figura 37

Contraste de resistencias logradas, VP+0.15% adi. incorporador de aire- 14 días



El aditivo que añade aire proporciona una evaluación exhaustiva de la resistencia a la flexión del espécimen, que puede determinarse mediante su aplicación. Los valores hallados del ensayo indicaron que la muestra tenía una resistencia media muy alta de 20,23 kg/cm².

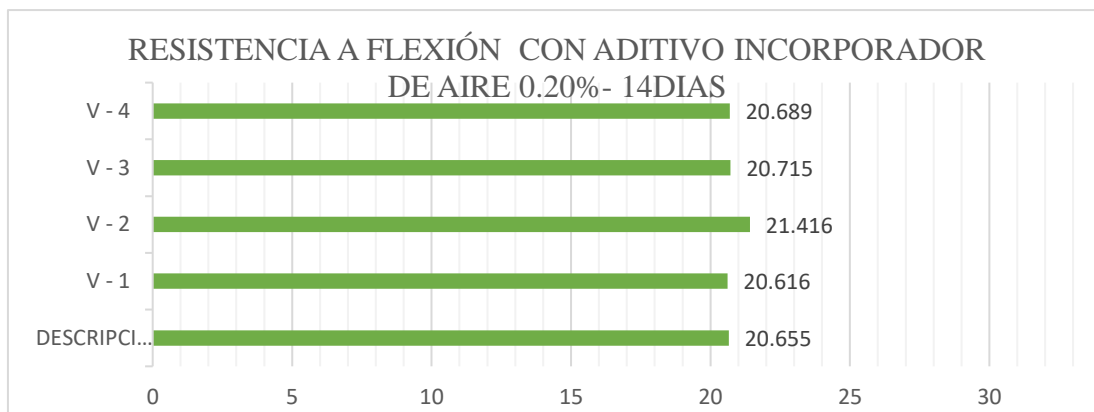
Tabla 26

Resistencias a flexión de la viga +aditivo que añade aire 0.20%, -2 semanas

Muestra	Resistencia Flexión Kg/cm ²	Edad días
1	20.655	
2	20.616	
3	21.416	14
4	20.715	
5	20.689	

Figura 38

Resistencias alcanzadas, VP+0.20% adit. que añade de aire – 2 semanas.



El uso del aditivo incorporador de aire permite una evaluación integral de la resistencia a la flexión de la muestra de material. Los valores hallados de la prueba indicaron que el espécimen exhibe una resistencia promedio muy alta de 20,82 kg/cm².

4.1.10 Resistencias a la flexión a los 4 semanas

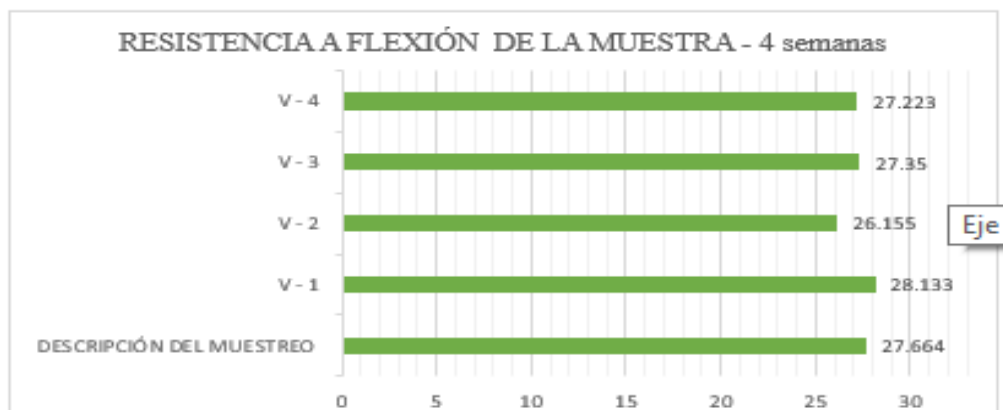
Tabla 27

Resistencias a flexión de la viga patrón – 4 semanas

Muestra	Resistencia Flexión Kg/cm ²	Edad dias
1	27.664	28
2	28.133	
3	26.155	
4	27.350	
5	27.223	

Figura 39

Contraste de las resistencias alcanzadas, muestra patrón – 4 semanas



El espécimen exhibe una resistencia a la flexión elevada. Los valores hallados del ensayo señalaron que la resistencia promedio excepcional de esta muestra en particular fue de 27,31 kilogramos por centímetro cuadrado.

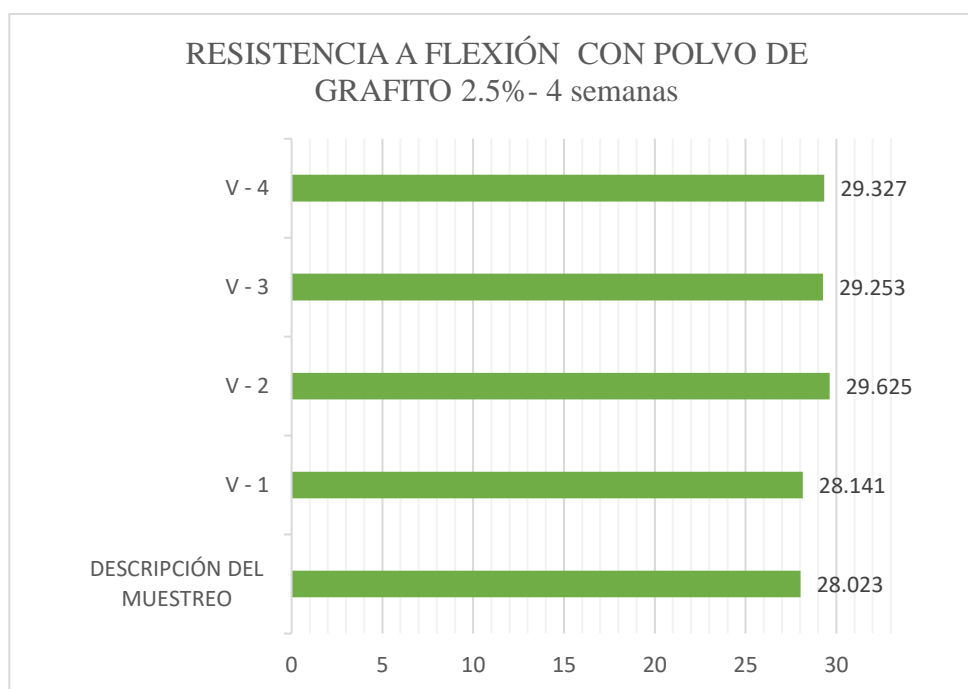
Tabla 28

Resistencias a flexión de la viga+ polvo de grafito 2.5% - 28 días.

Muestra	Resistencia Flexion Kg/cm ²	Edad días
1	28.023	
2	28.141	
3	29.625	28
4	29.253	
5	29.327	

Figura 40

Contraste de las resistencias logradas, espécimen+2.5% polvo en grafito- 4 semanas.



La ilustración incluye una evaluación integral del aguante a la flexión del espécimen, como se presenta en el documento. Los valores hallados del ensayo señalaron que la resistencia promedio excepcional de esta muestra en particular fue de 28,87 kilogramos por centímetro cuadrado.

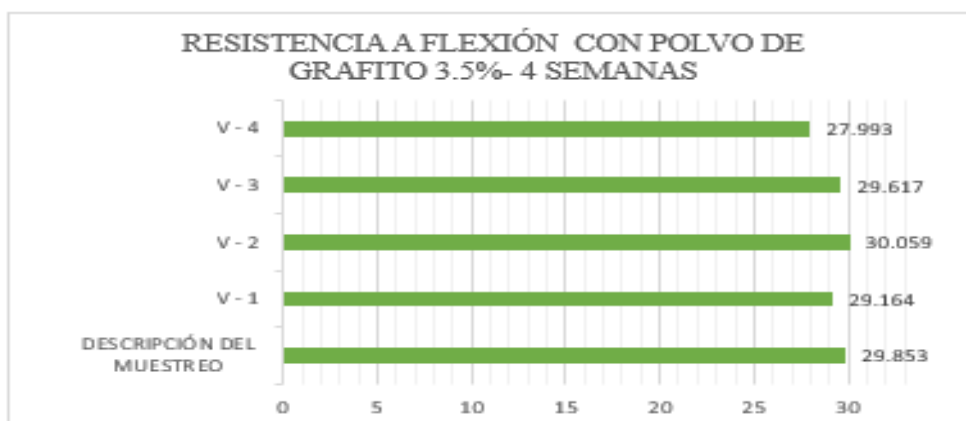
Tabla 29

Resistencias a flexión de la viga + grafito en polvo 3.5%, - 4 semanas

Muestra	Resistencia Flexión Kg/cm ²	Edad días
1	29.853	28
2	29.164	28
3	30.059	28
4	29.617	28
5	27.993	28

Figura 41

Contraste de las resistencias logradas, espécimen + polvo de grafito 3.5%- 4 semanas



La ilustración incluye una evaluación integral de la resistencia a la flexión del espécimen, como se presenta en el documento. Los hallazgos de la prueba indicaron que esta muestra en particular tenía una resistencia promedio excepcional de 29,34 kg/cm², como lo muestran los datos.

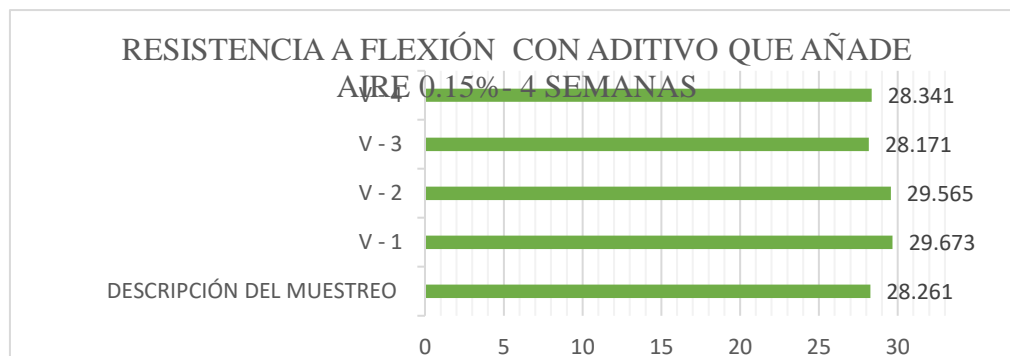
Tabla 30

Resistencias a flexión de la viga +aditivo que añade aire 0.15%, -4 semanas

Muestra	Resistencia Flexión Kg/cm ²	Edad días
1	28.261	28
2	29.673	28
3	29.565	28
4	28.171	28
5	28.341	28

Figura 42

Resistencias logradas, VP+0.15%aditivo que añade aire – 4 semanas.



El aditivo que añade aire proporciona una evaluación integral del aguante a la flexión del espécimen, que podría determinarse mediante su aplicación. Los resultados de la prueba indicaron que este espécimen en particular tenía una resistencia común de 28,80 kg/cm², una cifra notable.

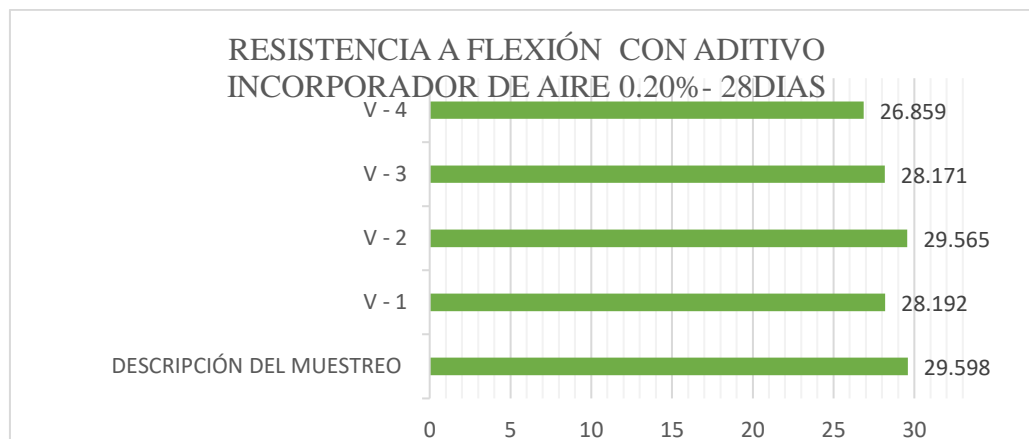
Tabla 31

Resistencias a flexión de la viga +aditivo incorporador de aire 0.20%, 4 semanas

Muestro	Resistencia a Flexión Kg/cm ²	Edad dias
1	29.598	28
2	28.192	28
3	29.565	28
4	28.171	28
5	26.859	28

Figura 43

Resistencias logradas, VP+0.20% aditivo que añade aire – 4 semanas



El aditivo que añade aire proporciona una evaluación completa del aguante a la flexión del espécimen, que podría determinarse mediante su aplicación. Los valores hallados del espécimen indicaron que la muestra tenía un aguante medio notablemente alta de 28,48 kg/cm².

Tabla 32

Contraste de aguante a la flexión de grafito en polvo y adit. incorporador de aire

Resumen de Valores Hallados de Durabilidad a la Flexión		
Espécimen	Resistencia a Flexión (kg/cm ²)	Edad (semanas)
Vig- Patrón	16.60	1
Vig. +2.5% de polvo en grafito	17.71	1
Vig. +3.5% de polvo en grafito	18.03	1
Vig. +0.15% aditivo que añade aire	17.19	1
Vig. +0.20% aditivo que añade aire	17.85	1
Vig- Patrón	19.52	2
Vig. +2.5% de polvo en grafito	20.18	2
Vig. +3.5% de polvo en grafito	21.69	2
Vig. +0.15% aditivo que añade aire	20.22	2
Vig. +0.20% aditivo que añade aire	20.81	2
Vig- Patrón	27.30	4
Vig. +2.5% de polvo en grafito	28.88	4
Vig. +3.5% de polvo en grafito	29.33	4
Vig. +0.15% aditivo que añade aire	28.79	4
Vig. +0.20% aditivo que añade aire	28.47	4

Los datos del estudio indican que la inclusión de estos componentes en la combinación mejorará la resistencia a la flexión del material.

Tabla 33

Resumen de las desigualdades de % con relación a la viga patrón

Contraste de % de resistencia a flexión – 4 semanas	
Detalles del espécimen	% flexión (Mr) (Kg/cm ²)
Vig- Patr.	100.03%
Vig. +2.5% de polvo de grafito	105.77%
Vig. +3.5% de polvo de grafito	107.47%
Vig. +0.15% aditivo que añade aire	105.51%
Vig. +0.20% aditivo que añade aire	104.32%

La resistencia de la viga patrón se midió al cien por cien. Con una adición del 4%, el grafito en polvo mostró el máximo rendimiento, superando el diseño en un 5,76% en eficacia. Esta fue la situación cuando se comparó con el diseño. La eficacia óptima del aditivo incorporador de aire se logró con una concentración del 0,05%, lo que produjo una mejora del 5,50% en la viga patrón. Esta fue la situación en cuanto al rendimiento general del aditivo.

4.1.11 Resistencia a la compresión de los especímenes a la 1era semana

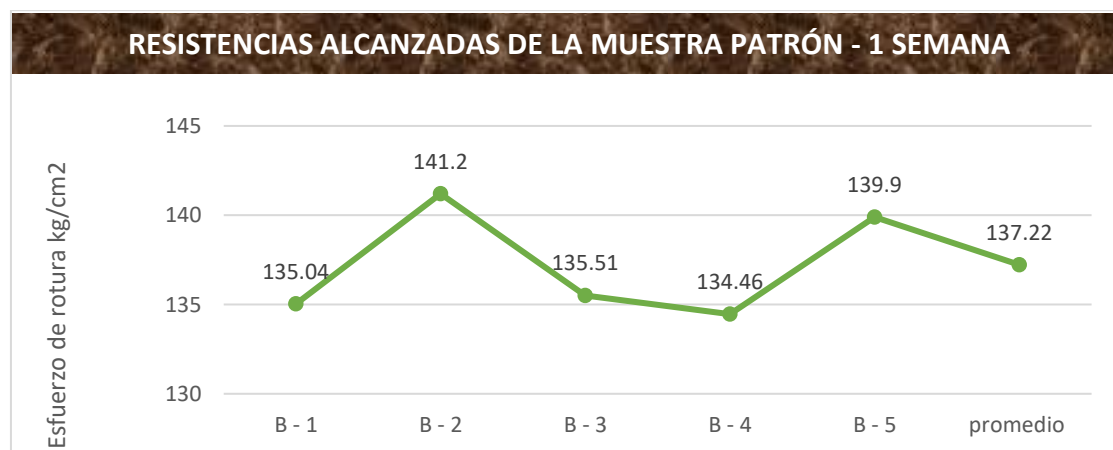
Tabla 34

Resistencias alcanzadas por el espécimen patrón-1 semana.

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F´C Kg/cm ²	EDAD DIAS
1	135.04		
2	141.20		
3	135.51	210	7
4	134.46		
5	139.90		
Promedio	137.22		

Figura 44

Contraste de resistencias obtenidas con el espécimen patrón – 1 semana.

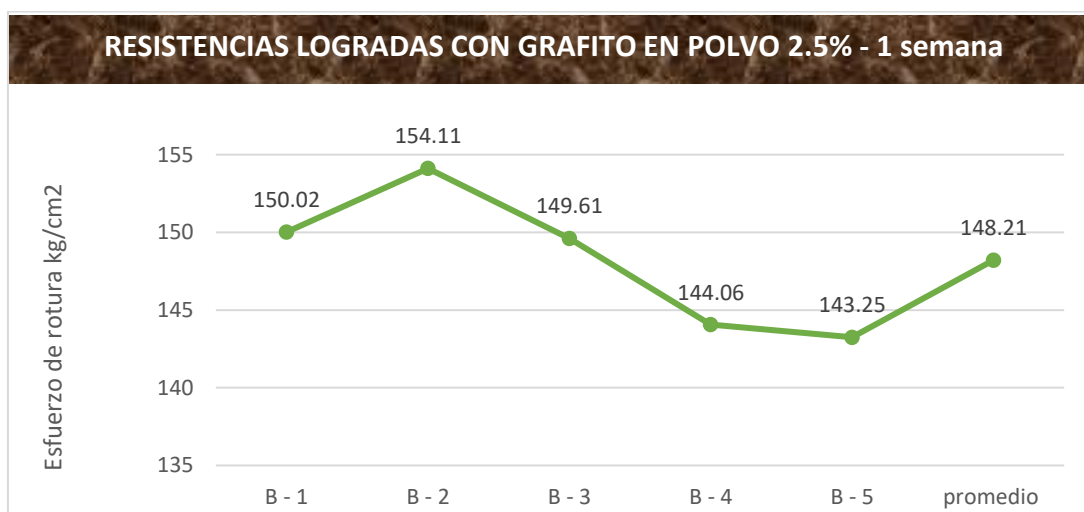


Los datos sobre el aguanete del concreto luego de siete días de curado se muestran gráficamente. La investigación indica que el espécimen exhibe un aguanete medio de 137,22 kg/cm², un valor notable.

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD semanas
1	150.02		
2	154.11		
3	149.61	210	1
4	144.06		
5	143.25		
Promedio	148.21		

Figura 45

Resistencias alcanzadas el espécimen con grafito en polvo 2.5% - 1 semanas.



Luego de un lapso de curado de 7 semanas, los datos sobre la resistencia del hormigón que contiene 2,5% de grafito en polvo se muestran en la representación gráfica. Los datos indican que el espécimen exhibe un aguante medio de 148,21 kg/cm², que es el valor informado aquí.

Tabla 35

Resistencias logradas por el espécimen con grafito en polvo 3.5% - 1 semana

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DIAS
1	153.03		
2	154.60		
3	158.11	210	7
4	161.50		
5	158.17		
Promedio	157.08		

Tabla 36

Contraste de resistencias alcanzadas con el espécimen con grafito en polvo 3.5% - 1 semana.



Después de un período de curado de siete días, se muestran visualmente los datos sobre la resistencia del hormigón que incluye polvo de grafito en concentraciones de 2,5% y 3,5%. El estudio de los valores señalan que el espécimen tiene una resistencia media de 157,08 kg/cm².

Tabla 37

Resistencias logradas por el espécimen con aditivo que añade aire 0.15% - 1 semana

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DIAS
1	139.92		
2	139.90		
3	146.86	210	7
4	148.06		
5	146.91		
Promedio	144.33		

Figura 46

Contraste de resistencias alcanzadas con aditivo que añade aire 0.15% - 1 semana.



La ilustración de los valores indica un lapso de curado de 1 semana para el concreto con un aditivo que añade aire en una concentración de 1,5 por ciento. El resultado indica que el espécimen tiene una resistencia media de 144,33 kg/cm², que representa la durabilidad promedio del concreto.

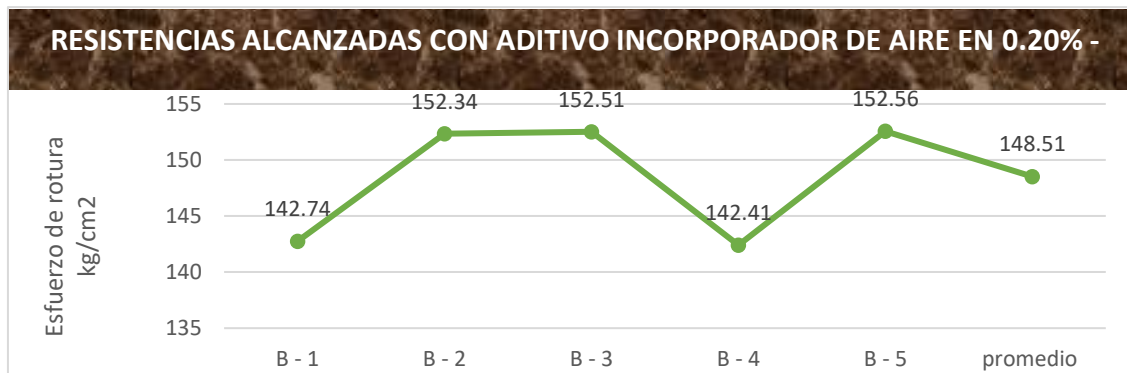
Tabla 38

Resistencias alcanzadas con aditivo incorporador de aire 0.20% - 7 días

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DIAS
1	142.74		
2	152.34		
3	152.51	210	7
4	142.41		
5	152.56		
Promedio	148.51		

Figura 47

Contraste de resistencias obtenidas con aditivo que añade aire 0.20% - 1 semana



Se muestra una ilustración de la F'_{cr} con un 0,20 % de aditivo incorporador de aire después de un período de curado de siete días. La representación gráfica revela que el espécimen tiene un aguante medio de 148,51 kg/cm², como lo muestran los datos.

4.1.12 F'_{c} de los especímenes a las 2 semanas

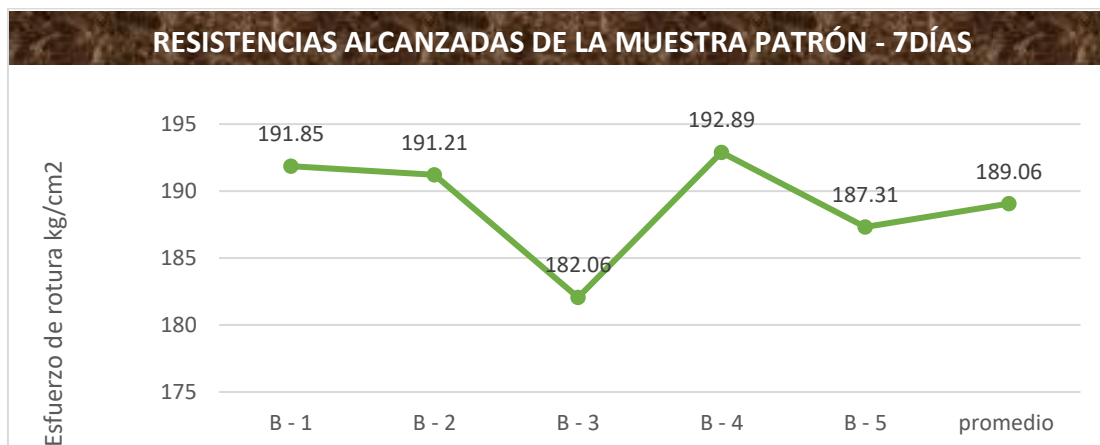
Tabla 39

Resistencias logradas por el espécimen patrón-2 semanas

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DIAS
1	191.86		
2	191.22		
3	182.07	210	14
4	192.88		
5	187.30		
Promedio	189.06		

Figura 48

Contraste de las resistencias con el espécimen patrón -2 semanas.



Después de un lapso de 4 semanas, la resistencia del concreto se muestra mediante una representación gráfica. Los valores hallados señalan que el espécimen tenía un aguante medio de 189,06 kilogramos por centímetro cuadrado.

Tabla 40

Resistencias logradas por el espécimen con grafito en polvo 2.5% 2 semanas.

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	EDAD DIAS
1	200.88		
2	204.97		
3	199.88	210	14
4	194.34		
5	199.76		
Promedio	199.97		

Figura 49

Resistencias determinadas con el espécimen con grafito en polvo 2.5% - 2 semanas



Esta ilustración muestra la F'cr que contiene un 2,5 % de polvo de grafito, medida después de un tiempo de curado de catorce días. Los datos señalan que la muestra tiene una resistencia media de 199,97 kg/cm², lo que representa la resistencia promedio del espécimen. Este número representa la resistencia de la muestra.

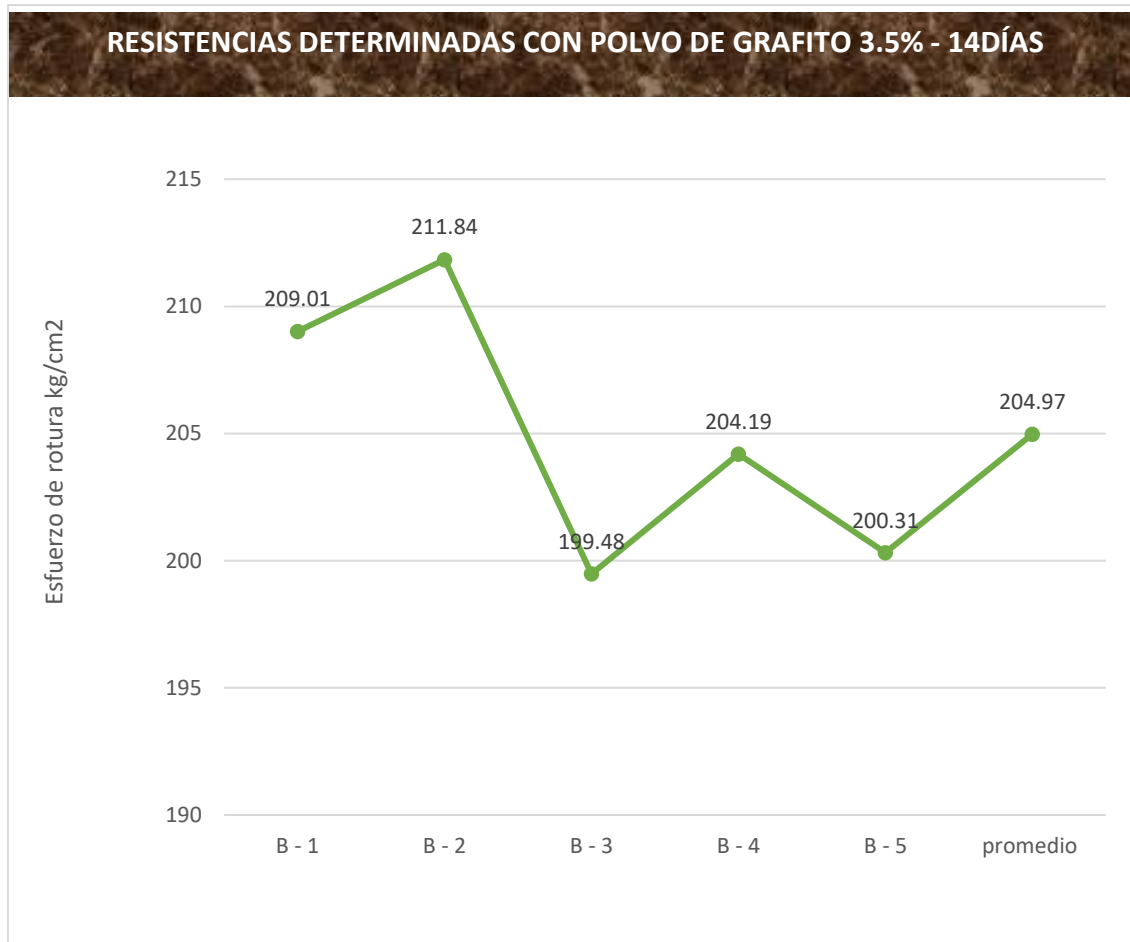
Tabla 41

Resistencias alcanzadas por el espécimen con grafito en polvo 3.5%-2 semanas

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	EDAD DIAS
1	209.01		
2	211.84		
3	199.48	210	14
4	204.19		
5	200.31		
Promedio	204.97		

Figura 50

Contraste de resistencias determinadas del espécimen con grafito en polvo 3.5% - 2 semanas



Luego de un lapso de curado de catorce días, los datos sobre el aguante del hormigón que contiene un 3,5 % de polvo de grafito se muestran en la representación gráfica. Los valores hallados señalan que la muestra tiene un aguante medio de 204,97 kg/cm², igual a la resistencia media de la muestra examinada.

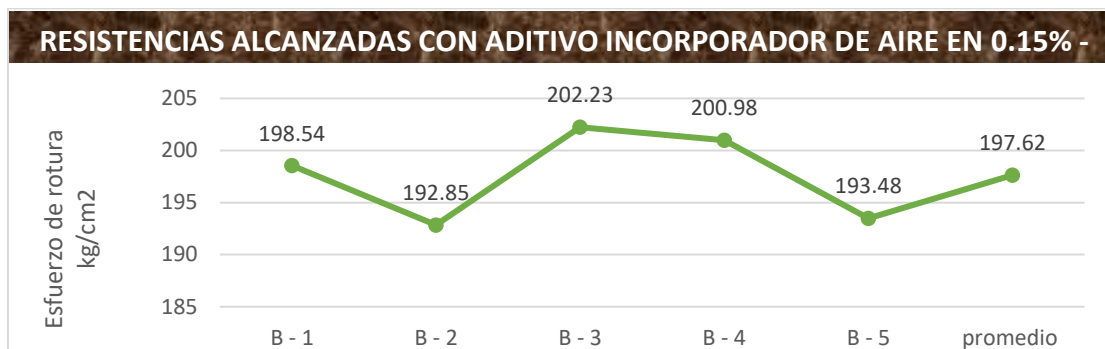
Tabla 42

Resistencias logradas por espécimen con aditivo que añade aire 0.15% - 2 semanas

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm2	F´C Kg/cm2	EDAD DIAS
1	198.54		
2	192.85		
3	202.23	210	14
4	200.98		
5	193.48		
Promedio	197.62		

Figura 51

Contraste de resistencias obtenidas con aditivo que añade aire 0.15% - 2 semanas



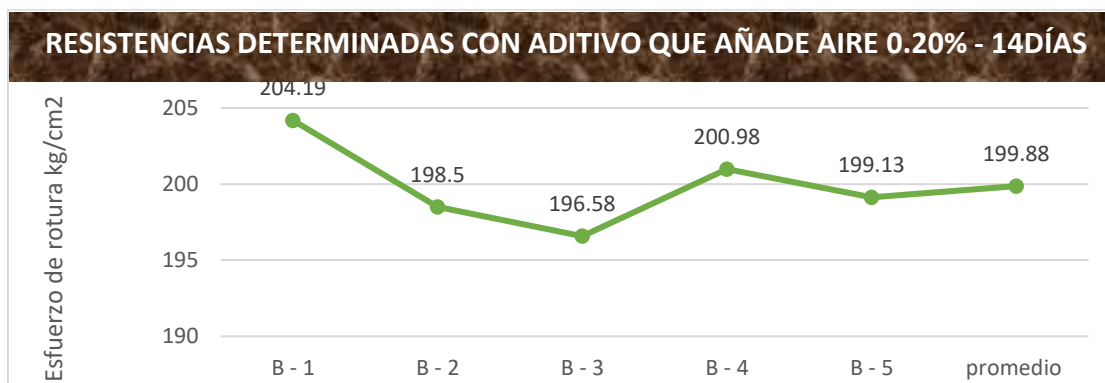
Se muestran gráficamente los datos sobre la resistencia del hormigón que contiene un aditivo que añade aire en una concentración del 0,15% después de un tiempo de curado de catorce días. El resultado indica que el espécimen tiene un aguante media de 197,62 kg/cm², que expresa la resistencia media del hormigón. La muestra demuestra esta resistencia media.

Tabla 43. Resistencias logradas por el espécimen con aditivo que añade aire 0.20%-2 semanas.

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	EDAD DIAS
1	198.54		
2	192.85		
3	202.23	210	14
4	200.98		
5	193.48		
Promedio	199.88		

Figura 52

Contraste de resistencias obtenidas con aditivo que añade aire 0.20% - 2 semanas



Esta ilustración expresa los valores de durabilidad del hormigón para un período de curado de 2 semanas con un aditivo incorporador de aire del 0,20%. El valor hallado indica que el espécimen tiene un aguante media de 199,88 kg/cm², que representa la resistencia media del hormigón. Este valor se obtiene de la muestra.

4.1.13 F'c de los especímenes a los 4 semanas

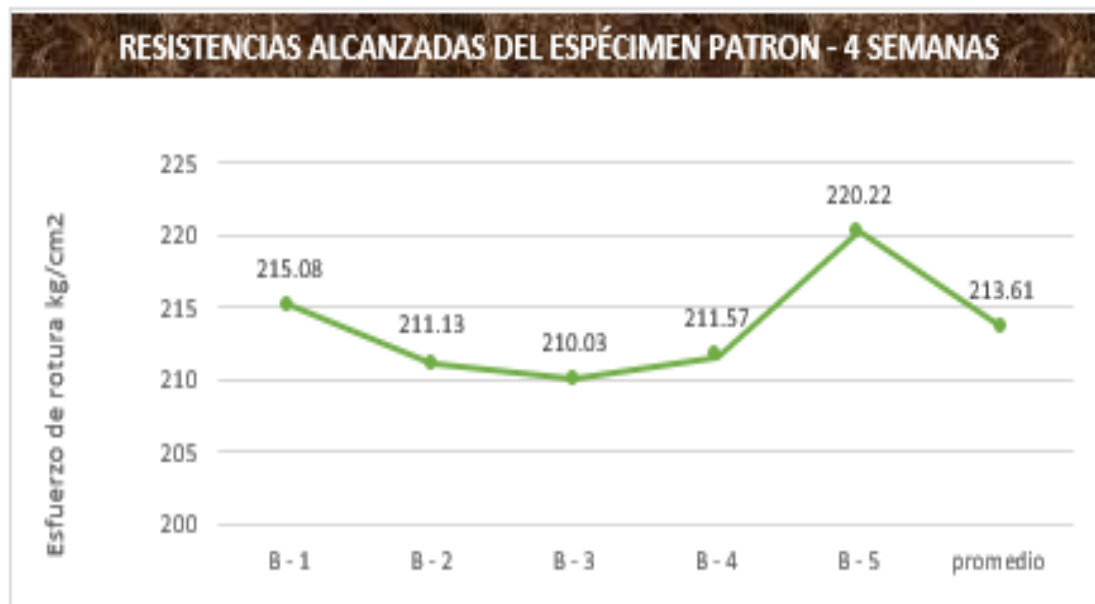
Tabla 44

Resistencias determinadas por el espécimen patrón-4 semanas

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	EDAD DIAS
1	215.08		
2	211.13		
3	210.03	210	28
4	211.57		
5	220.22		
Promedio	213.61		

Figura 53

Contraste de resistencias obtenidas con el espécimen patrón – 4 semanas.



Después de un tiempo de curado de 28 días, la F'cr se muestra en esta representación gráfica. La figura mostrada representa la resistencia media de la muestra, cuantificada como 1213,61 kg/cm², en base a los datos suministrados.

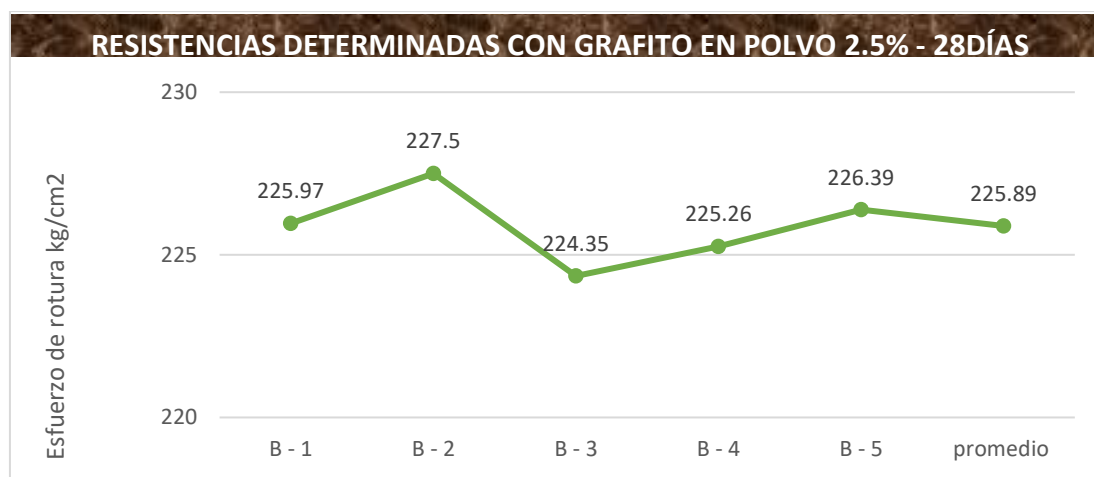
Tabla 45

Resistencias determinadas por el espécimen de grafito en polvo 2.5% - 4 semanas

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DIAS
1	225.97		
2	227.5		
3	224.35	210	28
4	225.26		
5	226.39		
Promedio	225.89		

Figura 54

Contraste de resistencias obtenidas con grafito en polvo 2.5% - 4 semanas



Esta ilustración señala los valores sobre la resistencia a la compresión del hormigón curado durante 28 días, utilizando polvo de grafito a una concentración del 2,5%. El resultado indica que el espécimen tiene un aguante medio de 225,89 kg/cm², que expresa la resistencia media del hormigón. Este valor se obtiene de la muestra.

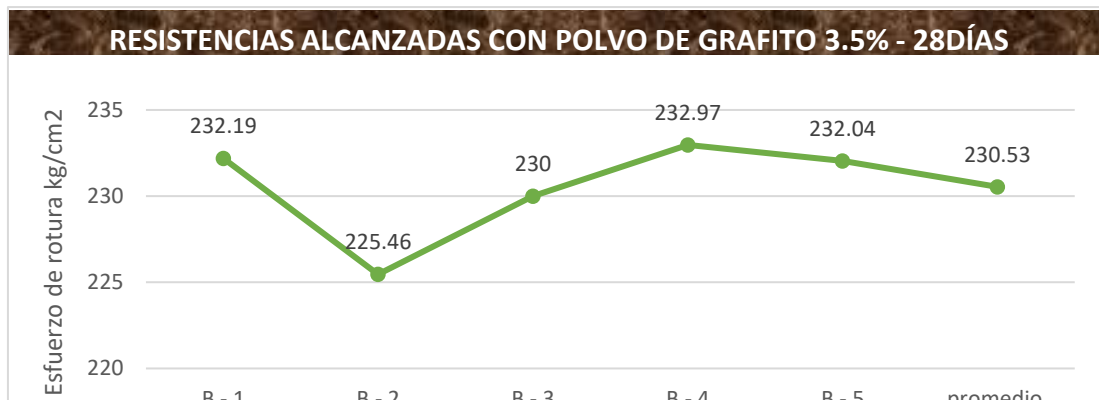
Tabla 46.

Resistencias determinadas por el espécimen con grafito en polvo 3.5% - 4 semanas.

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F' C Kg/cm ²	EDAD DIAS
1	232.19		
2	225.46		
3	230.00	210	28
4	232.9		
5	232.04		
Promedio	230.53		

Figura 55

Contraste de resistencias obtenidas con grafito en polvo 4% - 4 semanas



La ilustración expresa la f^c del hormigón curado durante 4 semanas, con un 3,5% de polvo de grafito. Los resultados indican que la muestra tiene una resistencia media de 230,53 kg/cm², significativamente por arriba del aguante medio de la muestra. Esto indica que la muestra es robusta.

Tabla 47

Resistencias determinadas por especímenes con aditivo que añade aire 0.15% - 4 semanas

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F ^c Kg/cm ²	EDAD DIAS
1	221.89		
2	217.94		
3	215.25	210	28
4	218.95		
5	225.79		
Promedio	219.97		

Figura 56

Contraste de resistencias obtenidas con aditivo que añade aire 0.15% - 4 semanas



Luego de un lapso de curado de 4 semanas, los datos sobre la F'cr usando un aditivo incorporador de aire en una concentración de 0,15% se muestran en la representación gráfica. La representación gráfica indica que el espécimen tiene un aguante medio de 219,97 kg/cm², como lo muestran los datos.

Tabla 48

Resistencias determinadas por espécimen con aditivo que añade aire 0.20% - 4 semanas

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	EDAD DIAS
1	227.54		
2	217.94		
3	220.90	210	28
4	224.63		
5	225.79		
Promedio	223.36		

Figura 57

Contraste de resistencias obtenidas con aditivo que añade aire 0.20% - 4 semanas



Luego de un lapso de curado de 4 semanas, los datos sobre la resistencia del hormigón utilizando un aditivo que añade aire al 0,20% se muestran en la representación gráfica. El resultado indica que el espécimen tiene una resistencia media de 223,36 kg/cm², que representa la resistencia media del concreto.

Tabla 49*Contraste de resistencias con grafito en polvo y aditivo que añade aire*

Resumen de Resultados de F ['] c		
Muestra	Promedio F ['] c (kg/cm ²)	Edad (semanas)
Muestra Patrón	137.21	1
M. +2.5% de grafito en polvo	148.22	1
M. +3.5% de polvo de grafito	157.09	1
M. +0.15% aditivo que añade aire	144.34	1
M. +0.20% aditivo que añade aire	148.52	1
Muestra Patrón	189.07	2
M. +2.5% de polvo de grafito	199.98	2
M. +2.5% de polvo de grafito	204.98	2
M. +0.15% aditivo que añade aire	197.63	2
M. +0.20% aditivo que añade aire	199.89	2
Muestra Patrón	213.62	4
M. +2.5% de polvo de grafito	225.88	4
M. +3.5% de polvo de grafito	230.54	4
M. +0.15% aditivo que añade aire	219.98	4
M. +0.20% aditivo que añade aire	223.37	4

Los datos del estudio indican que el aguate a la flexión de los especímenes que contienen polvo de grafito y un aditivo que añade aire supera la del espécimen de referencia. Esta es la conclusión derivada del estudio. Los valores hallados del análisis se consideraron a lo largo de esta comparación.

Tabla 50*Resumen de las desigualdades de 5 con relación al hormigón patrón*

Contraste de % de F ['] c -4 semanas	
Detalles del espécimen	% de F ['] c (Kg/cm ²)
Vig- Patr.	101.72%
Vig. +2.5% de polvo de grafito	107.57%
Vig. +3.5% de polvo de grafito	109.78%
Vig. +0.15% aditivo que añade aire	104.75%
Vig. +0.20% aditivo que añade aire	106.36%

En comparación con la muestra convencional, que alcanzó el 101,71% de su resistencia, el rendimiento óptimo se observó con la suma de un 4% de polvo de grafito,

superando el diseño en un 9,78%. Además, los resultados óptimos se lograron utilizando un 0,10% de aditivo que añade aire, lo que llevó a un incremento del porcentaje de viga estándar del 106,36%. Esta adición fue responsable de los resultados más eficaces. Esta fue la técnica más efectiva en general.

4.1.14 Contraste de $F'c$ y flexión de un hormigón

Tabla 51

Resistencias a flexión con % eficientes de GP + AIA, 7 días

Muestra	Resisten. a Flexión Kg/cm ²	Edad días
1	16.701	
2	17.623	
3	17.455	7
4	17.452	
5	19.252	

Durante el experimento, se estableció que el aguante a la flexión del espécimen, compuesta por grafito en polvo y un aditivo que añade aire, estaba dentro del rango aceptable. Al concluir la prueba, se demostró que el espécimen específico exhibió un aguante promedio excepcional de 17,70 kg/cm², considerada un resultado sobresaliente.

Tabla 52

Resistencias a flexión con % óptimos de GP + AIA, 2 semanas

Muestra	Resisten. a Flexión Kg/cm ²	Edad semanas
1	20.744	
2	20.616	
3	21.416	2
4	22.196	
5	22.171	

En el proceso experimental se utilizó grafito en polvo y un aditivo que añade aire para determinar la resistencia a la flexión de la muestra. Se prestó especial atención a los resultados obtenidos cuando el grafito en polvo y el aditivo incorporador de aire se encontraban en sus cantidades máximas alcanzables. Al finalizar la prueba, se calculó que el espécimen contaba con una resistencia media notable de 21,43 kg/cm², lo que se consideró inusual. Esto se reveló después de la finalización de la prueba.

Tabla 53

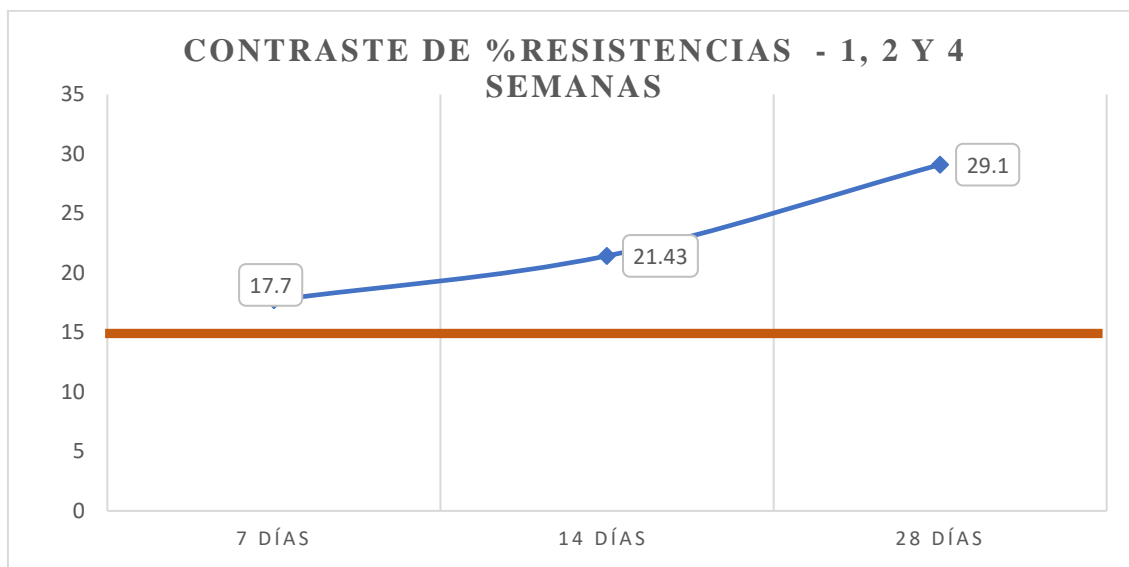
Resistencias a flexión con % óptimos de GP + AIA, 4 semanas

Muestra	Resisten. a Flexión Kg/cm ²	Edad semanas
1	29.747	
2	29.673	
3	29.565	4
4	28.171	
5	28.341	

En el proceso experimental se utilizó grafito en polvo y un aditivo que añade aire para determinar el aguante a la flexión de la muestra. Se prestó especial atención a los resultados obtenidos cuando el grafito en polvo y el aditivo que añade aire estaban presentes en sus cantidades máximas alcanzables. Al concluir las pruebas, se observó que el espécimen específico tenía una resistencia media sobresaliente de 29,10 kg/cm², determinada al final de la evaluación.

Figura 58

Contraste de las resistencias obtenidas – 1, 2 y 4 semanas



La ilustración muestra los análisis comparativos de los aguantes a la flexión producidas por los especímenes en sus % óptimos, junto con las mejoradas con polvo de grafito y un aditivo que añade aire a las 1, 2 y 4 semanas. Estos análisis tuvieron lugar a las 1, 2 y 4 semanas.

4.1.15 $F'c$ de los especímenes

Tabla 54

$F'c$ con % óptimos de GP + AIA, 1 semana

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	EDAD DIAS
1	167.04		
2	157.99		
3	162.68	210	7
4	153.72		
5	154.82		
Promedio	159.25		

Después de un período de curado de 1 semana, los datos revelan que la resistencia media del hormigón es de 159,25 kg/cm² al finalizar el procedimiento de curado.

Tabla 55

$F'c$ con % óptimos de GP + AIA, 14 días

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	EDAD DIAS
1	207.02		
2	209.80		
3	207.31	210	14
4	219.70		
5	209.30		
Promedio	210.63		

Después de un período de curado de 2 semanas, los datos revelan que la resistencia media del hormigón es de 210,63 kg/cm² al finalizar el procedimiento de curado.

Tabla 56

$F'c$ con % óptimos de GP + AIA, 28 días

MUESTRA	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	EDAD semanas
1	225.84		
2	236.00		
3	231.64	210	4
4	233.10		
5	231.99		
Promedio	231.72		

Los datos indican que la $F'cr$ del hormigón luego de un lapso de curado de 4 semanas es de 231,72 kg/cm², lo que confirma la finalización del proceso de curado.

Tabla 57*Recopilación de resistencias obtenidas con 4% PG + 0.10% AIA*

Detalles	Resistencias obtenidas		
	1 semana	2 semanas	4 semanas
Espécimen patrón	137.22	189.06	213.61
Espécimen con 3.5% grafito en polvo +Aditivo que añade aire 0.20%	159.25	210.63	231.72

Se analizó la F'_{cr} normal frente a una combinación que contenía proporciones ideales de 3,5 % de polvo de grafito y 0,20 % de aditivo que añade aire a las 1, 2 y 4 semanas. Este estudio se realizó para determinar la distinción entre las dos variedades de hormigón.

4.2 Discusión de resultados

Discusión sobre los resultados sobre las cualidades de la cantera Unocolla

Necesitábamos llevar a cabo una serie de acciones metódicas para desarrollar una descripción de los agregados producidos en nuestra cantera. Esto era esencial para lograr nuestro objetivo principal. Se realizaron diversos ensayos, entre ellos, determinación de contenido de humedad, medición de peso específico y evaluación del tamaño de las partículas, entre otros procesos relevantes para la investigación. La realización de esta primera etapa fue fundamental para generar el modelo de la combinación de hormigón, lo que se logró a través de la aplicación de la metodología especificada por el American Concrete Institute (ACI), que facilitó la dosificación exacta de los componentes.

CONCLUSIONES

Para asegurar el cumplimiento de los estándares de resistencia necesarios, los componentes del hormigón de alta resistencia se producen de acuerdo con las normas reglamentarias.

La suma de grafito en polvo disminuye la operabilidad del hormigón a sus niveles más pequeños, mientras que el aditivo incorporador de aire optimiza notablemente la trabajabilidad del hormigón en su estado fresco. El aditivo que añade aire es la alternativa más recomendada para optimizar la operabilidad del hormigón en su forma fresca.

La suma de grafito en polvo y un aditivo que añade aire al hormigón puede mejorar sustancialmente la resistencia a la flexión del material. En contraste con el espécimen de base que contiene un 4% de polvo de grafito, la suma de grafito en polvo produjo un aumento del 7%, mientras que la inclusión del aditivo que añade aire produjo una mejora del 5% a una dosis del 0,10%. Ambos resultados fueron estadísticamente significativos. En comparación con la composición original, la adición de grafito en polvo y aditivo que añade aire en concentraciones del 0.1% y 4%, respectivamente, afectó positivamente a la f^c del insumo. En contraste con el espécimen de referencia inicial con un aguante de 213,61 kg/cm², las mezclas que utilizan polvo de grafito mostraron un incremento relevante en la resistencia, logrando 230,53 kg/cm² a una concentración del 4%. Esto es una mejora sustancial. Además, el aditivo que añade aire se incluyó en el hormigón a una concentración del 0,10%, lo que dio como producto una resistencia del hormigón de 223,36 kg/cm² luego de 4 semanas.

En comparación con la muestra de referencia, las proporciones óptimas de grafito en polvo y aditivo que añade aire influyeron positivamente en el aguante a la flexión y a la compresión del material. Esto fue así independientemente de si el material se comprimió o



flexionó. En contraste con el concreto común, los hallazgos indicaron que el aguante a la flexión aumentó en un 6,59 por ciento, equivalente a 29,10 libras por centímetro cuadrado. Además, después de 28 días, la $f'c$ incrementó en un 10%, lo que dio como producto una resistencia mejorada de 231,72 kg/cm².



RECOMENDACIONES

Además, es recomendable realizar más investigaciones examinando otras canteras en el área adyacente. Esto optimizará la disposición de establecer contrastes relevantes y mejorará la comprensión de las cualidades distintivas de los agregados. Esto es cierto independientemente de si los agregados se produjeron de forma natural o deliberada.

Para determinar la cantidad correcta de aditivos que mejorarían la trabajabilidad de la mezcla, es esencial revisar meticulosamente la hoja de datos técnicos de los agregados.

Para optimizar las cualidades del hormigón, se sugiere llevar a cabo más evaluaciones sobre el grafito en polvo y los aditivos incorporadores de aire. Es fundamental identificar primero y luego aplicar los aditivos en cantidades adecuadas, seguido de la evaluación de los resultados mediante pruebas de una variedad de cantidades. Todo este procedimiento debe ejecutarse sin excepción.

El grafito en polvo y el aditivo que añade aire son dos componentes incluidos en el hormigón. Para tener un conocimiento completo del hormigón, es esencial examinar las comparaciones con otros porcentajes.

**REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS**

- Albayati, A., Butrouna, K., Steffen, R., Salman, B., & Al-Qaralleh, M. (2020). Utilizing Graphite Powder to Improve Concrete Conductivity, Compressive Strength, and Workability, Researchgate, DOI: 10.1061/9780784482889.093.
- Anwar, A., Bashar, M., Mubarak bin Abdul, W., Liew, M. S. (01 de octubre de 2019). Enhanced Properties of Cementitious Composite Tailored with Graphene Oxide Nanomaterial - A Review. Researchgate, Vol. 1, DOI:
- Apaza, V., & Quispe, K. (2018). Mejoramiento de propiedades mecánicas del concreto con adición de nanotubos de carbono (tesis de pregrado).
- Backus, B. E. (2019-2020). What is Workability of Concrete? EE. UU. Gilson Company. Recuperado de www.globalgilson.com
- Bartra, D. (2019). Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm² Tarapoto, 2018 (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Perú.
- Beltrán, M., Barbudo, A., & Agrela, F. (2016). Materiales, indefinidos 2016, Rendimiento mecánico de morteros de lecho hechos con cenizas de fondo de biomasa de olivo,, Dakota del Norte: Elsevier.
- Benavides, E., Fernández, M., Villalpando, R., Chacón, A., & Alvarado, O. (2015). Factibilidad del concreto permeable en la filtración del agua al subsuelo. Rev. Culcyt(55),



Burgos, E. (2012). Variación del Módulo de Finura del agregado fino de 3.0 a 3.6 en concretos de mediana a baja resistencia (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

Ccopa, H. (2017). Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto. Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Grafeno (2019-2021). Compuestos de grafeno y hormigón para aplicaciones multifuncionales. Colombia,

Munguía, S. (2019). Análisis comparativo físico-mecánico entre fibras de acero y teraftalato de polietileno en la adición al concreto para el pavimento rígido de la av. El Ejercito-2019 (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Osorio, J. (2016). Preparación de materiales grafénicos para uso como electrodos en sistemas electroquímicos de almacenamiento de energía (investigación de posgrado). Universidad de Oviedo, España

Pasquel, E. (1998). Tópico de tecnología del concreto en el Perú (segunda ed.). Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.



ANEXOS



ANEXO 01
MATRIZ DE CONSISTENCIA



Matriz de consistencia

ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Pregunta general:</p> <p>¿Cómo influye la aplicación del grafito en polvo y aditivo inclusor de aire en las propiedades físico mecánicas del concreto en la provincia de San Román?.</p> <p>Preguntas específicas:</p> <p>¿Cómo determinar la caracterización de los agregados procedentes de la cantera Unocolla?</p> <p>¿Cuál es el asentamiento del concreto con la aplicación del grafito en polvo y aditivo incorporador de aire en la provincia de San Román?</p> <p>¿Cuál es la resistencia a la compresión y flexión del concreto con la aplicación del grafito en polvo y aditivo incorporador de aire en la provincia de San Román??</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Analizar la aplicación del grafito en polvo y aditivo inclusor de aire en las propiedades físico mecánicas del concreto en la provincia de San Román.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar la caracterización de los agregados procedentes de la cantera Unocolla.</p> <p>Determinar el asentamiento del concreto con la aplicación del grafito en polvo y aditivo incorporador de aire en la provincia de San Román.</p> <p>Determinar la resistencia a compresión y flexión del concreto con la aplicación del grafito en polvo y aditivo incorporador de aire en la provincia de San Román.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La aplicación polvo de grafito y aditivo incorporador de aire mejoran la resistencia a la compresión del concreto en la provincia de San Román.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>Los agregados de la cantera Unocolla son positivos para el diseño de un concreto.</p> <p>La aplicación de grafito en polvo y aditivo incorporador de aire son positivos en el asentamiento de un concreto.</p> <p>La incorporación de grafito en polvo y aditivo incorporador de aire aumenta la resistencia a la compresión y la flexión del concreto.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Polvo de grafito y aditivo introductor de aire.</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Cualidades físico mecánicas.</p>	<p>-Porcentajes (%)</p> <p>-Modelo de mezclas.</p> <p>-Asentamiento F'c y flexión.</p>	<p>Tipo: Descriptiva</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Método: Experimental y deductivo</p> <p>Población: Hormigón convencional modificado con:</p> <ul style="list-style-type: none"> Grafito en polvo (2,5 % y 3,5 %) Incorporador de aire (0,15 % y 0,20 %) <p>Muestra: Cilindros de concreto (F'c = 210 kg/cm²) con adición de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reductor de contracción Acelerador de fraguado <p>Medición del F'c a 1, 2 y 4 semanas.</p>



ANEXO 02
ENSAYOS DE LABORATORIO



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 0.20%

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 29 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 0.20%

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	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	25292	15.02	177.2	142.74	210	15/08/2024	22/08/2024	7	67.97%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	27028	15.03	177.4	152.34	210	15/08/2024	22/08/2024	7	72.54%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	27130	15.05	177.89	152.51	210	15/08/2024	22/08/2024	7	72.62%	
4	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-4	25199	15.01	177	142.41	210	15/08/2024	22/08/2024	7	67.81%	
5	PROBETA DE PRUEBA 15.07 x 30.0 cm M-5	27212	15.07	178.4	152.56	210	15/08/2024	22/08/2024	7	72.65%	
					PROMEDIO kg/cm2	148.51					

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 0.20%

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	PROBETA DE PRUEBA 15.08 x 30.0 cm M-1	35459	15.08	178.6	198.54	210	15/08/2024	29/08/2024	14	94.54%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-2	34352	15.06	178.1	192.85	210	15/08/2024	29/08/2024	14	91.83%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.07 x 30.0 cm M-3	36072	15.07	178.4	202.23	210	15/08/2024	29/08/2024	14	96.30%	
4	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-4	35752	15.05	177.9	200.98	210	15/08/2024	29/08/2024	14	95.70%	
5	PROBETA DE PRUEBA 15.07 x 30.0 cm M-5	34511	15.07	178.4	193.48	210	15/08/2024	29/08/2024	14	92.13%	
					PROMEDIO kg/cm2	197.62					

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 0.20%

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	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-1	40532	15.06	178.1	227.54	210	1/08/2024	29/08/2024	28	108.35%	
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	38667	15.03	177.4	217.94	210	1/08/2024	29/08/2024	28	103.78%	
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	39245	15.04	177.7	220.90	210	1/08/2024	29/08/2024	28	105.19%	
4	PROBETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm M-4	39245	15.00	176.7	222.09	210	1/08/2024	29/08/2024	28	105.76%	
5	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-5	40220	15.06	178.1	225.79	210	1/08/2024	29/08/2024	28	107.52%	
					PROMEDIO kg/cm2	222.85					

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UANCV / FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL
 Mgtr. ARMANDO YANATORRES
 CIP 103227

B. N° 006-00302130



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 0.15%

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 29 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 0.15%

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	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-1	24759	15.01	177	139.92	210	15/08/2024	22/08/2024	7	66.63%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	24821	15.03	177.4	139.90	210	15/08/2024	22/08/2024	7	66.62%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-3	26056	15.03	177.42	146.86	210	15/08/2024	22/08/2024	7	69.93%
4	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-4	26338	15.05	177.9	148.06	210	15/08/2024	22/08/2024	7	70.50%
5	PROBETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm M-5	25960	15.00	176.7	146.91	210	15/08/2024	22/08/2024	7	69.96%
					PROMEDIO kg/cm2	144.33				

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 0.15%

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	PROBETA DE PRUEBA 15.07 x 30.0 cm M-1	35414	15.07	178.4	198.54	210	15/08/2024	29/08/2024	14	94.54%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	34171	15.02	177.2	192.85	210	15/08/2024	29/08/2024	14	91.83%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	35928	15.04	177.7	202.23	210	15/08/2024	29/08/2024	14	96.30%
4	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-4	35801	15.06	178.1	200.98	210	15/08/2024	29/08/2024	14	95.70%
5	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-5	34327	15.03	177.4	193.48	210	15/08/2024	29/08/2024	14	92.13%
					PROMEDIO kg/cm2	197.62				

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 0.15%

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	PROBETA DE PRUEBA 15.07 x 30.0 cm M-1	39579	15.07	178.4	221.89	210	1/08/2024	29/08/2024	28	105.66%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-2	38822	15.06	178.1	217.94	210	1/08/2024	29/08/2024	28	103.78%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	38241	15.04	177.7	215.25	210	1/08/2024	29/08/2024	28	102.50%
4	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-4	38241	15.05	177.9	214.97	210	1/08/2024	29/08/2024	28	102.37%
5	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-5	40008	15.02	177.2	225.79	210	1/08/2024	29/08/2024	28	107.52%
					PROMEDIO kg/cm2	219.17				

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL
 Mgtr. ARNALDO YANATORRES
 CIP 163267

B. N° 006-00302130



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : CON GRAFITO EN POLVO 3.5%

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 29 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON GRAFITO EN POLVO 3.5%

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	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm M-1	26898	14.96	175.8	153.03	210	15/08/2024	22/08/2024	7	72.87%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-2	27356	15.01	177	154.60	210	15/08/2024	22/08/2024	7	73.62%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm M-3	27829	14.97	176.01	158.11	210	15/08/2024	22/08/2024	7	75.29%
4	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm M-4	28350	14.95	175.5	161.50	210	15/08/2024	22/08/2024	7	76.90%
5	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm M-5	27840	14.97	176	158.17	210	15/08/2024	22/08/2024	7	75.32%
					PROMEDIO kg/cm2	157.08				

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON GRAFITO EN POLVO 3.5%

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	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-1	36836	14.98	176.2	209.01	210	15/08/2024	29/08/2024	14	99.53%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	37585	15.03	177.4	211.84	210	15/08/2024	29/08/2024	14	100.88%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	35485	15.05	177.9	199.48	210	15/08/2024	29/08/2024	14	94.99%
4	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm M-4	35939	14.97	176	204.19	210	15/08/2024	29/08/2024	14	97.23%
5	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-5	35493	15.02	177.2	200.31	210	15/08/2024	29/08/2024	14	95.39%
					PROMEDIO kg/cm2	204.97				

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON GRAFITO EN POLVO 3.5%

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	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm M-1	37906	14.98	176.2	215.08	210	1/08/2024	29/08/2024	28	102.42%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	37410	15.02	177.2	211.13	210	1/08/2024	29/08/2024	28	100.54%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm M-3	36967	14.97	176	210.03	210	1/08/2024	29/08/2024	28	100.01%
4	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-4	36967	15.03	177.4	208.36	210	1/08/2024	29/08/2024	28	99.22%
5	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-5	38968	15.01	177	220.22	210	1/08/2024	29/08/2024	28	104.87%
					PROMEDIO kg/cm2	212.96				

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



 UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL
 Mgtr. ARMANDO YINATORRES
 CIP 165297

B. N° 006-00302130



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : CON GRAFITO EN POLVO 2.5%

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 29 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON GRAFITO EN POLVO 2.5%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-1	26546	15.01	177	150.02	210	15/08/2024	22/08/2024	7	71.44%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-2	27342	15.03	177.4	154.11	210	15/08/2024	22/08/2024	7	73.39%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-3	26580	15.04	177.66	149.61	210	15/08/2024	22/08/2024	7	71.24%
4	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-4	25594	15.04	177.7	144.06	210	15/08/2024	22/08/2024	7	68.60%
5	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-5	25415	15.03	177.4	143.25	210	15/08/2024	22/08/2024	7	68.21%
					PROMEDIO kg/cm ²	148.21				

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON GRAFITO EN POLVO 2.5%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	35594	15.02	177.2	200.88	210	15/08/2024	29/08/2024	14	95.66%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-2	36511	15.06	178.1	204.97	210	15/08/2024	29/08/2024	14	97.60%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	35557	15.05	177.9	199.88	210	15/08/2024	29/08/2024	14	95.18%
4	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-4	34435	15.02	177.2	194.34	210	15/08/2024	29/08/2024	14	92.54%
5	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm M-5	35489	15.04	177.7	199.76	210	15/08/2024	29/08/2024	14	95.12%
					PROMEDIO kg/cm ²	199.97				

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON GRAFITO EN POLVO 2.5%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	38110	15.02	177.2	215.08	210	1/08/2024	29/08/2024	28	102.42%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.07 x 30.0 cm M-2	37659	15.07	178.4	211.13	210	1/08/2024	29/08/2024	28	100.54%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-3	37215	15.02	177.2	210.03	210	1/08/2024	29/08/2024	28	100.01%
4	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-4	37215	15.06	178.1	208.92	210	1/08/2024	29/08/2024	28	99.49%
5	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-5	39228	15.06	178.1	220.22	210	1/08/2024	29/08/2024	28	104.87%
					PROMEDIO kg/cm ²	213.08				

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL

JGTR. ARNALDO YANATORRES
CIP 163297

B. N° 006-00302130



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : PATRÓN

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 29 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-1	23928	15.02	177.2	135.04	210	15/08/2024	22/08/2024	7	64.30%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm M-2	25152	15.06	178.1	141.20	210	15/08/2024	22/08/2024	7	67.24%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.08 x 30.0 cm M-3	24202	15.08	178.60	135.51	210	15/08/2024	22/08/2024	7	64.53%
4	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-4	23825	15.02	177.2	134.46	210	15/08/2024	22/08/2024	7	64.03%
5	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-5	24789	15.02	177.2	139.90	210	15/08/2024	22/08/2024	7	66.62%
					PROMEDIO kg/cm ²	137.22				

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-1	34128	15.05	177.9	191.85	210	15/08/2024	29/08/2024	14	91.36%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-2	33880	15.02	177.2	191.21	210	15/08/2024	29/08/2024	14	91.05%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.07 x 30.0 cm M-3	32474	15.07	178.4	182.06	210	15/08/2024	29/08/2024	14	86.70%
4	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-4	34132	15.01	177	192.89	210	15/08/2024	29/08/2024	14	91.85%
5	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm M-5	33145	15.01	177	187.31	210	15/08/2024	29/08/2024	14	89.20%
					PROMEDIO kg/cm ²	189.06				

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm M-1	38159	15.03	177.4	215.08	210	1/08/2024	29/08/2024	28	102.42%
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-2	37558	15.05	177.9	211.13	210	1/08/2024	29/08/2024	28	100.54%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm M-3	37362	15.05	177.9	210.03	210	1/08/2024	29/08/2024	28	100.01%
4	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-4	37362	15.02	177.2	210.86	210	1/08/2024	29/08/2024	28	100.41%
5	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm M-5	39021	15.02	177.2	220.22	210	1/08/2024	29/08/2024	28	104.87%
					PROMEDIO kg/cm ²	213.46				

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
JULIACA
Mgtr. ARMANDO YANATORRES
CIP 103207

B. N° 006-00302130



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 0.20%

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 29 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON INCORPORADOR DE AIRE 0.20%

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA M-1	12/08/2024	19/08/2024	7	45.02	15.04	15.06	1380.00	18.21
2	VIGA M-2	12/08/2024	19/08/2024	7	45.07	15.03	15.02	1430.00	19.01
3	VIGA M-3	12/08/2024	19/08/2024	7	45.06	15.05	15.04	1292.00	17.10
4	VIGA M-4	12/08/2024	19/08/2024	7	45.04	15.06	15.05	1274.00	16.82
5	VIGA M-5	12/08/2024	19/08/2024	7	45.03	15.04	15.05	1361.00	17.99

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON INCORPORADOR DE AIRE 0.20%

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA M-1	12/08/2024	26/08/2024	14	46.03	15.00	15.03	1520.00	20.65
2	VIGA M-2	12/08/2024	26/08/2024	14	45.05	15.04	15.05	1558.00	20.60
3	VIGA M-3	12/08/2024	26/08/2024	14	45.04	15.01	15.04	1614.00	21.41
4	VIGA M-4	12/08/2024	26/08/2024	14	45.08	15.02	15.06	1565.00	20.71
5	VIGA M-5	12/08/2024	26/08/2024	14	45.02	15.01	15.02	1556.00	20.69

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON INCORPORADOR DE AIRE 0.20%

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA M-1	1/08/2024	29/08/2024	28	45.06	15.05	15.05	2238.00	29.58
2	VIGA M-2	1/08/2024	29/08/2024	28	45.05	15.02	15.03	2124.00	28.20
3	VIGA M-3	1/08/2024	29/08/2024	28	45.07	15.06	15.06	2240.00	29.56
4	VIGA M-4	1/08/2024	29/08/2024	28	45.03	15.07	15.04	2132.00	28.16
5	VIGA M-5	1/08/2024	29/08/2024	28	45.05	15.01	15.02	2018.00	26.85

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 JEFATURA
 Ing. ARNALDO YANATORRES
 CIF 19929

B. N° 006-00302130



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : CON ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 0.15%

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 29 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON INCORPORADOR DE AIRE 0.15%

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA M-1	12/08/2024	19/08/2024	7	45.05	15.02	15.04	1247.00	16.53
2	VIGA M-2	12/08/2024	19/08/2024	7	45.05	15.06	15.06	1231.00	16.24
3	VIGA M-3	12/08/2024	19/08/2024	7	45.03	15.02	15.02	1335.00	17.74
4	VIGA M-4	12/08/2024	19/08/2024	7	45.02	15.04	15.03	1338.00	17.73
5	VIGA M-5	12/08/2024	19/08/2024	7	45.11	15.02	15.04	1336.00	17.74

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON INCORPORADOR DE AIRE 0.15%

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA M-1	12/08/2024	26/08/2024	14	45.06	15.00	15.05	1557.00	20.65
2	VIGA M-2	12/08/2024	26/08/2024	14	45.00	15.04	15.03	1444.00	19.13
3	VIGA M-3	12/08/2024	26/08/2024	14	45.07	15.01	15.02	1497.00	19.92
4	VIGA M-4	12/08/2024	26/08/2024	14	45.01	15.02	15.01	1557.00	20.71
5	VIGA M-5	12/08/2024	26/08/2024	14	45.05	15.01	15.05	1561.00	20.68

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON INCORPORADOR DE AIRE 0.15%

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA M-1	1/08/2024	29/08/2024	28	45.04	15.02	14.96	2110.00	28.27
2	VIGA M-2	1/08/2024	29/08/2024	28	45.03	15.04	15.05	2245.00	29.68
3	VIGA M-3	1/08/2024	29/08/2024	28	45.06	14.96	15.02	2214.00	29.56
4	VIGA M-4	1/08/2024	29/08/2024	28	45.01	15.03	15.06	2133.00	28.16
5	VIGA M-5	1/08/2024	29/08/2024	28	45.03	15.07	15.02	2140.00	28.34

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 JULIACA - TEND.
 Mgr. ARMANDO ANATORES
 CIP 16327

B. N° 006-00302130



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : CON GRAFITO 3.5%

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 29 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON GRAFITO 3.5%

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA M-1	12/08/2024	19/08/2024	7	45.05	15.02	15.03	1342.00	17.82
2	VIGA M-2	12/08/2024	19/08/2024	7	45.10	15.03	15.01	1364.00	18.17
3	VIGA M-3	12/08/2024	19/08/2024	7	45.03	15.05	15.05	1341.00	17.71
4	VIGA M-4	12/08/2024	19/08/2024	7	45.02	15.00	15.06	1449.00	19.17
5	VIGA M-5	12/08/2024	19/08/2024	7	45.05	15.04	15.03	1307.00	17.33

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON GRAFITO 3.5%

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA M-1	12/08/2024	26/08/2024	14	45.03	15.03	15.05	1513.00	20.01
2	VIGA M-2	12/08/2024	26/08/2024	14	45.03	15.01	15.02	1636.00	21.76
3	VIGA M-3	12/08/2024	26/08/2024	14	45.05	15.05	15.03	1788.00	23.69
4	VIGA M-4	12/08/2024	26/08/2024	14	45.06	15.04	15.06	1682.00	22.22
5	VIGA M-5	12/08/2024	26/08/2024	14	45.02	15.02	15.04	1564.00	20.72

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON GRAFITO 3.5%

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA M-1	1/08/2024	29/08/2024	28	45.03	15.03	15.00	2242.00	29.85
2	VIGA M-2	1/08/2024	29/08/2024	28	45.05	15.07	15.03	2203.00	29.15
3	VIGA M-3	1/08/2024	29/08/2024	28	45.08	15.05	15.04	2270.00	30.06
4	VIGA M-4	1/08/2024	29/08/2024	28	45.07	15.02	15.06	2237.00	29.60
5	VIGA M-5	1/08/2024	29/08/2024	28	45.04	15.00	15.06	2114.00	27.99

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 DE JULIACA
 Mg. ARMANDO JAYANA TORRES
 CIP 16527

B. N° 006-00302130



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : CON GRAFITO 2.5%

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 29 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON GRAFITO 2.5%

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA M-1	12/08/2024	19/08/2024	7	45.03	15.01	15.00	1333.00	17.77
2	VIGA M-2	12/08/2024	19/08/2024	7	45.02	14.93	15.02	1321.00	17.66
3	VIGA M-3	12/08/2024	19/08/2024	7	44.98	15.00	15.10	1351.00	17.77
4	VIGA M-4	12/08/2024	19/08/2024	7	44.98	15.00	15.00	1327.00	17.69
5	VIGA M-5	12/08/2024	19/08/2024	7	44.98	15.00	15.00	1328.00	17.70

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON GRAFITO 2.5%

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA M-1	12/08/2024	26/08/2024	14	44.98	15.00	15.02	1526.00	20.28
2	VIGA M-2	12/08/2024	26/08/2024	14	45.00	14.99	15.03	1518.00	20.17
3	VIGA M-3	12/08/2024	26/08/2024	14	45.01	15.01	15.05	1477.00	19.55
4	VIGA M-4	12/08/2024	26/08/2024	14	45.01	15.01	15.00	1606.00	21.40
5	VIGA M-5	12/08/2024	26/08/2024	14	45.01	15.01	15.02	1460.00	19.41

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON GRAFITO 2.5%

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA M-1	1/08/2024	29/08/2024	28	45.02	14.98	14.96	2085.00	28.00
2	VIGA M-2	1/08/2024	29/08/2024	28	45.03	14.93	14.97	2091.00	28.14
3	VIGA M-3	1/08/2024	29/08/2024	28	45.01	14.96	15.02	2221.00	29.62
4	VIGA M-4	1/08/2024	29/08/2024	28	45.01	14.96	15.02	2193.00	29.25
5	VIGA M-5	1/08/2024	29/08/2024	28	45.01	14.96	15.02	2198.00	29.31

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL

Mgtr. ARMANDO TORRES
CIP 163297

B. N° 006-00302130



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : PATRÓN

LUGAR : CIUDAD DE JULIACA

FECHA : 29 DE AGOSTO DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA PATRÓN	12/08/2024	19/08/2024	7	44.98	15.00	15.02	1177.00	15.64
2	VIGA PATRÓN	12/08/2024	19/08/2024	7	45.00	14.99	15.05	1321.00	17.51
3	VIGA PATRÓN	12/08/2024	19/08/2024	7	45.01	15.01	15.07	1237.00	16.33
4	VIGA PATRÓN	12/08/2024	19/08/2024	7	45.01	15.01	15.03	1295.00	17.19
5	VIGA PATRÓN	12/08/2024	19/08/2024	7	45.01	15.01	15.10	1236.00	16.26

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA PATRÓN	12/08/2024	26/08/2024	14	45.02	14.98	14.96	1490.00	20.01
2	VIGA PATRÓN	12/08/2024	26/08/2024	14	45.03	14.93	14.97	1495.00	20.12
3	VIGA PATRÓN	12/08/2024	26/08/2024	14	45.01	14.96	15.02	1400.00	18.67
4	VIGA PATRÓN	12/08/2024	26/08/2024	14	45.01	14.96	15.02	1412.00	18.83
5	VIGA PATRÓN	12/08/2024	26/08/2024	14	45.01	14.96	15.02	1507.00	20.10

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	LUZ LIBRE	PROMEDIO		LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm ²
					cm	b (cm)	h (cm)		
1	VIGA PATRÓN	1/08/2024	29/08/2024	28	45.03	15.01	15.00	2074.00	27.65
2	VIGA PATRÓN	1/08/2024	29/08/2024	28	45.02	14.93	15.02	2104.00	28.12
3	VIGA PATRÓN	1/08/2024	29/08/2024	28	44.98	15.00	15.00	1962.00	26.15
4	VIGA PATRÓN	1/08/2024	29/08/2024	28	44.98	15.00	15.00	2052.00	27.35
5	VIGA PATRÓN	1/08/2024	29/08/2024	28	44.98	15.00	15.00	2042.00	27.21

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
JEFATURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Mgtr. ARNALDO TORRES
CIP 160007

B. N° 006-00302130



TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

CANTERA : ISLA

LUGAR : CARRETERA JULIACA - ISLA km 17 - SECTOR ISLA

FECHA : 16 DE AGOSTO DEL 2024

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>476.55</u>
N° 4	18.10	3.62	3.62	96.38	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	95.12	19.02	22.64	77.36	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1313.40</u>
N° 16	78.60	15.72	38.36	61.64	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1617.10</u>
N° 30	85.23	17.05	55.41	44.59	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	89.47	17.89	73.30	26.70	Wc+B =	<u>1813</u> Wc+B-W = <u>196</u>
N° 100	70.12	14.02	87.33	12.67	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500}{1813-196} = \underline{2.55} \text{ gr/cm}^3$
N° 200	23.02	4.60	91.93	8.07	ABSORCIÓN	
FONDO	40.34	8.07	100.00	0.00	B =	<u>500.00</u> B-A = <u>23.45</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{23.45 \times 100}{500} = \underline{4.92} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MÓDULO DE FINEZA					3.51	

GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>780.60</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
1"	0	0.00	0.00	100.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1313.40</u>
3/4"	55	1.38	1.38	98.63	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1814.16</u>
1/2"	812	20.30	21.68	78.33	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	1045	26.13	47.80	52.20	Wc+B =	<u>2113</u> Wc+B-W = <u>299</u>
1/4"					Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800}{2113-299} = \underline{2.67} \text{ gr/cm}^3$
N° 4	1588	39.70	87.50	12.50	ABSORCIÓN	
FONDO	0.00	0.00	87.50	12.50	B =	<u>800.00</u> B-A = <u>19.40</u>
SUMA	3500.00	87.50			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{19.40 \times 100}{800} = \underline{2.49} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

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

UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 ING. ARMANDO ANATORES
 OIP 193237

B. N° 006-00302130



- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.51 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1128 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.560 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.56) * (1128) = 632 \text{ Kg/m}^3$$

- 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:

Volúmen absoluto de agua	= (205) / (1000)	= 0.205
Volúmen absoluto de cemento	= (367) / (2.88 * 1000)	= 0.128
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (632) / (2.67 * 1000)	= 0.236
Volúmen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volúmen sub total	=	0.589

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = (1.000 - 0.589) = 0.411 m³

$$(0.411) * (2.55) * 1000 = 1047 \text{ Kg/m}^3$$

- 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:

Agregado grueso húmedo (632) * (1.0313573) = 652 Kg.

Agregado Fino húmedo (1047) * (1.0377) = 1087 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:

$$205 - 632 * \left(\frac{3.14 - 2.49}{100} \right) - 1047 \left(\frac{3.77 - 4.92}{100} \right) = 213$$

DOSIFICACIÓN

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	367	1.00	367	1.00
Agua	205	0.558	213	0.58
Agreg. Grueso	632	1.72	652	1.77
Agreg. Fino	1047	2.85	1087	2.96
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.64 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	125.70 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	75.38 Kg.
Agua efectiva	:	24.63 Kg.

Aditivos kg/m³

2.5% polvo de grafito	:	10.97 kg/m ³
3.5% polvo de grafito	:	14.63 kg/m ³
0.15% aditivo superplastificante	:	0.19 kg/m ³
0.20% aditivo superplastificante	:	0.37 kg/m ³

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. ARNALDO J. YANATORRES
CIP 103297



B. N° 006-00302130



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 2.66 p3 de Arena	2.7 p3 de Arena
- 2.61 p3 de Grava	2.6 p3 de Grava
- 25 Lt de Agua	25 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

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

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

OBSERVACIONES:

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

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO
M.S.C.A.
JEFATURA
MAG. ARNALDO VIANAY TORRES
CIP 169287

B. N° 006-00302130



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

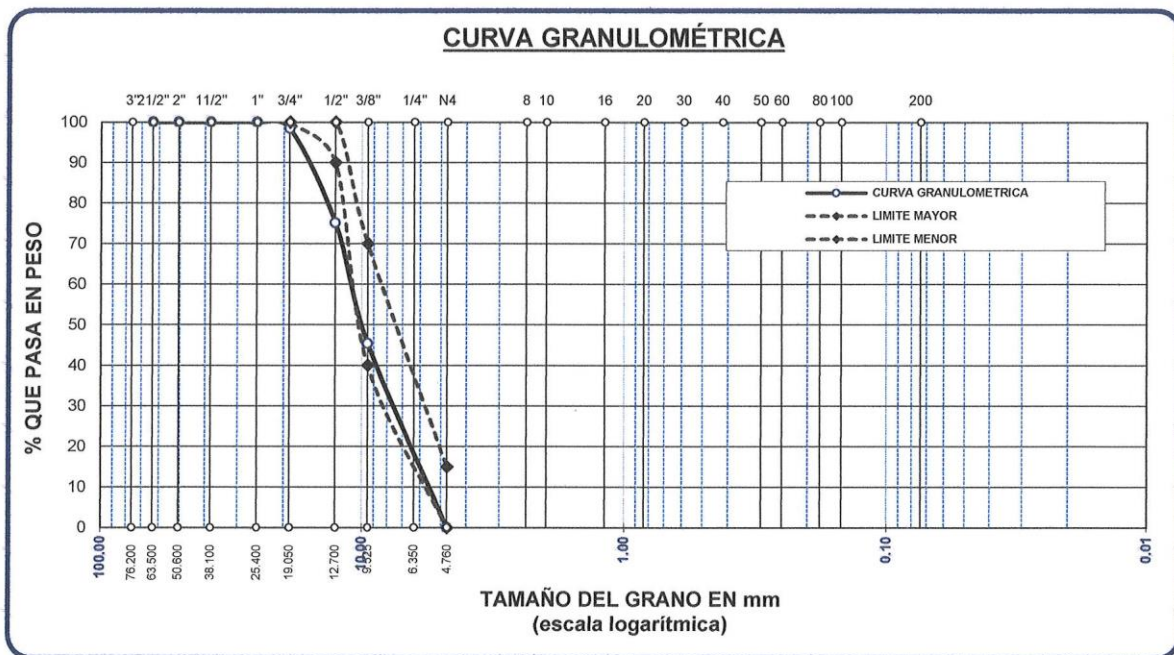
TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : GRAVA - MUESTRA 2

FECHA : 16 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4 "
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
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		
3/4"	19.050	55.00	1.57	1.57	98.43	100 %	
1/2"	12.700	812.00	23.20	24.77	75.23	90 - 100 %	
3/8"	9.525	1045.00	29.86	54.63	45.37	40 - 70 %	
1/4"	6.350						
No4	4.760	1588.00	45.37	100.00	0.00	0 - 15 %	
BASE		0.00	0.00	0.0	100.0		OBSERVACIONES:
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO
 M.S.C.A.
 TEFAL - JULIACA

Mgtr. ARMANDO YANATORRES
 CIP 103237

B. N° 006-00302130



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

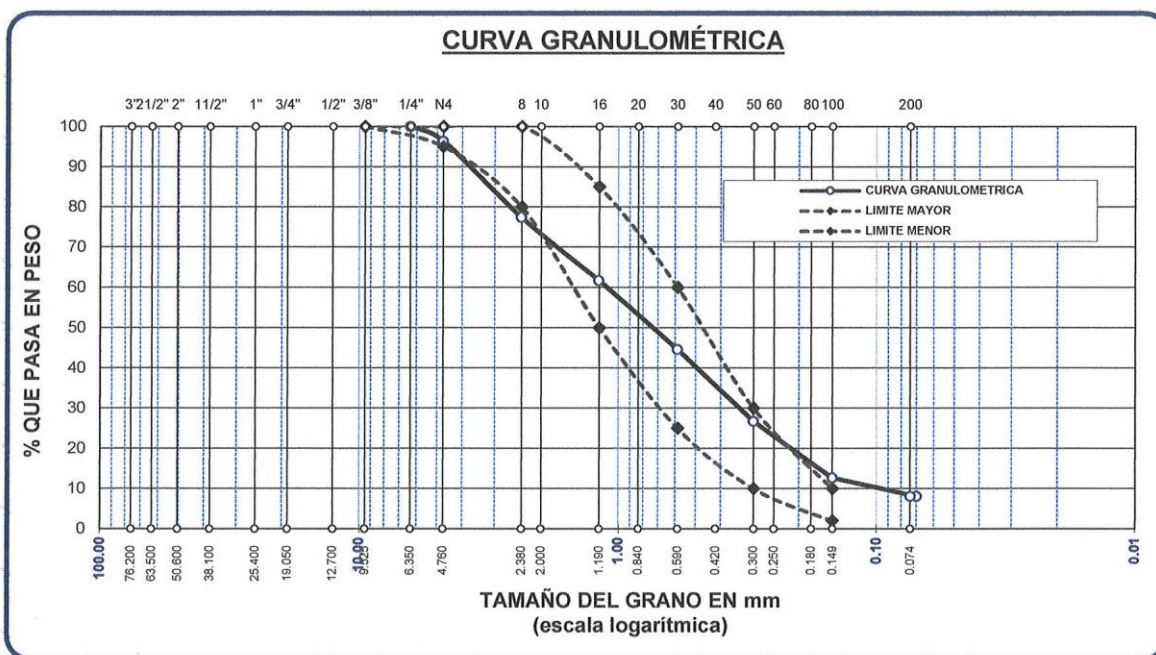
TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : ARENA - MUESTRA 2

FECHA : 16 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 2.81 OBSERVACIONES:
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	18.10	3.62	3.62	96.38	80 - 100 %	
No8	2.380	95.12	19.02	22.64	77.36	50 - 85 %	
No10	2.000						
No16	1.190	78.60	15.72	38.36	61.64	25 - 60 %	
No20	0.840						
No30	0.590	85.23	17.05	55.41	44.59	10 - 30 %	
No40	0.420						
No50	0.300	89.47	17.89	73.30	26.70		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	70.12	14.02	87.33	12.67	2-10%	
No200	0.074	23.02	4.60	91.93	8.07		
BASE		40.34	8.07	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		8.07					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A.
 JEFATITULAR
 Mgt. ARMANDO JOYANA TORRES
 CIP 103227

B. N° 006-00302130



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

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : ARENA - MUESTRA 2

FECHA : 16 DE AGOSTO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	6134 gr	6134 gr	6134 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9530.00 gr	9680.00 gr	9597.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3396.00 gr	3546.00 gr	3463.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.618 gr/cm ³	1.689 gr/cm ³	1.649 gr/cm ³
PROMEDIO	1.652 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	6134 gr	6134 gr	6134 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9917.00 gr	10288.00 gr	9885.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3783.00 gr	4154.00 gr	3751.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.802 gr/cm ³	1.979 gr/cm ³	1.787 gr/cm ³
PROMEDIO	1.856 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UANCY - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO
 N° S. C. A.
 (FICP) - I. R. A.

Ing. ARMANDO YANATORRES
 CIP 168267

B. N° 006-00302130



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : GRAVA - MUESTRA 2

FECHA : 16 DE AGOSTO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	6134 gr	6134 gr	6134 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9445.00 gr	9395.00 gr	9355.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3311.00 gr	3261.00 gr	3221.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.019 gr/cm ³	1.004 gr/cm ³	0.991 gr/cm ³
PROMEDIO	1.005 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	6134 gr	6134 gr	6134 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9895.01 gr	9666.00 gr	9672.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3761.01 gr	3532.00 gr	3538.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.157 gr/cm ³	1.087 gr/cm ³	1.089 gr/cm ³
PROMEDIO	1.111 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO
 M.S.C.A.
 JEFATURA

Mgtr. ARNALDO YANAY TORRES
 CIP 163247

B. N° 006-00302130



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

MUESTRA : GRAVA - ARENA - MUESTRA 2

FECHA : 16 DE AGOSTO DEL 2024

MUESTRA : ARENA	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	372.91
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	361.29
PESO DEL TARRO (gr.)	53.00
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	319.91
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	308.29
PESO DEL AGUA (gr.)	11.62
% HUMEDAD	3.77

MUESTRA : GRAVA	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	400.86
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	390.27
PESO DEL TARRO (gr.)	52.55
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	348.31
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	337.72
PESO DEL AGUA (gr.)	10.59
% HUMEDAD	3.14

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL

 Ing. ARMANDO YANATORRES
 CIP 163227

B. N° 006-00302130



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.²

TESIS : ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

SOLICITANTE : Bach. THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

CANTERA : ISLA

UBICACIÓN : CARRETERA JULIACA - ISLA km 17 - SECTOR ISLA

FECHA : 16 DE AGOSTO DEL 2024

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

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

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

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 (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.67	2.55
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1128	1867
P.U. Suelto	1020	1669
% de Absorción	2.49	4.92
% de Humedad Natural	3.14	3.77
Modulo de Fineza	-	3.51

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

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

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 367 \text{ Kg/m}^3$$

UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A.
 JEFE TITULAR
 Mgtr. ARMANDO YANAY TORRES
 CIP 165227

B. N° 006-00302130



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 24-04-25

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: THANIA YULISSA CUENTAS HUMPIRE

Dirección: Jr. ALBERTO CUENTAS URB. COLMENA DEL RIO 24-10A

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71593490

Teléfono: 950 881128 email: y30.thania@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: M6TR. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ANALISIS DE LA APLICACION DEL GRAFITO EN POLVO Y ADITIVO
INCLUSOR DE AIRE EN LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS
DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMAN.

Palabras claves, (3 a 5 términos): POLVO DE GRAFITO, DISEÑO DE MEZCLA, PROPIEDADES MECANICAS, RESISTENCIA MECÁNICA

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

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, entré 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: TECNOLOGIA DE MATERIALES - P17


Firma de Autor



huella digital

24 - ABRIL - 2025

Fecha