



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL
DEPARTAMENTO DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI

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

**INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL
DEPARTAMENTO DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1517-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 15 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 16906 presentado por el (la) Bachiller: **ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI** 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. **ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **2do Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS de el (la) bachiller: **ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 21 de noviembre del 2024
- * **HORA** : 10:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



 Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
 DECANO
 CIP. 47790



 Dr. Efrain Parillo Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
 Archivo
 interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 882-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 26 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 10108 por el señor (a): **ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 776- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 154- 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): **ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 154- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
DR. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 049-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de marzo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-0025, presentado por el señor (a) **ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 003-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 017-2024 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 (la) estudiante: **ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO**, 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° 017-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. Efraín Pantoja Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	12%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	dedicatorias.org Fuente de Internet	1%
6	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%




Metadatos Complementarios UANCV



Título de la tesis	
INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72362023
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-1426-7411
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02416058
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Recursos propios
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Puno - Latitud: S 70° 01' 18'' - Longitud: O 15° 50' 15''
	 https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1Uw1QyztnuPTuTV_BBzTYq8W7zGdmAqc&usp=sharing
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2024 – Agosto 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03 Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo Angel Royan Sihuyro Copatarqui, identificado con DNI Nro. 72362023, en mi condición de egresado de:

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

Ingeniería Civil

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

Influencia del Grafito en las propiedades mecánicas del concreto en el departamento de Puno

Asesorado por: Dr. Arnaldo Yanq Torres

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 31 de Diciembre del 2024

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre Graciela Copatarqui, pues sin ella no lo había logrado. Ella quien siempre tuvo en sus labios palabras de aliento para darme fuerzas y seguir adelante, y a quien le debo tanto y tengo mucho por agradecer en mi vida, tu bendición a diario y a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien, por eso te dedico mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía te amo.



AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

Quiero agradecer de todo corazón a mi esposa Leydi Xiomara Flores E. y mi hijo Eythan Yadhriel Sihuyaro F. por su inagotable apoyo y por su paciencia infinita en este largo camino de investigación y redacción de mi tesis. Gracias por creer en mí, por ayudarme en los momentos más difíciles, por escuchar mis dudas y temores, y por darme la fuerza necesaria para seguir adelante. Este logro es también vuestro, porque tú has sido mi motivación, mi inspiración y mi mejor aliado en este proyecto. Gracias por ser mi esposa y mi amiga leal. Te quiero amo.

A mi padrino pedro Anselmo flores CH. Gracias por haberme acompañado en este largo camino, por creer en mí cuando yo tenía dudas, y por alentarme a seguir adelante en los momentos más difíciles. Este logro es también vuestro, porque tú me has inspirado, motivado y ayudado a crecer como persona y como profesional, gracias por los consejos brindados y su apoyo moral y profesional durante los momentos más difíciles. Gracias también a todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo de tesis.



INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Exposición de la situación problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.2.1 Pregunta general	2
1.2.2 Preguntas específicas.....	3
1.3 Justificación de la investigación.....	3
1.3.1 Justificación practica	3
1.3.2 Justificación técnica	3
1.3.3 Justificación social	3
1.3.4 Justificación ambiental	4
1.4 Objetivos	4



1.4.1	Objetivo general	4
1.4.2	Objetivos específicos.....	4
1.5	Hipótesis.....	4
1.5.1	Hipótesis general	4
1.5.2	Hipótesis específicas	4
1.6	Variables e indicadores	5
1.7	Operacionalización de variables.....	5

CAPITULO II

MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1	Antecedentes de la investigación	6
2.1.1	Antecedentes internacionales	6
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	7
2.1.3	Antecedentes locales	9
2.2	Marco teórico	9
2.2.1	Concreto	9
2.2.2	Cemento.....	11
2.2.3	Agregados para el concreto	14
2.2.4	Agua	17
2.2.5	Aditivos para el concreto.....	18
2.2.6	Polvo de grafeno.....	20
2.2.7	Diseño de mezcla.....	22



2.2.8	Propiedades del concreto	24
2.2.9	Propiedades del concreto endurecido	26
2.2.10	Resistencia a la Flexión	29
2.3	Marco conceptual	30

CAPITULO III

METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la investigación	32
3.1.1	Nivel de investigación	32
3.1.2	Diseño de la investigación.....	32
3.1.3	Tipo de investigación	32
3.1.4	Método de investigación	33
3.1.5	Enfoque de la investigación	33
3.2	Población y muestra	33
3.2.1	Población	33
3.2.2	Muestra.....	33
3.2.3	Técnicas de procesamiento de datos	33
3.2.4	Ensayos de laboratorio	34

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS

4.1	Resultados	41
4.1.1	Dosificación para el diseño de mezcla	44



4.1.2	Asentamiento del C. patrón.....	46
4.1.3	Asentamiento del concreto con grafeno en polvo en 2.5%	47
4.1.4	Asentamiento del concreto con grafeno en polvo 3.5%	48
4.1.5	Resum. de los resultados alcanzados de la trabajabilidad	49
4.1.6	F'y de las muestras a los 7 días	49
4.1.7	Resumen de f'y a los 14 días.....	51
4.1.8	Resistencia a la flexión a los 28 días	53
4.1.9	Resistencia a la compresión de las muestras a los 7 días	56
4.1.10	Resistencia a la compresión de las muestras a los 14 días	58
4.1.11	Resistencia a la compresión de las muestras a los 28 días	60
4.2	Discusión de resultados	64
	CONCLUSIONES	65
	RECOMENDACIONES	66
	REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS.....	67
	ANEXOS	69



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	5
Tabla 2. Gradación para el AG	16
Tabla 3. Granulometría para el agregado fino	17
Tabla 4. Parámetros permisibles de contenidos y sustancias disueltas.....	18
Tabla 5. Determinación del asentamiento.....	25
Tabla 6. N° total de muestras de concreto.	33
Tabla 7. Tamices de granulometría.....	34
Tabla 8. resultados de contenido de humedad	41
Tabla 9. peso específico y absorción.	42
Tabla 10. Peso por unidad del agregado	42
Tabla 11. Peso por unidad del agregado	43
Tabla 12. Resumen de los agregados.....	44
Tabla 13. Proporciones de la mezcla	45
Tabla 14. Dosificación.....	45
Tabla 15. Resum. del asent. del C. patrón.	46
Tabla 16. Comp. del asent. de la mezcla MP.....	46
Tabla 17. Resumen del asentamiento de la mezcla muestra con grafeno en polvo 2.5%. 47	
Tabla 18. Resumen del asentamiento con grafeno en polvo 3.5%.	48
Tabla 19. Trabajabilidad	49
Tabla 20. Resistencias a flexión de la VP - 7 días	49
Tabla 21. Resistencias a flexión de VP + grafeno en polvo 2.5% - 7 días	50
Tabla 22. Resistencias a flexión de VP+ GP 3.5%, 7 días	50
Tabla 23. Resistencias de la flexión de la VP - 14 días	51
Tabla 24. Resist. a la flexión de VP+ grafeno en polvo 2.5% - 14 días	52



Tabla 25. Resist. a la flex. de la viga + grafeno en polvo 3.5%, - 14 días.....	52
Tabla 26. Resistencia a la flexión. de la VP - 28 días.....	53
Tabla 27. Resist. a la flex. de la viga+ grafeno en polvo 2.5% - 28 días.....	54
Tabla 28. Resist. a la flex. de la viga + grafeno en polvo 3.5%, - 28 días.....	54
Tabla 29. Comparación de f_y de polvo de grafeno	55
Tabla 30. Resum. de las dif. de porcentajes con respecto a la Vigüeta patrón.....	56
Tabla 31. Resist. logradas por la muestra patrón-7 días.	56
Tabla 32. Resist. a la comp.n de la muestra con polvo de grafeno 2.5% - 7 días.....	57
Tabla 33. Resist. logradas por la muestra con polvo de grafeno 3.5% - 7 días	57
Tabla 34. Resist. obtenidas por la muestr. patron-14 días	58
Tabla 35. Resist. obtenidas por la muestra con polvo de grafeno 2.5% 14 días.....	59
Tabla 36. Resist. obtenidas por la muestra con polvo de grafeno 3.5%-14 días	59
Tabla 37. Resist. obtenidas por la MP-28 días	60
Tabla 38. Resist. obtenidas por la muestra con polvo de grafeno 2.5% - 28 días	61
Tabla 39. Resist. obtenidas por la muestra con polvo de grafeno 3.5% - 28 días.	62
Tabla 40. Comparación de resistencias con polvo de grafeno.....	63
Tabla 41. Resum. de las variaciones. de % con respecto al concreto patrón.....	63



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes del Concreto	11
Figura 2. Cemento Portland.....	14
Figura 3. Materiales para el concreto	15
Figura 4. Agua para el concreto.....	18
Figura 5. Polvo de grafito	20
Figura 6. Estructura del polvo de grafito.....	21
Figura 7. Propiedades físicas	22
Figura 8. Materiales para Concreto Óptimo.	23
Figura 9. Especímenes Cilíndricos de Concreto.....	24
Figura 10. Prueba del Slump	25
Figura 11. Procedimiento de elaboración de los ensayos.....	27
Figura 12. Maquina digital para ensayos de concreto a compresión.....	28
Figura 13. Prueba de la resistencia a flexión	30
Figura 14. polvo de grafeno.....	34
Figura 15. Peso específico y contenido de absorción.....	35
Figura 16. Peso unitario compactado del AG.....	36
Figura 17. Peso específico con fiola del agregado fino	37
Figura 18. Resistencia a compresión	39
Figura 19. Resistencias a la flexión	40
Figura 20. Granulometría del AG.....	43
Figura 21. Granulometría del AF.	44
Figura 22. Resumen del asent. de la muestra con grafeno en polvo 2.5%.	47
Figura 23. Resum. del asentamiento con grafeno en polvo en 3.5%.....	48
Figura 24. Resist. a la flex. viga patrón	49



Figura 25. Resum. de resistencias alcanzadas, muestra+2.5% de polvo de grafeno - 7 días	50
Figura 26. Resum. de las resistencias alcanzadas, MP + polvo de grafeno 3.5% - 7 días	51
Figura 27. Resum. de las resistencias alcanzadas, MP - 14 días	51
Figura 28. Resum. de las resistencias alcanzadas, muestra+2.5% grafeno en polvo- 14 días	52
Figura 29. Resum. de las resistencias alcanzadas, MP + grafeno en polvo 3.5%- 14 días	53
Figura 30. Resum. de las resistencias alcanzadas, MP - 28 días	53
Figura 31. Resum. de las resist. logradas, muestra+2.5% grafeno en polvo- 28 días.	54
Figura 32. Resum. de las resist. logradas, muestra + grafeno en polvo 3.5%- 28 días	55
Figura 33. Resum. de resistencias alcanzadas con la MP - 7 días.....	56
Figura 34. Resistencias alcanzadas con la muestra con polvo de grafeno 2.5% - 7 días.	57
Figura 35. Resist. obtenidas con la muestra con polvo de grafeno 3.5% - 7 días.	58
Figura 36. Resistenias obtenidas con la MP - 14 días.	58
Figura 37. Resist. obtenidas con la muestra con polvo de grafeno 2.5% - 14 días	59
Figura 38. Resist. obtenidas de la muestra con polvo de grafeno 3.5% - 14 días	60
Figura 39. Resist. obtenidas con la MP - 28 días.	61
Figura 40. Resist. obtenidas con polvo de grafeno 2.5% - 28 días.....	61
Figura 41. Resist. obtenidas con polvo de grafeno 3.5% - 28 días.....	62



RESUMEN

This study, which was carried out in the department of Puno, aimed to determine the effect of graphene on the mechanical characteristics of concrete. Ninety-five concrete samples were evaluated in this study according to NTP standards; an experimental design, scientific methodology and applied approach were used. Graphene powder concentrations of 2.5% and 3.5% were also investigated. The strength test was performed using a control sample of Unocolla quarry aggregate. The results showed that the addition of graphene powder significantly decreased the workability of the concrete. With 3.5% graphene, the maximum flexural strength was 29.34 kg/cm² after 28 days. After that, we repeated the flexural strength test with both components; this time, the 3.5 % graphene powder yielded the highest value of 230.53 kg/cm², and we tested it at the same intervals as before. With a dosage of 3.5% graphene powder, the results with the ideal values showed an increase in strength to 231.72 kg/cm².

Palabras Clave: polvo de grafito, diseño de mezcla, propiedades mecánicas, resistencia a compresión, aditivo incorporador de aire.



ABSTRACT

This study, which was conducted in the Puno department, aimed at determining the effect of graphene on the mechanical characteristics of concrete. This study evaluated ninety-five concrete samples according to NTP standards; it used an experimental design, scientific methodology, and an applied approach. Graphene powder concentrations of 2.5% and 3.5% were also investigated. A control sample of Unocolla quarry aggregate was used to conduct the strength test. It was determined that adding graphene powder to the combination drastically decreases the concrete's workability, bringing it to its absolute minimum. The standard sample underwent testing at 7, 14, and 28 days, with the highest flexural strength recorded at 29.34 kg/cm² when 3.5% graphene powder was used. After that, we repeated the flexural strength test with both components; this time, the graphene powder at 3.5% yielded the highest value of 230.53 kg/cm², and we tested it at the same intervals as before. With a dose of 3.5% graphene powder, the findings with the ideal values demonstrated an increase in resistance to 231.72 kg/cm².

Keywords: graphite powder, mix design, mechanical properties, compressive strength, air entraining admixture.



INTRODUCCIÓN

La construcción de infraestructuras ha experimentado una transformación en los últimos tiempos debido al aumento del rigor de los requisitos de calidad. Debido a su uso omnipresente en proyectos de construcción en todo el mundo, el hormigón presenta una nueva oportunidad para mejorar su practicidad y eficiencia. Dado que «la mayoría de los daños en el hormigón se deben a defectos que se producen durante el procesamiento químico del cemento», una forma de mejorar las cualidades del hormigón es mediante el uso de métodos a nanoescala (Greno.co, 2019).

Según el censo de Vivienda y Construcción del Perú recientemente procesado, la costa norte del país tiene la mayor densidad de población, seguida de las montañas, donde comienza a disminuir, y finalmente la selva, donde cae precipitadamente. La mampostería y el hormigón son los dos materiales de construcción más comunes en Perú, según el censo. Las construcciones que utilizan materiales como madera, barro y materiales prefabricados se descartan en favor de las que utilizan mampostería y hormigón, que se denominan «materiales nobles» en el idioma local. Esto se debe a que se considera que estos materiales representan el progreso, el estatus, la calidad, la seguridad, la comodidad, etc.

Dado que el hormigón, junto con el agua, es el producto más utilizado en el sector, el cemento y el hormigón desempeñan un papel absolutamente crucial en el sector de la construcción en todo el mundo. Con una población mundial de más de 7000 millones de personas y una producción anual de hormigón de unos 7000 millones de m³, el consumo medio anual de hormigón es de aproximadamente 1 m³.

El uso de aditivos en la mezcla de materiales es una de las mejores opciones, ya que los materiales de construcción mejoran constantemente gracias a los avances tecnológicos. Siempre surgen nuevos retos en la construcción, y los materiales de construcción mejoran constantemente para hacerles frente.



El hormigón es un material que nos ofrece un excelente rendimiento, como su capacidad para soportar cargas considerables y proporcionar soluciones estructurales eficaces. Como resultado, su demanda ha ido en aumento en Juliaca. Sin embargo, los estudios sobre sustancias aditivas y mezclas que podrían aumentar sus propiedades inherentes han sido el resultado del esfuerzo continuo por aumentar la capacidad física y mecánica.

El polvo de grafito, que tiene cualidades conductoras y lubricantes, es una opción interesante para mejorar las cualidades del hormigón. Por el contrario, el aditivo incorporador de aire puede mejorar la trabajabilidad del hormigón en regiones de baja temperatura como la nuestra, lo que significa que añade ventajas de resistencia y durabilidad a la mezcla.

Esta investigación está organizada en cuatro capítulos:

Para empezar, tenemos la estrategia de investigación, que incluye las siguientes secciones: planteamiento del problema, formulación del problema, objetivos, justificación, formulación de hipótesis y variables de investigación. La segunda sección, «Marco teórico», presenta los fundamentos teóricos del tema y detalla la investigación que se ha llevado a cabo a escala nacional y mundial. En la sección 3: Método de investigación, la sección explica el diseño y procedimiento metodológico, justifica el porcentaje de cemento utilizado para las unidades, detalla la prensa utilizada para compactar la mezcla y muestra los procedimientos de las pruebas de laboratorio que se realizaron como parte de esta investigación. Este estudio presenta los resultados de las pruebas en la cuarta sección, «Resultados y discusión», junto con un comentario que compara estos resultados con el contexto de la investigación. Por último, algunas sugerencias y observaciones. Por último, se muestran los apéndices y la bibliografía.



CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Exposición de la situación problemática

Gracias a la tecnología moderna, se desarrollan continuamente nuevos materiales de construcción con una amplia gama de cualidades de alto rendimiento. Además de mejorar el rendimiento mecánico y la longevidad, estos materiales deberán ofrecer características polivalentes para adaptarse a nuevos usos estructurales en el futuro (Saez, 2008).

Entre los científicos, existe un amplio consenso en que el material más omnipresente del mundo, el hormigón, podría mejorarse enormemente mediante un rediseño a nanoescala, centrándose en sus características químicas y fisio-mecánicas.

La baja resistencia a la tracción y la tenacidad a la fractura del sistema cementoso se deben a que la propagación de grietas se produce a una carga de tracción más baja, aunque pueda ser fuerte en compresión. Recientemente se han realizado intentos para abordar estos inconvenientes mejorando las características de los compuestos de cemento mediante el uso de nanomateriales (Beltrán, Barbudo y Agrela, 2016).

Actualmente es sencillo producir hormigones convencionales para la venta pública en Perú (que van de 175 a 350 kg/cm²) sin aditivos, gracias a las mejoras del hormigón



desde la década de 1980. Sin embargo, se necesita escoria de otros procesos de fabricación de materiales para mejorar aún más los hormigones convencionales.

La búsqueda incesante de la perfección técnica ha dado como resultados materiales de construcción que utilizan grafito en polvo y productos químicos incorporadores de aire. Al incorporar estos compuestos al hormigón, su resistencia mecánica, vida útil y rendimiento térmico pueden mejorar considerablemente.

La adición de grafito en polvo al hormigón aumenta sus características aislantes y lo hace más resistente a muchas condiciones ambientales. Una de las muchas cualidades útiles del grafito es su excelente conductividad térmica y su larga vida útil. No obstante, debe realizarse una evaluación exhaustiva para investigar la adición de este componente y mitigar cualquier impacto negativo potencial en otras propiedades del hormigón.

Para que el hormigón sea más manejable y resistente a los efectos destructivos de los ciclos de congelación-descongelación, se añaden a la mezcla productos químicos incorporadores de aire. El clima único de Juliaca hace que el uso de estos materiales sea una vía prometedora para una mejora significativa en nuestra zona.

Para mantenerse al día con la constante evolución de la sociedad, la investigación puede mejorar considerablemente el área de los materiales de construcción. Sin embargo, para garantizar que las mejoras en las características tangibles perduren, se debe desarrollar una estrategia completa y holística.

Debido a esto, existe una necesidad social apremiante de priorizar los cambios que mejorarán las propiedades físicas y mecánicas del material en beneficio de una gran parte de la población, especialmente en las regiones montañosas del país.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Pregunta general

¿Cómo influye la aplicación del grafeno en las propiedades mecánicas del concreto en el departamento de Puno?



1.2.2 Preguntas específicas

- ¿Cuál será la caracterización de los agregados procedentes de la cantera Unocolla?
- ¿Cuál es el asentamiento del concreto con la aplicación del grafeno en polvo?
- ¿Cuál es la resistencia a la compresión y flexión del concreto con la aplicación del grafeno en polvo?

1.3 Justificación de la investigación

1.3.1 Justificación practica

Dado que la mayoría de los edificios de nuestro país siguen empleando técnicas anticuadas en sus sistemas de construcción, se llevó a cabo este estudio para llenar el vacío de conocimientos e introducir tecnologías modernas del hormigón. El hormigón con cualidades físicas superiores cuando está recién mezclado debería sustituir al estándar actual.

1.3.2 Justificación técnica

El valor fundamental de esta investigación radica en el análisis de nuevos materiales concretos y su resistencia a la compresión, lo que conduce a proyectos de construcción más duraderos. Por lo tanto, estos componentes pueden mejorar significativamente la eficiencia y durabilidad de los edificios modernos. Es posible que la industria de la construcción se beneficie de los conocimientos y datos proporcionados por esta investigación.

1.3.3 Justificación social

Desde una perspectiva sociológica, la calidad de vida de la población de Puno se ve directamente afectada por la construcción de infraestructuras resistentes, duraderas y eficientes. Los edificios construidos con grafeno en el hormigón son mucho más seguros y



duraderos. Esto garantiza el establecimiento de un marco urbano sólido y, al mismo tiempo, disminuye el peligro para el vecindario.

1.3.4 Justificación ambiental

Esta mezcla de hormigón logrará ventajas medioambientales al añadir polvo de grafeno y un agente aireador. La adición de estos elementos hace que el hormigón sea más complicado, pero mejora significativamente las características mecánicas y la resistencia. Como resultado, el hormigón durará más tiempo sin necesidad de tratamiento o mantenimiento.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar la influencia del grafeno en las propiedades mecánicas del concreto en el departamento de Puno.

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 grafeno en polvo.
- Determinar la resistencia a compresión y flexión del concreto con la aplicación del grafeno en polvo.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

La aplicación polvo de grafeno mejoran las propiedades mecánicas del concreto en el departamento de Puno.

1.5.2 Hipótesis específicas

- Los agregados de la cantera Unocolla son positivos para el diseño de un concreto.



- La aplicación de grafeno en polvo es positiva en el asentamiento de un concreto.
- La incorporación de grafeno en polvo aumenta la resistencia a la compresión y la flexión del concreto.

1.6 Variables e indicadores

✓ Variable independiente

Grafeno en polvo

a. Indicadores

- Porcentajes

✓ Variable dependiente

Propiedades mecánicas

b. Indicadores

- Diseño de mezclas
- Asentamiento
- Resistencia a la compresión y flexión

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable independiente: Grafeno en polvo	No se necesita tanta agua para obtener la viscosidad adecuada, ya que la estructura del material mejora su conductividad eléctrica y capacidad lubricante.	%	Porcentaje
Variable dependiente: Propiedades mecánicas	El hormigón, por su parte, posee cualidades mecánicas que lo hacen resistente a una gran variedad de cargas, como compresión, flexión, impacto y flexión.	Propiedades mecánicas	Diseño de mezclas Asentamiento Resistencia a la compresión y flexión



CAPITULO II

MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

La incorporación de nanotubos de carbono en mezclas a base de hormigón fue el tema de una tesis de 2015 de Navalro, Ellerly, que desde entonces ha despertado interés en Colombia. Los nanotubos de carbono (CNT) y otros materiales novedosos para el hormigón son el centro de esta investigación, que también busca comprender cómo la nanotecnología podría mejorar las características de las partículas más pequeñas. Los investigadores descubrieron que añadir nanotubos de carbono al hormigón aumentaba su resistencia a la compresión en un 0,3 %, lo que suponía un aumento total de la resistencia del 10,2 %. Se obtuvo una resistencia a la compresión del 0,3 %, comparable a la de una muestra de referencia. Como los nanotubos de carbono se mezclaron directamente en el hormigón, este se volvió incontrolable cuando se vertió en muestras cilíndricas. El área de contacto de 165 m²/g de los nanotubos hace que las moléculas de agua se hidraten en una superficie mayor en la combinación. El uso de acero en las mezclas de construcción fortalece las estructuras de los edificios durante la fabricación, lo que aumenta la resistencia y la vida útil. Con los nanotubos, la capacidad de resistencia de la mezcla puede aumentar drásticamente, lo que permite completar los proyectos en menos tiempo y a mayor escala.



La resistividad eléctrica y la resistencia a la compresión de los sensores a base de cemento se investigaron en una investigación de 2014 realizada por Lomarat et al. La fibra de carbono y el polvo de grafito se mezclaron en diferentes porcentajes y pesos de cemento, y se utilizaron tres proporciones diferentes de agua y aglutinante. Después de 28 días de desmoldeo, se examinó la resistencia a la compresión y la resistividad sin carga de los sensores. La fibra de carbono funcionó mejor que el polvo de grafito, que aumentó la resistividad pero disminuyó la resistencia, según los datos. Para que los sensores a base de cemento funcionaran bien en piezoresistividad, la tensión de compresión debía ser inferior a 0,005, y los valores de resistividad diferían un poco.

El grafeno nanopartícula tiene la capacidad de aumentar la resistencia mecánica, se difunde fácilmente y puede mezclarse con otras partículas, como muestra Caires (2019). Dado que la industria de la construcción no ha realizado ninguna investigación exhaustiva sobre el tratamiento nanotecnológico, existe una escasez de conocimientos sobre estas nanopartículas. Al examinar concentraciones de grafeno (O.G) del 0,03 %, 0,05 %, 0,07 % y 0,09 % (en proporción al peso del cemento) durante un período de hasta noventa y un días, describe las características mecánicas y físicas de las microestructuras en morteros cementosos. En comparación con una muestra de control, que no incluía grafeno, la adición de un 0,05 % de RGO dio lugar a mejoras de la resistencia a la compresión del 12,0 %, el 9,6 % y el 7,8 % en todas las duraciones de las pruebas.

2.1.2 Antecedentes nacionales

El propósito de esta investigación de Villacrez y Jesús es mejorar las características mecánicas y físicas del hormigón mediante el uso de polvo de grafito. Los resultados se basan en un análisis de ciertas pruebas de control de calidad publicadas en revistas académicas tanto nacionales como extranjeras. La técnica de investigación utilizada para analizar la capacidad del polvo de grafito para aumentar las propiedades del hormigón es una combinación de análisis descriptivo, evaluación bibliográfica y análisis documental.



Con el fin de proporcionar una base teórica, este estudio busca recopilar suficiente información sobre las características físicas y mecánicas del hormigón después de la inyección con polvo de grafito. La investigación descubrió que añadir una cantidad moderada de polvo de grafito al hormigón mejoraba sus cualidades mecánicas. Además, se observó que el asentamiento y la resistividad eléctrica del hormigón disminuían cuando se añadía polvo de grafito. Según los resultados, añadir polvo de grafito al hormigón normal en cantidades variables no facilita su trabajo. Además, debido principalmente a sus características de absorción de agua, el polvo de grafito reduce el asentamiento cuando se añade a una mezcla. Por el contrario, investigaciones anteriores han demostrado que la resistencia a la flexión aumenta cuando se reduce la relación agua/cemento y no hay aditivos superplastificantes. Dado que la resistencia a la compresión es inversamente proporcional al contenido de agua, los hechos observados tienen sentido en este contexto. La reducción de la resistencia eléctrica es un resultado sistemático de la adición de polvo de grafito en cantidades variables.

En su estudio, Tarapoto (2018) evaluó el uso del grafeno como aditivo nanotecnológico para aumentar la resistencia del hormigón (f_c 210 kg/cm²), y Bartra (2019) pretendía demostrar cómo la adición de grafeno al hormigón como elemento nanotecnológico mejora su frescura y sus propiedades de endurecimiento. Para lograr este objetivo, examinó cuidadosamente todos los ingredientes de la combinación para obtener mediciones precisas de la resistencia del hormigón. Una de las cuatro combinaciones que ideó no incluía grafeno en absoluto, mientras que las otras tres sí lo incluían, aunque en cantidades variables. El objetivo de fabricar el hormigón estándar era lograr una resistencia de 210 kg/cm² en 28 días. Se demostró que la trabajabilidad en estado fresco no se veía afectada por la adición de grafeno. Por lo tanto, se determinó que la resistencia del hormigón estaba directamente relacionada con la inclusión de grafeno. Sin embargo,



también se descubrió que la inclusión de grafeno hacía que el hormigón se solidificara más rápidamente.

2.1.3 Antecedentes locales

Heber CCOPA, «El impacto del grafeno en la resistencia del hormigón como aditivo nanotecnológico», Puno 2017, p. Tesis presentada en una institución de grado. Basándome en mi investigación en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, he determinado lo siguiente: Al aumentar su resistencia para lograr una compresión en un promedio del 26 % en comparación con el hormigón convencional, la adición de grafeno al hormigón produce una gran mejora, lo que a su vez acelera su tiempo de fraguado extremadamente rápido. La prueba de asentamiento muestra que la trabajabilidad del hormigón con aditivos de grafeno aumenta de 112,5 a 140 mm. En comparación con el hormigón normal, añadirle grafeno aumenta su resistencia en un 47 % con una dosis de grafeno del 0,5 %; no obstante, el beneficio obtenido será una mayor resistencia del hormigón de 210 kg/cm². La edad es un factor clave para determinar la resistencia a la compresión que puede desarrollar el hormigón. Todo lo necesario, incluidos los sospechosos habituales como las rocas, los aditivos, el cemento y el agua, está fácilmente disponible en las cercanías.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Concreto

Los agregados y la pasta son los dos ingredientes principales del hormigón, un material de ingeniería. Mediante una combinación de cemento Portland y agua, la pasta une los agregados de piedra (agregado fino: arena, agregado grueso: piedra triturada) que componen el cuerpo del material. Cuando se endurece, la masa se transforma en una roca artificial (Rios, 2011). Las partículas no están unidas ni en contacto con la pasta, sino separadas por capas de pasta endurecida de diferentes grosores; esta separación crea una discontinuidad en el hormigón, que de otro modo sería una fase continua. El cemento



Portland estándar E.060 u otro tipo de cemento hidráulico, áridos finos y gruesos, agua y aditivos son los ingredientes básicos del hormigón, según Reinforced Concrete. Hoy en día, el hormigón puede tener diversas cualidades gracias a las proporciones adecuadas de los materiales utilizados y a la adición de aditivos como plastificantes, microsílíce y cenizas volantes, así como agregados únicos como diferentes tipos de agregados ligeros o pesados (Barba y García, 2018; Nilson, 1999). Según Nilson (1999), la unión entre el agregado y la pasta, así como la calidad del agregado, determinan la calidad del hormigón. Cuando se fabrica hormigón de alta calidad, es esencial que las partículas de agregado estén completamente envueltas en la pasta.

Componentes del Concreto

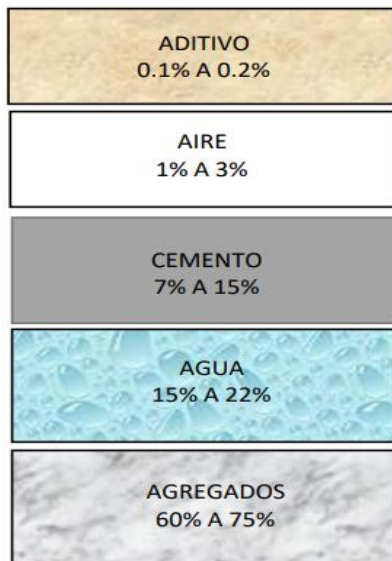
El cemento, agua, agregados y aditivos son los componentes activos del hormigón, mientras que el aire se considera un elemento pasivo. (Pasquel, 1998). Como resultado de los efectos positivos sobre la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad, así como de los efectos positivos sobre el medio ambiente, el uso de aditivos en el hormigón se ha generalizado.

Los aditivos se consideraban antes un artículo de lujo en el sentido convencional, pero ahora son habituales en la práctica mundial debido a la facilidad científicamente demostrada de utilizarlos para aumentar la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad. Gracias a este enfoque, se producirán ahorros a largo plazo en los costes de mano de obra y equipo, en los gastos de mantenimiento y reparación y en el consumo de cemento (Mayta Rojas J., 2014 en Sánchez Zarate, 2017). Por lo tanto, es más asequible.

Los volúmenes relativos de los diversos ingredientes del hormigón

Figura 1

Componentes del Concreto



Nota: ICG, 2013.

2.2.2 *Cemento*

El cemento se fabrica triturando el clínker, que se mezcla con componentes arcillosos y calcáreos y luego se cauteriza. Cementos Selva S.A., ubicada en la vía Fernando. B. T. Km. 468 en la localidad de Elías Soplín Vargas - departamento de Rioja de San Martín, es el fabricante de la marca de cemento Pacasmayo que se utilizará para la investigación. Este cemento, que está clasificado como cemento Ico tipo Extra fuerte según la norma ASTM C595, es un cemento de uso general que se recomienda para su uso en suelos no salinos para columnas, vigas y cimientos. Sus propiedades de alta resistencia le confieren las características que se describen a continuación.

Materias Primas

Estos son los ingredientes principales:

- a) Piedras de piedra caliza Los materiales especificados tienen el porcentaje requerido de carbonato de calcio (Co_3Ca), que oscila entre el 60 % y el 80 %, con un máximo de 1,5 % de magnesia.



- b) Materiales compuestos de arcilla La pizarra es una buena fuente de estos minerales, que incluyen dióxido de silicio, aluminio o alúmina en concentraciones que oscilan entre el 60 % y el 70 %.
- c) Minerales que contienen hierro. Puede encontrar estos componentes en la arcilla.
- d) El cemento se secaría excesivamente rápido debido a la hidratación violenta del aluminato tricálcico y del ferroaluminato tetracálcico si no se añadiera a la escoria; refuerza el proceso de secado. principales materiales primas son las siguientes:

Tipo de cementos

a) Cementos puros

Los que tienen deficiencia de calcio, como el yeso, entran en esta categoría. Los siguientes se proporcionan de acuerdo con las Normas Técnicas:

- ✓ Tipo I: Suelen utilizarse en proyectos de hormigón.
- ✓ Tipo II: El cemento Portland, muy utilizado en la construcción, tiene un nivel medio de resistencia a los sulfatos. En su estado actual, está claro que se hidrata de forma rutinaria.
- ✓ Tipo III: Capaz de resistencia total, secado rápido y fácil eliminación de moho; los mohos pueden eliminarse en poco tiempo.
- ✓ Utilice el tipo IV cuando desee una temperatura de hidratación más baja.
- ✓ Cuando necesite sulfatos muy fuertes, utilice el tipo V.

b) Cementos portland adicionados.

Puede tener dos o más composiciones e incorpora cemento y yeso. Los cementos inorgánicos (como puzolanas, escoria granulada de alto horno, componentes de piedra caliza, sulfato de calcio o incluso de aire) pueden



contribuir a las condiciones específicas del cemento. Al igual que con los requisitos de la NTP 334.044 relativa al cemento Portland.

El contenido puzolánico del cemento puzolánico Portland tipo IP varía entre el quince y el cuarenta por ciento.

- ✓ Cemento puzolánico Portland tipo I (PM): contiene al menos un 15 % de material puzolánico.
- ✓ Cemento Portland con escoria.
- ✓ Cemento Portland con escoria tipo IS: la proporción de escoria puede oscilar entre el 25 % y el 70 %.
- ✓ Cemento Portland de escoria modificada SM tipo I: concentración de escoria inferior al 25 %.
- ✓ Para fabricar cemento Portland compuesto tipo 1 Co, se muele una combinación de piedra caliza (travertino) y hasta un 30 % en peso de clínker de Portland y se mezcla con cemento.
- ✓ Productos de cemento que cumplen los requisitos de rendimiento (NTP 334.082).
- ✓ Con este tipo de cemento adicional, no hay restricciones en la composición o los componentes del cemento, lo que lo hace adecuado tanto para aplicaciones generales como específicas. Hay varios tipos:

Para fines cotidianos, utilice GU. Se utiliza cuando no son necesarias características únicas. Se utiliza en casos en los que las características únicas son superfluas.
 - HH: Punto de partida muy fuerte. La resistencia al azufre es moderada, según MS.
 - Resistencia a altos niveles de sulfato. El calor atmosférico de hidratación es moderado.

- Bajo calor de hidratación, abreviado como LH.

Las propiedades de secado, endurecimiento y densidad de los cementos se ven afectadas por los aditivos utilizados para fabricarlos. Estas propiedades afectan a los acabados, la resistencia y la flexibilidad del edificio, lo que a su vez afecta a la interacción del cemento con su entorno.

Figura 2.

Cemento Portland



2.2.3 *Agregados para el concreto*

Según Rivva (1992), los áridos son materiales granulares frecuentemente inertes por ser rocas rotas o producto de la desintegración natural y/o abrasiva de rocas. La cantidad de arena y piedra triturada en el hormigón tiene un impacto significativo en sus propiedades, representando aproximadamente el 60% del volumen, el 70% de la masa y el 85% de la masa cuando el hormigón está fresco y después de endurecido. Según Rivva (1992, p. 17), «los áridos deben procesarse, transportarse, manipularse, almacenarse y dosificarse adecuadamente» para evitar la contaminación o la segregación, preservar la uniformidad de los áridos y reducir la pérdida de partículas.

Figura 3*Materiales para el concreto***■ Agregado grueso**

La pasta de cemento une los componentes inertes del hormigón llamados áridos, creando una estructura superresistente. Los áridos constituyen alrededor de las tres cuartas partes del volumen del hormigón (Pasquel, 1998).

El año pasado, Surahyo La cantidad de mezcla de hormigón está compuesta por áridos, que representan alrededor del 60-75 % de la misma. Existen principalmente dos tamaños de áridos de densidad normal:

- ✓ Límite nominal de tamaño del agregado grueso: Según Rivva (2000), el «agregado grueso» se produce cuando las rocas se descomponen de forma natural o artificial hasta un tamaño que puede retenerse en un tamiz n.º 4 (4,75 mm). Los tipos más comunes de agregado grueso son la grava y la piedra triturada o rota (p. 17).
- ✓ El tamaño nominal máximo del agregado grueso es: El primer material que se debe conservar se crea al pasarlo por el más pequeño de una serie de tamices. De acuerdo con la NTP (NTP 400.011), se cumplen estas restricciones.

a) Granulometría del agregado grueso

La piedra triturada que queda después de pasar por una criba n.º 4 se considera árido grueso según la NTP (NTP 400.037). La granulometría del árido grueso debe ajustarse a

los parámetros establecidos por la norma NTP 400.012. Se recomienda tener en cuenta lo siguiente para cumplir los requisitos de la norma: Es preferible que el tamaño de las partículas elegido sea continuo:

Es preferible que la categorización del agregado sea continua.

- ✓ La clasificación del agregado debe apuntar a la máxima densidad, trabajabilidad y consistencia adecuadas para las circunstancias de vertido, utilizando agregados de tamaño uniforme en la medida de nuestras posibilidades. Dentro de lo razonable, no más del 5 % del agregado debe permanecer en la malla de 1 ½« cuando se utiliza el tamaño de partícula elegido, y no más del 6 % debe pasar a través de la malla de ½».

Tabla 2

Gradación para el AG

Tamaño Nominal	% Pasa por los tamices normalizados												
	100mm (4")	90mm (3½")	75mm (3")	63mm (2½")	50mm (2")	37.5mm (1½")	25mm (1")	19mm (¾")	12.5mm (½")	9.5mm (3/8")	4.75mm (Nº4)	2.36mm (Nº8)	1.18mm (Nº16)
90 mm a 37.5 mm (3½" a 1½")	100	90 a 100	--	25 a 60	--	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--
63 mm a 37.5 mm (2½" a 1½")	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--
50 mm a 25 mm (2" a 1")	--	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--
50 mm a 4.75 mm (2" a Nº4)	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	--	0 a 5	--	--
37.5 mm a 19 mm (1½" a ¾")	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--
37.5mm a 4.75mm (1½" a Nº4)	--	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	0 a 5	--	--
25 mm a 12.5 mm (1" a ½")	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--	--	--
25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	--	--
25 mm a 4.75 mm (1" a Nº4)	--	--	--	--	--	100	95 a 100	--	25 a 65	--	0 a 10	0 a 5	--
19 mm a 9.5 mm (¾" a 3/8")	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	--	--
19 mm a 4.75 mm (¾" a Nº4)	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	--	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--
12.5mm a 4.75mm (½" a Nº4)	--	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	--
9.5mm a 2.38mm (3/8" a Nº8)	--	--	--	--	--	--	--	--	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Nota: (NTP 400.037)

█ Agregado fino (arena)

Según Surahyo (2019), el agregado fino se refiere a la arena, que puede ser de río o manufacturada. La arena manufacturada se tritura a partir de agregados gruesos utilizando máquinas. La cantera de Pilcomayo (CP) proporcionó un tipo de agregado fino con

resultados de peso específico y absorción que cumplen los requisitos de la norma ASTM C33.

a) Granulometría del agregado fino

La arena debe clasificarse para cumplir con los criterios NTP 400.037 o ASTM C 33. El tamaño del agregado fino debe ser consistente y continuo en tamices estándar para mejorar la trabajabilidad del hormigón y el agua de mezclado.

Tabla 3

Granulometría para el agregado fino

Malla Tamiz número	% Que pasa	
	Mínimo	Máximo
3/8"	100	
Nº 4	95	100
Nº 8	80	100
Nº 16	50	85
Nº 30	25	60
Nº 50	10	30
Nº 100	2	10

Nota: (NTP 400.037)

b) Propiedades físicas del agregado para la producción del concreto

La densidad, resistencia, porosidad y distribución de volumen de los agregados son necesarias, según Pasquel (2002). Estas cualidades pueden evaluarse mediante varias pruebas, entre las que se incluyen el peso unitario, la absorción y el módulo de finura (p. 72).

2.2.4 Agua

Cuando se mezcla con cemento, el agua inicia el proceso de hidratación, lo que aumenta la resistencia del material y cambia su trabajabilidad, dos ingredientes esenciales en el hormigón. En cuanto a la norma NTP 339.088, el agua debe ser de cierta calidad y estar libre de contaminantes o impurezas que puedan afectar al proceso de hidratación del hormigón o a sus características finales. Es esencial que el agua no tenga ningún efecto perjudicial en el desarrollo de la mezcla, la durabilidad o la resistencia del hormigón. Para

que el producto final tenga las cualidades deseadas, también es importante utilizar la cantidad adecuada de agua.

Figura 4

Agua para el concreto



Tabla 4.

Parámetros permisibles de contenidos y sustancias disueltas

Descripción	Limite permisibles
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo
Material Orgánica	3 ppm máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	100 ppm máximo
Sulfatos (ion SO ₄)	600 ppm máximo
Cloruros (ion Cl)	1000 ppm máximo
PH	5 a 8 máximo

Nota: NTP

Agua para el mezclado y curado del concreto

Según Sánchez (2001), el agua tiene principalmente tres usos en el hormigón:

- ✓ El cemento debe hidratarse.
- ✓ Para que los agregados sean más manejables, lubricándolos.
- ✓ Hacer agujeros en la pasta para que se formen productos de hidratación (p. 73).

2.2.5 Aditivos para el concreto

El ingrediente no es estrictamente necesario, pero ayuda a preparar la mezcla de hormigón. Este componente no es absolutamente necesario, pero desempeña un papel



crucial en la modificación de las propiedades del hormigón. Por ello, el constructor puede modificar el hormigón para satisfacer sus necesidades.

Un material distinto del agua, el agregado o el cemento hidráulico, utilizado como componente del hormigón e introducido antes o durante el mezclado para alterar sus características, se describe como aditivo en la Norma E.060 del Reglamento Nacional de la Edificación (2020).

Según Rivva (2010), los aditivos para hormigón desempeñan las siguientes funciones:

- ✓ Alteran las características del hormigón dependiendo de la tarea requerida.
- ✓ Facilitan la trabajabilidad, preparación y acabado del hormigón.
- ✓ Contribuyen a reducir los costos operativos.

a) **Uso de aditivos:**

Los aditivos se añaden al hormigón para mejorar diversas propiedades, como señala Abanto (2009):

- ✓ Mejoran la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua.
- ✓ Permiten acelerar o ralentizar el tiempo de fraguado inicial.
- ✓ Aceleran el desarrollo de resistencia en los primeros días.
- ✓ Modifican la tasa de producción de calor durante la hidratación.
- ✓ Evitan el sangrado y segregación.
- ✓ Reducen la segregación del concreto.
- ✓ Disminuyen la contracción.
- ✓ Mejoran la adherencia entre hormigón viejo y nuevo.
- ✓ Fortalecen la adherencia de los refuerzos de concreto

Características de los aditivos

El término «aditivos» abarca una amplia categoría de materiales que ahora se utilizan para mejorar y potenciar el hormigón, principalmente con el objetivo de hacerlo más duradero. También puede oír la expresión «reductores de agua» utilizada para describir los reductores de cemento. Como ejemplo del proceso de aditivos en acción, considere los reductores de cemento y los reductores de agua.

2.2.6 Polvo de grafeno

El grafito es un material fascinante que se puede encontrar en nuestro planeta. Es tanto un mineral natural como un producto manufacturado. Los humanos primitivos dibujaban en las paredes de las cuevas con grafito, la primera aplicación conocida del material. Los egipcios también decoraban sus cerámicas con él. Recubrir los moldes con grafito, un material refractario, suavizaba las balas de cañón y permitía dispararlas más lejos durante la Edad Media. El grafito se ha confundido a menudo con otros minerales, sobre todo con el molibdeno y la galena, debido a una confusión histórica.

Figura 5

Polvo de grafito



Características

- ✓ Su variación de color, que va desde gris hasta negro, con una superficie opaca o con brillo metálico.
- ✓ Su dureza Mohs, que oscila entre 1 y 2, y su estructura cristalina blanda.

- ✓ Es químicamente inerte y estable a temperatura ambiente.
- ✓ Su microestructura consiste en capas hexagonales planas unidas por enlaces fuertes entre capas y enlaces débiles entre las distintas capas.

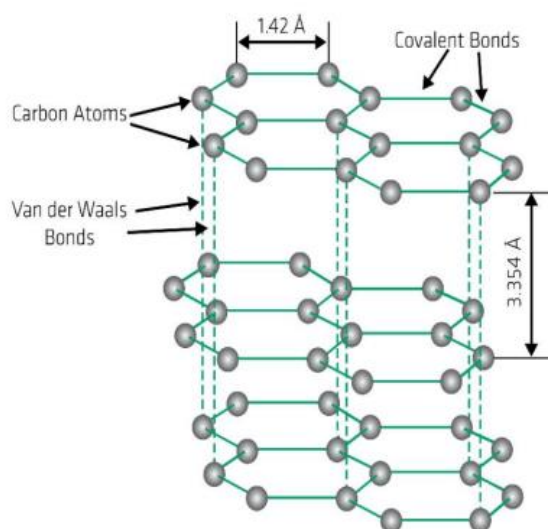
■ Estructura

La inercia química, la conductividad eléctrica, la lubricidad y la conductividad térmica son algunas de las propiedades únicas que proporciona esta estructura.

Los grafitos, y especialmente el polvo de grafito, son útiles en muchos campos debido a sus características principales y secundarias.

Figura 6

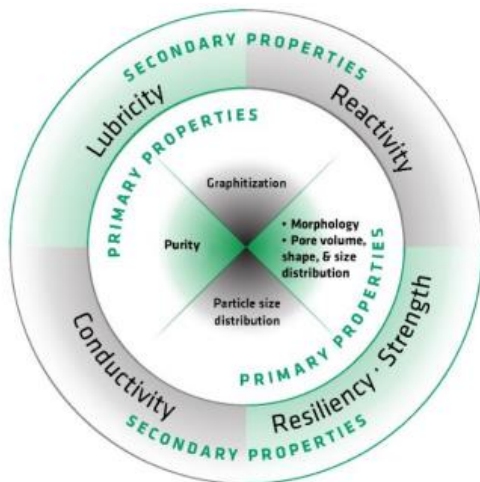
Estructura del polvo de grafito



Nota: Novoselov et al., 2004; Berry, 2013

■ Propiedades físicas

Mientras que el hormigón normal actúa como aislante eléctrico, el hormigón híbrido combina la resistencia estructural del hormigón con la conductividad térmica y eléctrica de materiales como el grafito y la fibra de acero. Este material híbrido permite que la corriente eléctrica fluya a través del hormigón. La temperatura del compuesto aumenta a medida que la corriente eléctrica fluye a través del hormigón.

Figura 7*Propiedades físicas*

Nota: Novoselov et al., 2004; Berry, 2013

Según una investigación realizada por Serkan Kirgiz en 2016, la mezcla de un 35 % de polvo de grafito con un 65 % de cemento Portland puro, junto con partículas de nanografito y un superplastificante, dio como resultado morteros mucho más resistentes, más absorbentes de agua y más densos. Un superplastificante y partículas de nanogranulado mejoraron la resistencia a la flexión y a la compresión del material en más de un 28 % y un 22 %, respectivamente. Según la investigación, un superplastificante y una partícula de nanogranulado son ingredientes necesarios para las mezclas de mortero que incluyen polvo de mármol pulverizado y cemento. Las partículas de nanografito son un excelente complemento para el cemento y el polvo de mármol debido a su alta resistencia a la compresión, baja tasa de absorción de agua y alta densidad aparente.

2.2.7 *Diseño de mezcla*

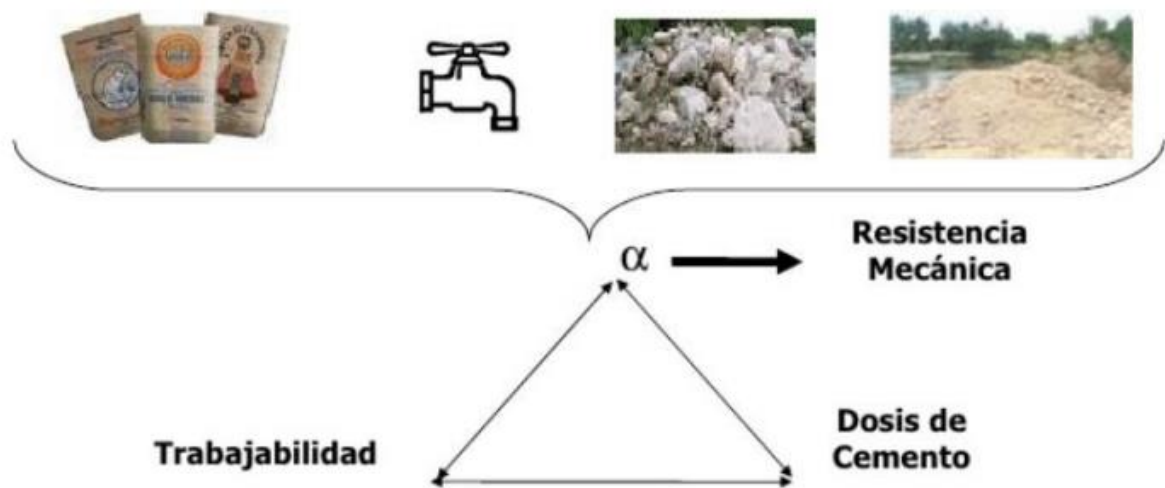
a. **Diseño de Mezcla:**

- ✓ La selección de los áridos (finos y gruesos), el cemento, el agua y los aditivos son componentes clave en el proceso de diseño de la mezcla.

- ✓ Es necesario calcular las proporciones adecuadas para los materiales y la aplicación prevista, para producir un hormigón manejable, resistente y duradero.
- ✓ Considerar aspectos como la relación agua-cemento, la absorción de áridos, el análisis granulométrico, el peso unitario, el peso específico, la humedad y el tipo y marca del cemento (Meléndez Cueva, 2016, p. 18).

Figura 8

Materiales para Concreto Óptimo.



Nota: (Diseño de Mezcla Relaciones - Bing Images.)

b. Dosificaciones:

Al mezclar hormigón, es esencial examinar su tipo y finalidad, así como los requisitos exactos de rendimiento y durabilidad. Utilícelo en una hormigonera con los siguientes materiales, que deben mezclarse en recipientes de igual tamaño: árido fino, cemento, agua y árido grueso. Las pruebas de control de calidad que deben realizarse en una mezcla de prueba incluyen el asentamiento, la pérdida de trabajabilidad, la masa unitaria, el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión. Si no funciona, pruebe a modificar las proporciones de los componentes y a agitar de nuevo la mezcla (Sanchez De Guzman, 2001, p. 4).

Figura 9

Especímenes Cilíndricos de Concreto.



Nota: (Conceptos Básicos Sobre El Diseño de Mezclas | ARGOS 360)

2.2.8 *Propiedades del concreto*

El hormigón endurecido posee resistencia mecánica, durabilidad, propiedades elásticas, cambios de volumen, resistencia al desgaste, resistencia a la cavitación, propiedades térmicas y apariencia; en cambio, el hormigón fresco posee trabajabilidad, consistencia, fluidez, cohesión y peso unitario (Riva, 2000).

Propiedades del C°

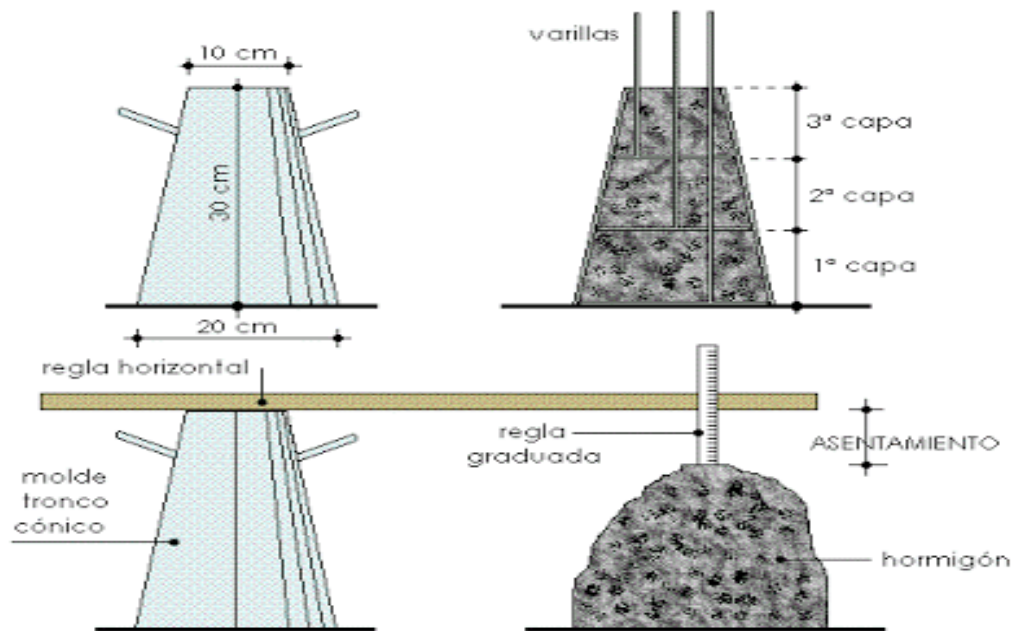
Gómez Jurado (2010) destacó la importancia de que el hormigón recién mezclado sea homogéneo y moldeable, sin grandes burbujas de aire ni agua atrapada. Las decisiones oportunas de colocación dependen del control de calidad. Los procedimientos de ensayo determinan características como la consistencia, la trabajabilidad, la segregación, la masa unitaria, el contenido de aire y el contenido de agua.

A. Trabajabilidad

La trabajabilidad del hormigón se define por Pasquel (2002) como la dificultad para mezclar, transportar, colocar y compactar el material. Es importante señalar que la evaluación de la trabajabilidad es relativa, ya que puede variar en función de las circunstancias.

Figura 10

Prueba del Slump



B. Consistencia

Abanto (2013) clasifica tres mezclas diferentes según su contenido de agua, que indica la composición del hormigón: seco, plástico y húmedo. El grado de absorción del hormigón se ve afectado principalmente por la cantidad de agua utilizada.

Tabla 5

Determinación del asentamiento

Asentamiento	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera
Fluida	Mayor a 5"	Muy trabajable	Chuseado

Nota: (Abanto Castillo, 2013, Pág.49)

C. Temperatura del concreto

El agregado constituye la mayor parte del hormigón, y su temperatura y calor específico afectan a la temperatura final de la mezcla (Riva, 2000).

D. Tiempo de fraguado

Para producir una dureza estable en las mezclas de hormigón, el tiempo de fraguado es un tema esencial. Para evitar retrasos en la construcción, no debe ser ni demasiado rápido ni demasiado lento. Al igual que con el mortero, el tiempo que tarda el cemento en fraguar puede utilizarse como referencia para el tiempo que tarda el hormigón en fraguar. De forma similar a la prueba de la aguja de Vicat, la resistencia a la penetración de los hormigones con asentamientos superiores a cero se describe en las normas NTC 890 y ASTM C 403. El proceso se divide en tres fases distintas:

- ✓ **Tiempo anterior al fraguado:** El hormigón requiere tiempo para curar antes de que pueda ser moldeado, ya que es una sustancia maleable y blanda.
- ✓ **Tiempo de fraguado inicial:** El tiempo necesario para que el mortero alcance una resistencia de 500 lb/in² (35 kg/cm²) comienza cuando el cemento entra en contacto con el agua y continúa hasta que el mortero alcanza este punto.
- ✓ **Tiempo de fraguado final:** Para que el mortero sea duradero, debe alcanzar un tiempo de fraguado de 400 lb/in² (280 kg/cm²).

E. Peso unitario del concreto

Sánchez (1994) afirma que, al igual que otros materiales, el peso unitario del hormigón es la masa por unidad de volumen, que suele expresarse en kilogramos por metro cúbico. Varios factores, como la densidad del árido, el contenido de aire (intencionado o atrapado), el contenido de agua y cemento y el tamaño del árido, determinan el rango típico de pesos unitarios del hormigón convencional, que está entre 2240 y 2400 kg/m³. (p. 165).

2.2.9 Propiedades del concreto endurecido

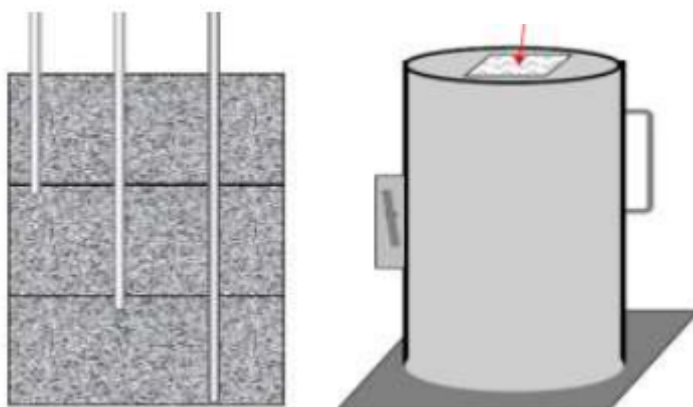
Aunque a menudo se piensa que la resistencia a la compresión es la propiedad más importante del hormigón, otros atributos como la impermeabilidad, la estabilidad de volumen y la durabilidad pueden tener más importancia, como señala Neville (1999). Esta resistencia le da una buena idea de la calidad general del hormigón.

Elaboración y curado de probetas cilíndricas

ASTM C 31 y N.T.P. 339.033 son las dos normas que describen los procedimientos para la preparación, curado y transporte de muestras cilíndricas. Para la preparación de las muestras se utilizaron moldes cilíndricos ordinarios de 10 x 20 cm. Estos moldes debían estar bien limpios y recubiertos de aceite mineral (petróleo) para evitar que el hormigón se adhiriera a ellos. Utilizando una varilla con una punta semiesférica y un mazo de goma, la mezcla se rellena y compacta en tercios. Se perfora una pulgada en la capa inferior de los dos tercios restantes después de golpear la varilla 25 veces y el mazo de 10 a 15 veces cada capa. Esta técnica se repite hasta que se llena cada tercio.

Figura 11

Procedimiento de elaboración de los ensayos



Nota: (Gastañadui Ruiz, 2013, Pág. 19)

Se superpone un identificador de muestra con los datos fundamentales del hormigón (nombre, fecha de fabricación, etc.) después de pulir la superficie para obtener un acabado satisfactorio.

Resistencia a la compresión

«Es la capacidad de soportar cargas o tensiones», dice Pasquel (2002), explicando que las cualidades adhesivas de la pasta de cemento hacen que se comporte mejor en compresión que en tracción. La relación agua-cemento, medida en peso, es la unidad de medida más común para la concentración de pasta de cemento. Aunque el curado es un

elemento indirecto, es crucial para la resistencia del hormigón porque completa el proceso de hidratación, que es esencial para que se desarrollen completamente las propiedades resistentes del hormigón (p. 143).

2.2.9.2.1 Pruebas de resistencia a la compresión

Normalmente, se utilizan cilindros de hormigón con dimensiones de 150 x 300 mm o 100 x 200 mm como muestras de ensayo. Se puede utilizar cualquier forma cilíndrica que cumpla la relación Longitud/Diámetro = 2. No debe haber más de un 2 % de discrepancia en los diámetros de las muestras. Se requieren dos muestras para muestras con un diámetro de 150 mm y tres muestras para muestras con un diámetro de 100 mm. Antes de la prueba, la muestra debe curarse bajo el agua y mantenerse en el molde durante al menos 24 ± 4 horas después de la fundición. El protocolo típico requiere un cierto tiempo para envejecer la muestra: 1, 3, 7, 14, 21, 28, 56 días, etc. La prueba consiste en cargar el cilindro uniformemente a una velocidad predefinida de $0,25 \pm 0,05$ kg/cm²/S, aunque esta duración puede modificarse si es necesario. La división de la mayor fuerza recibida durante la prueba por el área de la sección transversal de la muestra da como resultado la resistencia a la compresión.

Figura 12

Maquina digital para ensayos de concreto a compresión



2.2.10 Resistencia a la Flexión

Una viga que no ha sido reforzada con acero se somete a la prueba de resistencia a la flexión, también llamada prueba de viga transversal. En la mayoría de los casos, la resistencia a la flexión de una viga será cero cuando se someta a esta prueba; sin embargo, la flexión también puede ocurrir en otros componentes estructurales como las placas. Para realizar la prueba, la viga se sujeta a dos soportes en los extremos y luego se tensa contra un peso perpendicular a su eje.

Las losas y pavimentos de los edificios se basan en los resultados de la prueba, que pueden variar en función de factores como la longitud de la viga, el contenido de humedad y si la vida útil se ha reducido o no según las especificaciones.

La relación entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión está bien establecida; en megapascales, la primera es aproximadamente 0,7-0,8 veces la segunda.

La viga sufre un esfuerzo cortante y un momento flector interno que fluctúa en valor a lo largo de su longitud como resultado de la carga que actúa sobre ella a lo largo de su eje. Aquí representamos la fuerza cortante máxima y el momento flector en el siguiente gráfico después de determinarlos.

■■■■■ Importancia de la resistencia a la flexión

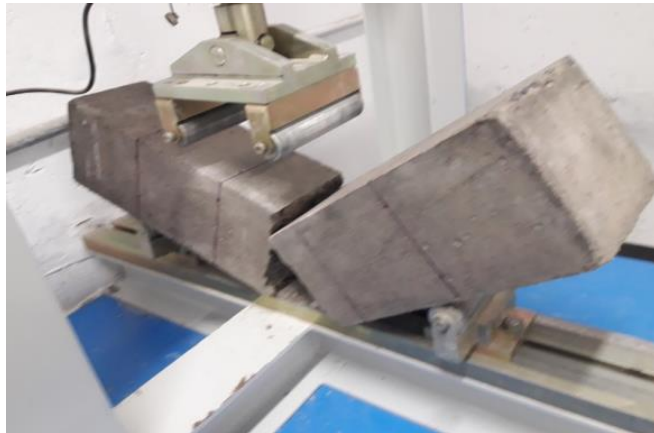
La construcción de vigas y losas, la evaluación de la calidad del hormigón y la limitación del asentamiento mínimo de vigas o barras sometidas a fuerza dependen de la resistencia a la flexión, que determina el punto de aplicación de la fuerza cortante y el momento flector..

■■■■■ Ensayo de resistencia a la flexión

Las normas ASTM C 78 y NTP 339.078 describen los pasos a seguir para llevar a cabo la prueba de resistencia a la flexión. La NTP 339.078 (2012) establece que las cargas se aplicarán a los tercios de la viga y que esperamos a que se produzca la rotura en ese punto. Rotura en el centro o cerca del 5% de la luz.

Figura 13

Prueba de la resistencia a flexión



2.3 Marco conceptual

1. **Aditivos:** Se añaden antes o durante el mezclado para modificar las propiedades del hormigón.
2. **Compactibilidad.** Este es el procedimiento que añade solidez al hormigón recién vertido al presionar las partículas de agregado y liberar el aire atrapado. Fortalece la conexión del hormigón con el refuerzo y aumenta su resistencia final.
3. **Consistencia:** Relacionada con la cantidad de agua en la mezcla.
4. **Curado:** Mejora la resistencia y durabilidad al controlar humedad y temperatura después de colocar el hormigón.
5. **Durabilidad:** Mide el tiempo que el hormigón tarda en erosionarse o desgastarse sin perder propiedades.
6. **Exudación.** Muy bien. La sustancia es un líquido gelatinoso o una sustancia espesa que se libera a través de un agujero, fisura o fractura en la superficie del hormigón. La hinchazón es un signo revelador de que se han formado fracturas por la reacción álcali-sílice (RAS).
7. **Módulo de elasticidad:** Se determina a través de una prueba de compresión, usando un gráfico de tensión y deformación.



8. **Resistencia:** Depende de las características físicas y térmicas del elemento, como el tipo de agregado, humedad, volumen de hormigón y factores de restricción lateral.
9. **Trabajabilidad.** Posibilidad de ejecución. La compactación completa requiere esta cantidad de mano de obra, o la energía necesaria para superar la fricción al compactar el hormigón. Es esencial que el hormigón tenga el porcentaje correcto de agua. Para conseguir una buena trabajabilidad, lo ideal es que la relación agua-cemento sea mayor.



CAPITULO III

METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación

3.1.1 Nivel de investigación

Debido a que las variables se establecieron en su estado natural, se revelaron comparaciones entre ellas, y la investigación actual se concibió como descriptiva, explicativa y comparativa en su alcance.

Al establecer conexiones entre causas y efectos, la investigación experimental o explicativa busca arrojar luz sobre los elementos subyacentes a los hechos observados. Las explicaciones de ideas o percepciones, o el establecimiento de vínculos causales entre cosas aparentemente inconexas, no son los únicos objetivos de esta investigación. Investigar los antecedentes y las causas de un fenómeno es fascinante porque revela información importante sobre el carácter del evento.

3.1.2 Diseño de la investigación

Este estudio fue experimental, ya que se utilizaron pruebas mecánicas de laboratorio para obtener resultados.

3.1.3 Tipo de investigación

En este trabajo, se utiliza el método científico, que implica poner a prueba hipótesis, recopilar y analizar datos, y extraer conclusiones, para aplicar polvo de grafeno a una construcción de hormigón convencional de 210 kg/cm².

3.1.4 Método de investigación

Se emplea el razonamiento deductivo, que consiste en aplicar principios generales a condiciones específicas para arrojar luz sobre teoremas y situaciones.

3.1.5 Enfoque de la investigación

La metodología de investigación es cuantitativa, ya que pretende evaluar la hipótesis mediante mediciones numéricas y métodos estadísticos.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Para mejorar sus características mecánicas, la población del estudio actual se complementó con un 2,5 % y un 3,5 % de polvo de grafeno.

3.2.2 Muestra

En la investigación se incluirán probetas cilíndricas de hormigón con una resistencia característica especificada de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Además, incluiremos partículas de grafeno en el hormigón. Para el análisis de la resistencia a la compresión de este estudio, estas lecturas se obtuvieron a intervalos de 7, 14 y 28 días.

Tabla 6

Nº total de muestras de concreto.

Descripción	Periodo de curado (días)			Cantidad de muestras
	7	14	28	
Muestra patrón	10	10	10	30
MP. + 2.5% de polvo de grafeno	10	10	10	30
MP. + 3.5% de polvo de grafeno	10	10	10	30
Total	30	30	30	90

3.2.3 Técnicas de procesamiento de datos

a) Materiales empleados para la investigación

El polvo de grafeno es una forma finamente dividida del alótropo de carbono grafeno, que puede adoptar una variedad de formas y tamaños debido a sus numerosos

cambios estructurales. La naturaleza laminar del polvo le confiere características conductoras y lubricantes. La sustancia tiene varios usos en la industria, desde lubricantes secos y recubrimientos protectores hasta materiales conductores e integración en la producción de lápices y componentes electrónicos, entre otras cosas.

Figura 14

polvo de grafeno



3.2.4 Ensayos de laboratorio

Propiedades Físicas del Agregado Grueso

A. Granulometría

Para preparar una muestra, primero troceamos el árido grueso, medimos entre 0,5 y 0,6 kg del material, lo tamizamos y, a continuación, lo pesamos.

Tabla 7

Tamices de granulometría



B. Tamaño Máximo

El filtro más bajo a través del cual pasa la muestra agregada determina el tamaño máximo de agregado grueso.

C. Peso específico y contenido de absorción

Se eligieron dos kilogramos de material para la investigación, que se sumergieron en agua durante un día, se secaron y se pesaron utilizando la técnica de corte en cuartos. Después de sumergir la muestra en agua, el siguiente paso fue secarla en el horno durante un día utilizando un molde de alambre.

Figura 15

Peso específico y contenido de absorción



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

✓ Peso Unitario Suelto

El agregado se distribuyó uniformemente en una sola capa en un recipiente metálico de un tercio de pie cúbico de volumen. No fue necesario compactar el agregado con una varilla metálica antes de pesar toda la mezcla. A continuación, se calculó el volumen del recipiente pesando el recipiente metálico que había contenido el agregado suelto.

✓ Peso Unitario Compactado

Se llenó hasta el borde un recipiente metálico con una capacidad de un tercio de pie cúbico con la sustancia espesa. Utilizamos una varilla metálica lisa, con 25 golpes cada una, para condensar las tres capas. Pesarlo todo fue la siguiente etapa. A continuación,

determinamos la cantidad de árido compactado pesando el contenedor metálico. Por último, determinamos la capacidad del recipiente.

Figura 16

Peso unitario compactado del AG



E. Contenido de Humedad

Se pesaron más de 100 gramos de AG en su estado original, se secaron en horno durante 24 horas y luego se volvieron a pesar.

Propiedades físicas del agregado fino

A. Análisis Granulométrico (NTP 400.012)

Una vez que la muestra de agregado fino se había cortado en cuartos en el suelo, se horneó durante 24 horas. Después de pesar la muestra, se lavó para eliminar el exceso de agua y las partículas más pequeñas. A continuación, se utilizó un tamiz n.º 200 para el filtrado final. La muestra se transfirió a un conjunto de tamices convencionales para tamizarla después de otras veinticuatro horas en el horno. Y luego medimos cuántas cosas salieron de cada tamiz.

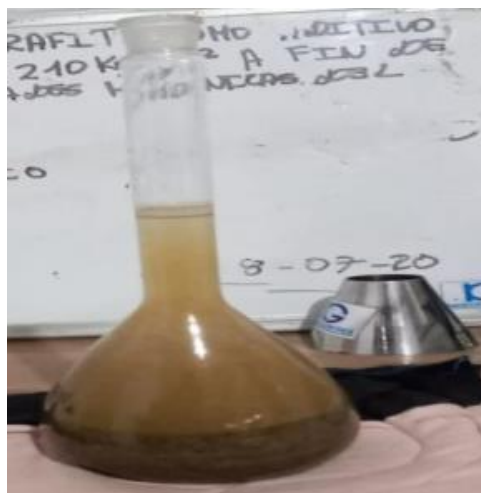
B. Peso específico y absorción

Utilizando el método de cuartos, se sumergieron 0,5 kg de muestra de agregado fino en una bandeja de agua durante 24 horas para saturarla. Después de 24 horas, se desechó el agua y se secaron las superficies de las partículas de agregado con papel para llevarlas a un

estado saturado de superficie seca. A continuación, se pesó la muestra y se colocó en un matraz de 500 ml de agua.

Figura 17

Peso específico con fiola del agregado fino



C. Peso unitario

✓ **Peso unitario compactado**

Se siguieron los siguientes pasos: primero, el agregado se llenó hasta la parte superior de un recipiente metálico de 0,085 m³. Luego, utilizando una varilla metálica, se aplicaron 25 golpes de compactación a cada capa. A continuación, se pesó toda la mezcla. El peso del agregado compactado se determinó pesando el recipiente. Por último, se calculó el volumen del recipiente.

✓ **Peso unitario suelto**

El material se colocó en capas y se cargó hasta el borde en un recipiente metálico de un tercio de pie cúbico de volumen sin comprimirlo antes de pesarlo. A continuación, se calculó el peso del agregado suelto pesando el recipiente metálico, y finalmente se determinó la capacidad del recipiente.

D. Contenido de humedad (N.T.P. 339.185)

Se cortó en cuartos un kilogramo de material fino y se pesaron muestras de 100 gramos. Después de 24 horas en el horno, se pesaron estas muestras en seco.

■ Diseño de Mezcla

Para crear la mezcla de hormigón, se siguió el enfoque del Comité ACI 211. Los siguientes criterios eran necesarios para obtener un diseño de mezcla adecuado para una resistencia de $f'c$ 210 kg/cm²:

- ✓ Resistencia del diseño
- ✓ Peso Específico de los agregados
- ✓ Contenido de humedad
- ✓ Contenido de absorción
- ✓ Peso unitario suelto y compactado de los agregados
- ✓ Asentamiento
- ✓ Análisis granulométrico
- ✓ Relación Agua/Cemento

■ Prueba de resistencia a la compresión.

La prueba de resistencia a la compresión se utiliza para averiguar hasta qué punto un material (normalmente hormigón, pero a veces ladrillo, rocas y otros materiales similares) puede soportar presiones que lo contraen. En el diseño estructural, es una característica esencial, especialmente para las construcciones de hormigón. A continuación se ofrece una descripción general de alto nivel del procedimiento de prueba de resistencia a la compresión del hormigón:

- ✓ Preparación de la muestra: La preparación del hormigón en cilindros o cubos varía según la norma y la zona geográfica. El hormigón se vierte a menudo in situ mientras se preparan estas muestras, y se fabrican según protocolos estandarizados para garantizar que sean representativas.
- ✓ El curado de la muestra es el siguiente paso después de la preparación. Por regla general, este procedimiento exige mantener las muestras en un entorno con humedad y temperatura controladas durante al menos una semana.

- ✓ Las muestras se someten a una prueba de compresión colocándolas en una prensa de pruebas.

Hasta que la muestra se rompe, la carga se aumenta lenta pero constantemente. El procedimiento implica documentar la deformación de la muestra y la fuerza máxima aplicada.

Figura 18

Resistencia a compresión



Ensayo de resistencia a la flexión

Después de asegurarnos de que la viga estaba en el lugar correcto, se aplicó una carga puntual en el punto medio de una viga auxiliar. Los otros dos tercios de la viga principal soportaron la misma cantidad de carga. Se continuó hasta que la viga mostró síntomas de fallo inminente, momento en el que se detuvo el proceso de carga.

Debemos destacar que nos adherimos estrictamente a las directrices establecidas en INV 414 durante todo el proceso de prueba. Además, el enfoque utilizado en esta investigación siguió los pasos descritos en NTP 2871 para pruebas de flexión en vigas simples con cargas dispersas aplicadas en lugares de un tercio.

Figura 19

Resistencias a la flexión



Evaluación de resultados

La visualización de tablas comparativas garantizará que los resultados se lleven a cabo de manera abierta y accesible. Además de resumir los resultados, estas tablas proporcionarán un desglose exhaustivo de cómo les fue en comparación a los distintos grupos de edad. Este método integral arrojará luz sobre los datos recopilados, revelando cualquier diferencia notable que pueda surgir según la distribución demográfica y la edad.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 Resultados

Las tablas a continuación se basan en los resultados de laboratorio. Estos resultados se ajustan a las normas establecidas por las leyes peruanas e internacionales. Cada uno de los agregados tiene sus propias propiedades determinadas al aplicarlo de manera metódica para asegurar un desarrollo adecuado.

a) Contenido de humedad

Tabla 8

resultados de contenido de humedad

	Agregados	
	<i>AF</i>	<i>AG</i>
Peso muestr. Hum. + Tarro	372.92	400.86
Peso muestr. seco + Tarro	360.09	389.11
Peso Tarro	51.05	50.01
Peso muestr. Hum.	321.87	350.85
Peso muestr. seco	309.04	339.1
Peso - Agua	12.83	11.75
% Hum.	4.15	3.46

Los porcentajes de humedad de los agregados de la cantera de Isla se indican en la tabla adjunta; por ejemplo, el agregado fino es del 4.15 %, mientras que el AG es del 3,46 %, una cifra notablemente inferior.

b) Peso específico y absorción**Tabla 9***peso específico y absorción.*

P. específico y absorción		
	P. esp. (gr/cm ³)	Abs (%)
Fino	2.53	4.92
Grueso	2.65	2.51

c) Pesos unitarios sueltos**Tabla 10***Peso por unidad del agregado*

	P. unitario (suelto)					
	AF			AG		
Peso del molde	6135 gr	6135 gr	6135 gr	6135 gr	6135 gr	6135 gr
Vol. del molde	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
Colocación de muestra en molde	Caída libre					
Peso molde + muestra suelta	9530 gr	9680 gr	9597 gr	9445 gr	9395 gr	9348 gr
Peso muestra suelta	3395 gr	3545 gr	3462 gr	3320 gr	3260 gr	3213 gr
Densidad mín. 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
Promedio	1.669 gr/cm³			1.020 gr/cm³		

La tabla ofrece una idea general de los pesos unitarios típicos de los áridos sueltos, mostrando que AF tiene un promedio de 1669 g/cm³ y AG tiene un promedio de 1.020 g/cm³, que es algo menor.

d) Pesos unitarios compactados

Tabla 11

Peso por unidad del agregado

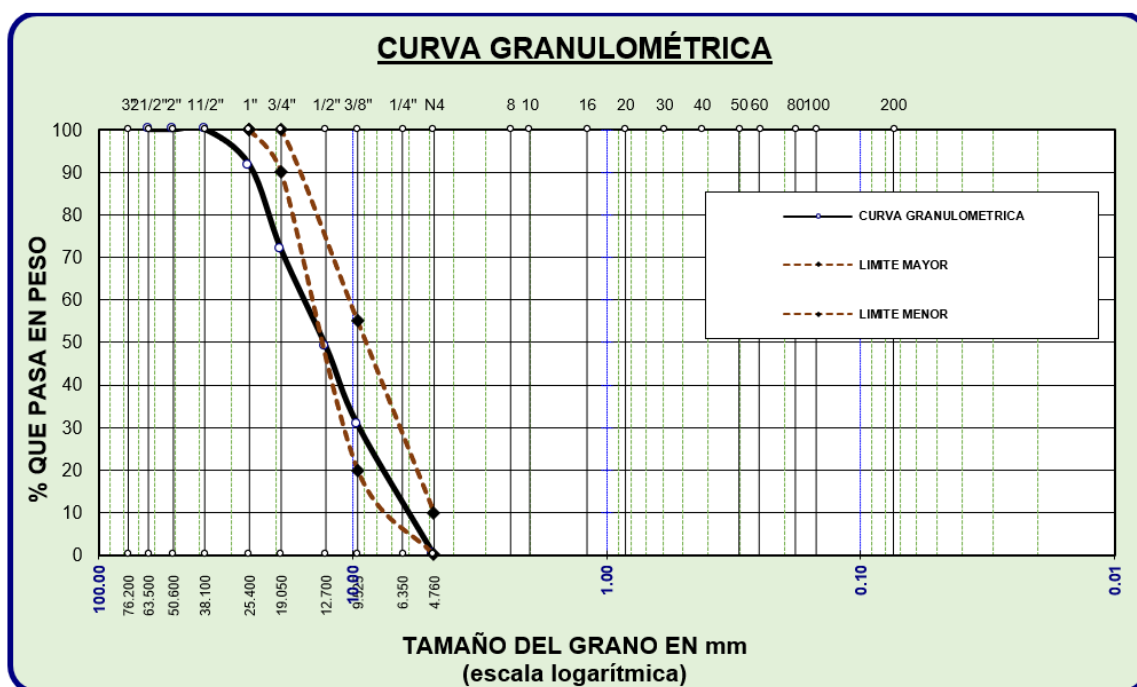
		Peso unitario (varillado)				
		AF			AG	
PM (gr)	6135	6135	6135	6135	6135	6135
VM(cm3)	2088	2088	2088	3200	3200	3200
Nº Capas				3		
Nº de golpes				25		
PM + MC (gr)	9916	10289	9836	9895.00	9665	9671
PMC (gr)	378	4154	3701	3760	3530	5536
DMM (gr/cm3)	1.724	1.759	1.782	1.112	1.103	1.105
Promedio		1.867 gr/cm3			1.128 gr/cm3	

Según los datos de la tabla, los pesos unitarios agregados finales (AF y AG) son de 1867 y 1128 g/cm³, respectivamente, tras la compactación.

e) Análisis granulométrico

Figura 20

Granulometría del AG.



a) Proporción de la mezcla patrón**Tabla 13***Proporciones de la mezcla*

Agregado	Dosif. P. Seco	Prop. Vol.	Dosif. P. Húmedo	Prop. Vol.
	(Kg/m3)	peso seco	(kg/m3)	peso húmedo
Cemento	364	1	364	1
Agua	203	0.55	206	0.57
Agr. Grueso	924	2.52	947	2.60
Agr. Fino	760	2.09	781	2.14
Aire	1.5%		1.5%	

La cantidad de cada ingrediente necesario para hacer una briqueta se muestra en la tabla. Las proporciones de cemento y AF son de 1 kg a 2,09 kg. Además, en la tabla se pueden ver los diferentes porcentajes de componentes empleados en este estudio junto con sus pesos variables asociados en kilogramos.

En el conjunto de datos se incluye el hecho de que se utilizarán 8,89 sacos de cemento por cada metro cúbico de mezcla.

Tabla 14*Dosificación*

Dosificación de materiales	
Material	M. Húmedo (kg/m3)
Cemento	364
Ag. Fino	760
Ag. Grueso	924
Agua	203
2.5% Grafeno en polvo	10.89
3.5% Grafeno en polvo	15.01

Todas las cantidades se indican en kilogramos en la tabla, que incluye las cantidades de polvo de grafeno, aditivo incorporador de aire y otros materiales necesarios para fabricar hormigón.

4.1.2 Asentamiento del C. patrón.

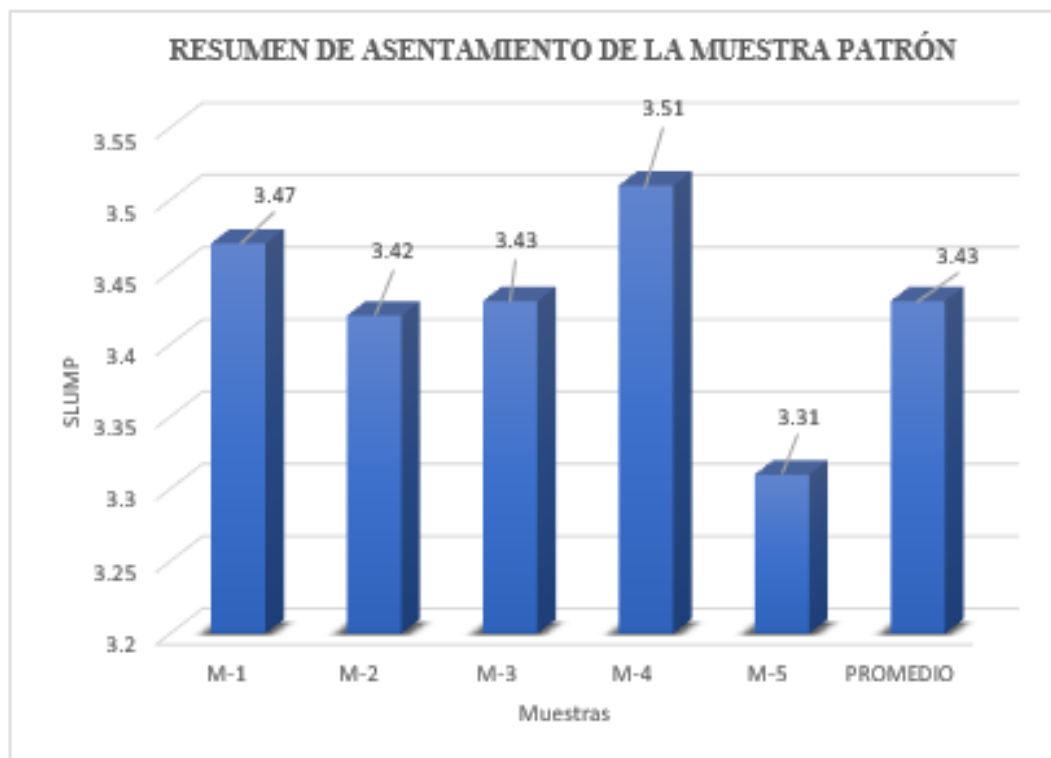
Tabla 15

Resum. del asent. del C. patrón.

Muestra	Asentamiento	Consistencia (slump)
M1		3.47
M2		3.42
M3	3-4"	3.43
M4		3.51
M5		3.31
Prom.		3.43

Tabla 16

Comp. del asent. de la mezcla MP



En el gráfico se muestran los asentamientos de cinco testigos siguiendo un patrón determinado. Como puede verse, el tamaño medio de la muestra fue de 3,43 pulgadas, mientras que la muestra con mayor trabajabilidad fue de 3,51 pulgadas.

4.1.3 Asentamiento del concreto con grafeno en polvo en 2.5%

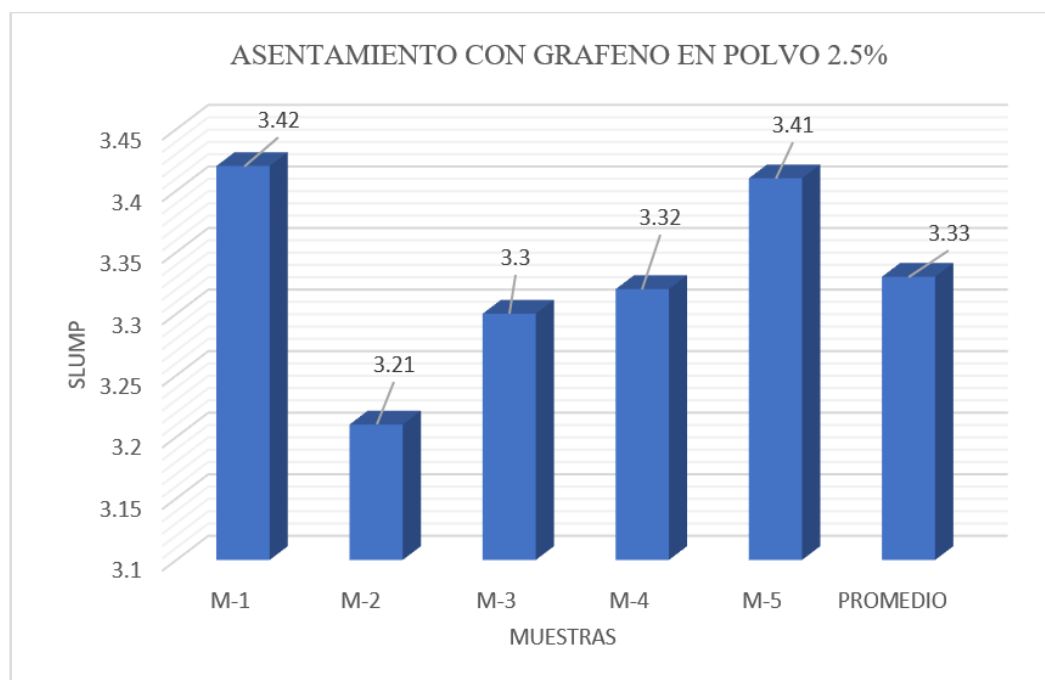
Tabla 17

Resumen del asentamiento de la mezcla muestra con grafeno en polvo 2.5%.

Muestra	Asentamiento	(slump) “
M1		3.42
M2		3.21
M3	3-4"	3.30
M4		3.32
M5		3.41
Prom.		3.33

Figura 22

Resumen del asent. de la muestra con grafeno en polvo 2.5%.



En el gráfico se muestran los asentamientos de cinco muestras de hormigón que contienen un 2,5 % de grafeno en polvo. La muestra con el nivel máximo de trabajabilidad midió 87,5 mm, con una media de 84,5 mm.

4.1.4 Asentamiento del concreto con grafeno en polvo 3.5%

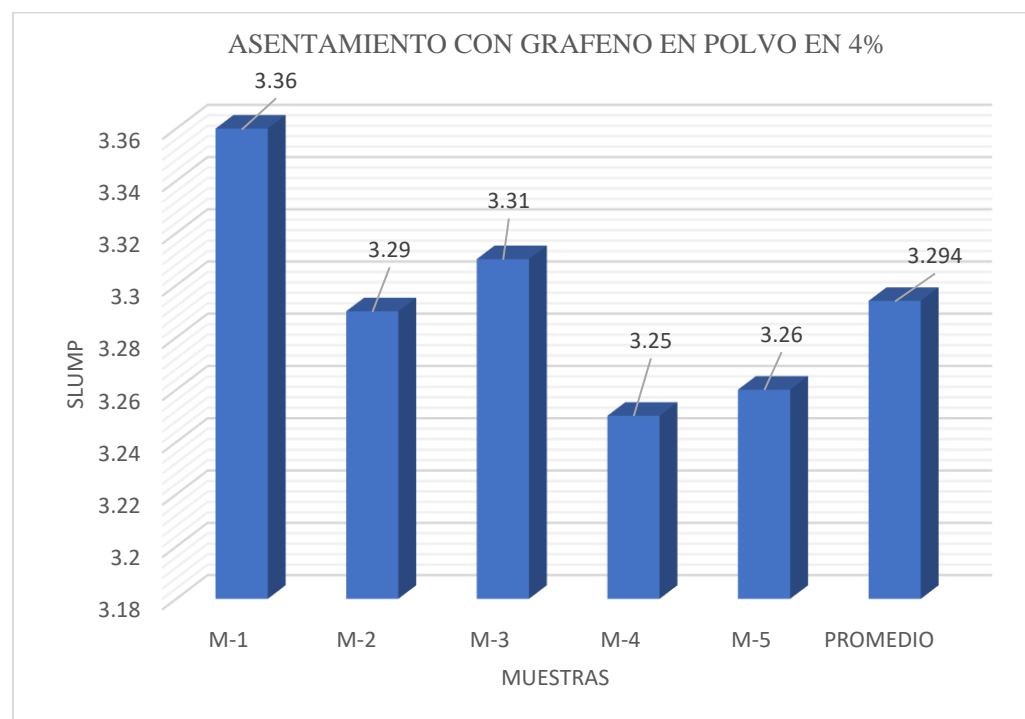
Tabla 18

Resumen del asentamiento con grafeno en polvo 3.5%.

Muestra	Asentamiento	Consistencia (slump)
M1		3.37
M2		3.28
M3	3-4"	3.32
M4		3.26
M5		3.27
Promedio		3.29

Figura 23

Resum. del asentamiento con grafeno en polvo en 3.5%.



Se trazaron cinco muestras de hormigón que contenían un 3,5 % de polvo de grafeno para ilustrar su asentamiento. Se observaron muestras con diversos grados de trabajabilidad, siendo 8,5 cm la más trabajable y 8,3 cm la media.

4.1.5 Resum. de los resultados alcanzados de la trabajabilidad

Tabla 19

Trabajabilidad

Trabajabilidad de la mezcla	
Descripción	Asentamiento (Slump)
MP	3.43"
MP + grafeno en polvo 2.5%	3.33"
MP + grafeno en polvo 3.5%	3.29"

Añadir polvo de grafeno altera el asentamiento porque hace que la combinación sea menos manejable, mientras que añadir aire la hace más manejable. Con un 3,5 % de polvo de grafeno, la muestra que mejor se comportó alcanzó los valores más bajos, de 8,39 cm.

4.1.6 F'y de las muestras a los 7 días

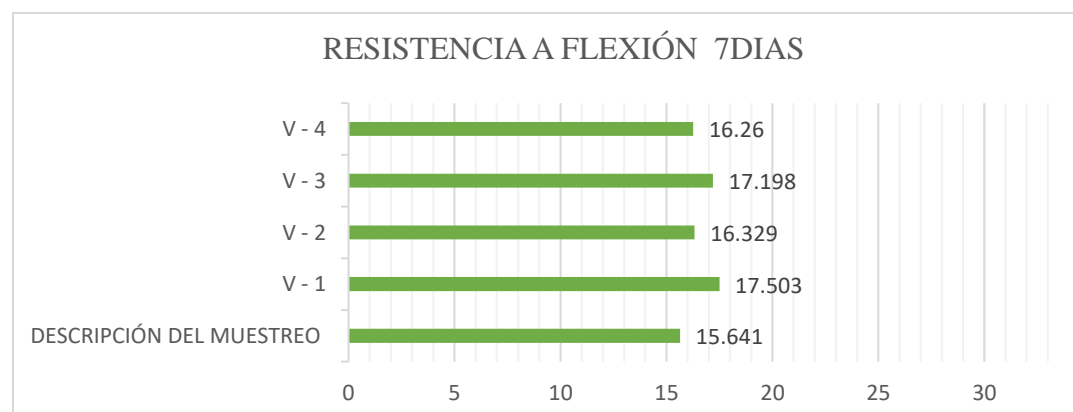
Tabla 20

Resistencias a flexión de la VP - 7 días

Muestreo	Flexión Kg/cm ²	Días
V - 1	15.641	7
V - 2	17.503	
V - 3	16.329	
V - 4	17.198	
V - 5	16.260	

Figura 24

Resist. a la flex. viga patrón



El gráfico proporciona un examen detallado de la f_y de la muestra de referencia. Se encontró una notable resistencia media de $16,59 \text{ kg/cm}^2$ para esta muestra después de realizar las pruebas.

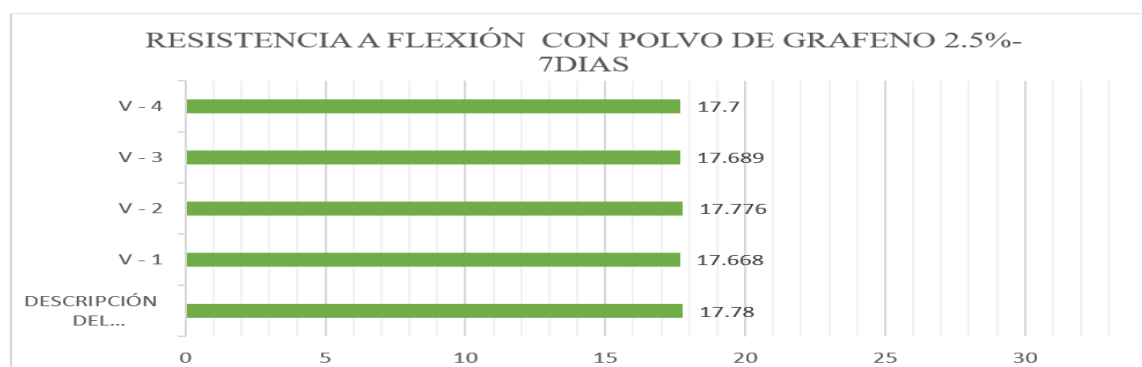
Tabla 21

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

Muestra	Resist. a la flex. Kg/cm^2	Días
V1	17.780	
V2	17.668	
V3	17.776	7
V4	17.689	
V5	17.700	

Figura 25

Resum. de resistencias alcanzadas, muestra+2.5% de polvo de grafeno - 7 días



La f_y de la muestra se examina a fondo en el gráfico. Los resultados mostraron una resistencia media muy respetable de $17,72 \text{ kg/cm}^2$ para esta muestra.

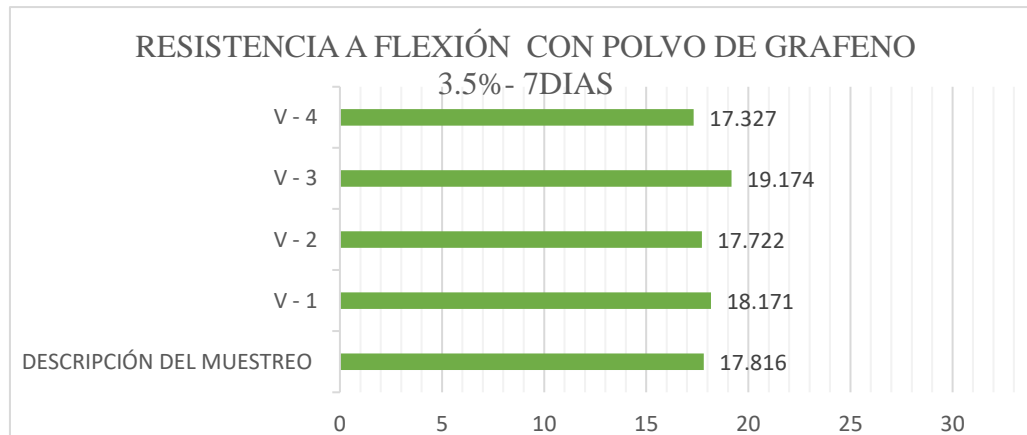
Tabla 22

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

Muestra	Resistencia Flexion Kg/cm^2	Días
V1	17.816	7
V2	18.171	7
V3	17.722	7
V4	19.174	7
V5	17.327	7

Figura 26

Resum. de las resistencias alcanzadas, MP + polvo de grafeno 3.5% - 7 días



El gráfico muestra un examen en profundidad de la f_y de la muestra. Los resultados mostraron que la muestra tenía una resistencia media notable de 18,04 kg/cm².

4.1.7 Resumen de f_y a los 14 días

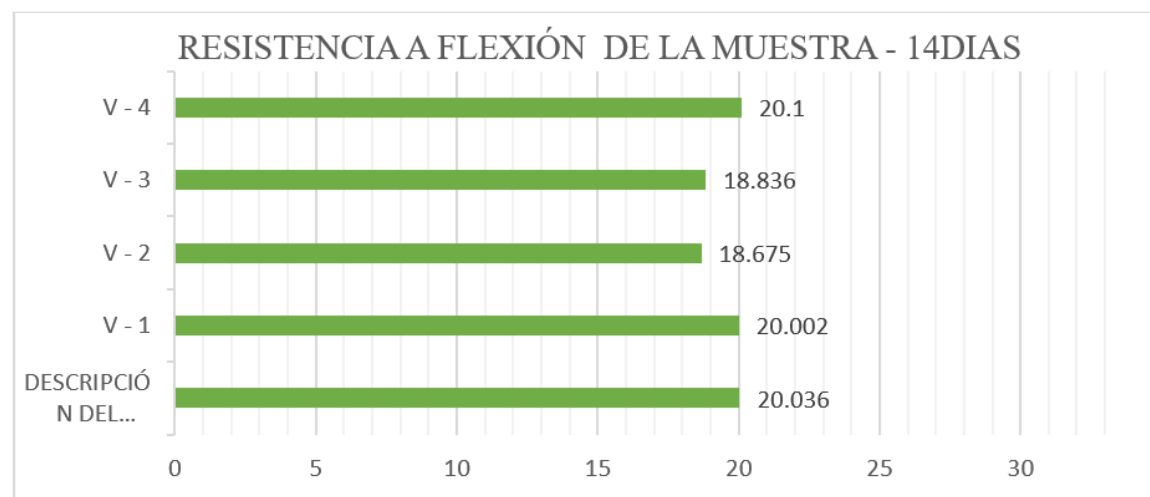
Tabla 23.

Resistencias de la flexión de la VP - 14 días

Muestro	Resist. a la flex. Kg/cm ²	Días
V1	20.036	
V2	20.002	
V3	18.675	14
V4	18.836	
V5	20.100	

Figura 27

Resum. de las resistencias alcanzadas, MP - 14 días



La f_y de la muestra. Después de efectuar las pruebas, se concluyó que la muestra mostraba una resistencia media considerable de 19.53 kg/cm^2 .

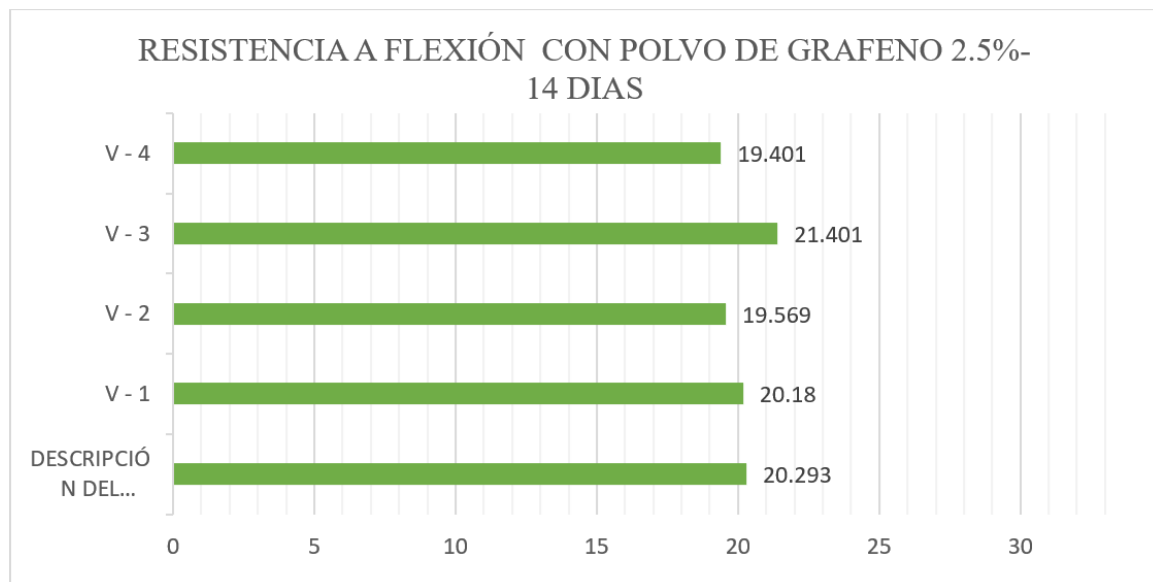
Tabla 24

Resist. a la flexión de VP+ grafeno en polvo 2.5% - 14 días

Muestra	Resisten. a Flexion Kg/cm2	Días
V1	20.293	
V2	20.180	
V3	19.569	14
V4	21.401	
V5	19.401	

Figura 28

Resum. de las resistencias alcanzadas, muestra+2.5% grafeno en polvo- 14 días



El gráfico muestra el análisis de la f_y de la muestra, con una resistencia media de 20.17 kg/cm^2 tras las pruebas.

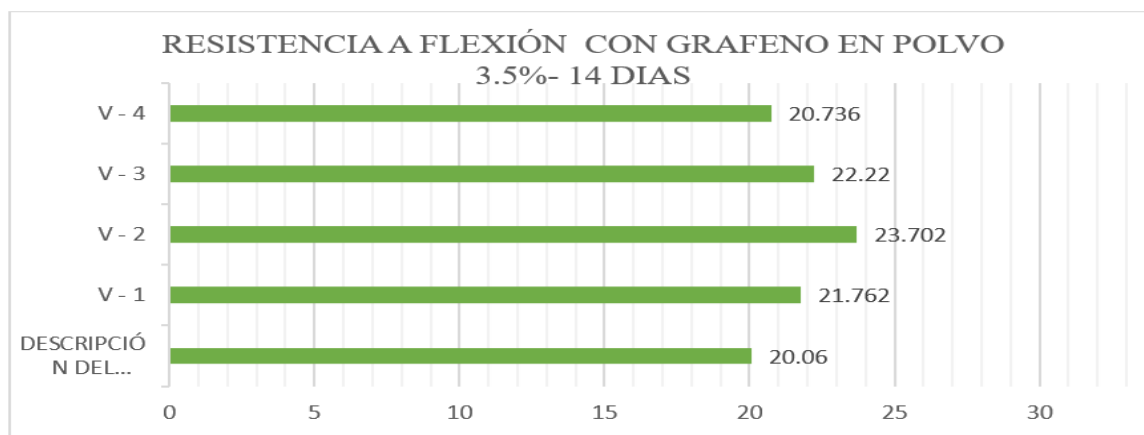
Tabla 25

Resist. a la flex. de la viga + grafeno en polvo 3.5%, - 14 días

Muestra	Resistencia Flexion Kg/cm2	Días
V1	20.060	
V2	21.762	
V3	23.702	14
V4	22.220	
V5	20.736	

Figura 29

Resum. de las resistencias alcanzadas, MP + grafeno en polvo 3.5%- 14 días



Tras realizar las pruebas, el gráfico muestra un análisis exhaustivo de la f'y de la muestra, con una resistencia media de 21.70 kg/cm².

4.1.8 Resistencia a la flexión a los 28 días

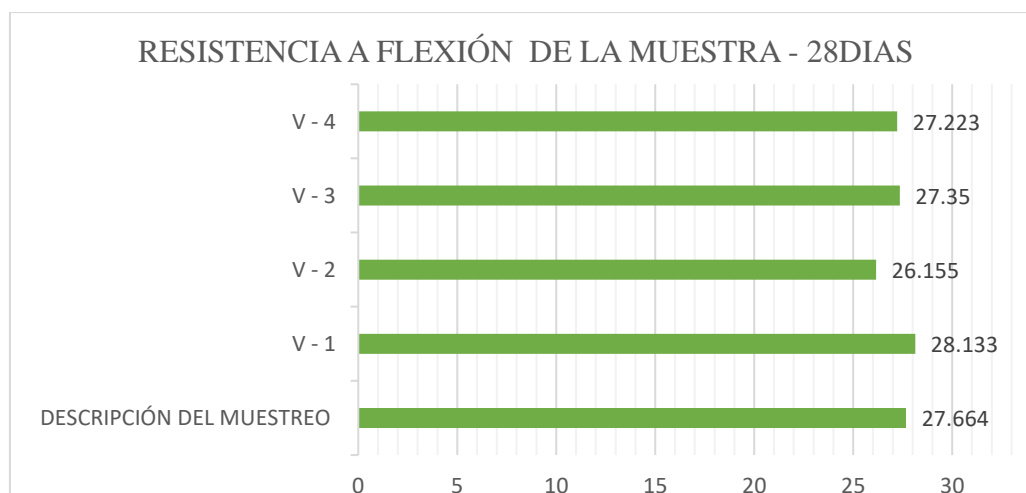
Tabla 26

Resistencia a la flexión. de la VP - 28 días

Muestra	Resistencia Flexión Kg/cm ²	Edad días
V1	27.664	28
V2	28.133	
V3	26.155	
V4	27.350	
V5	27.223	

Figura 30

Resum. de las resistencias alcanzadas, MP - 28 días



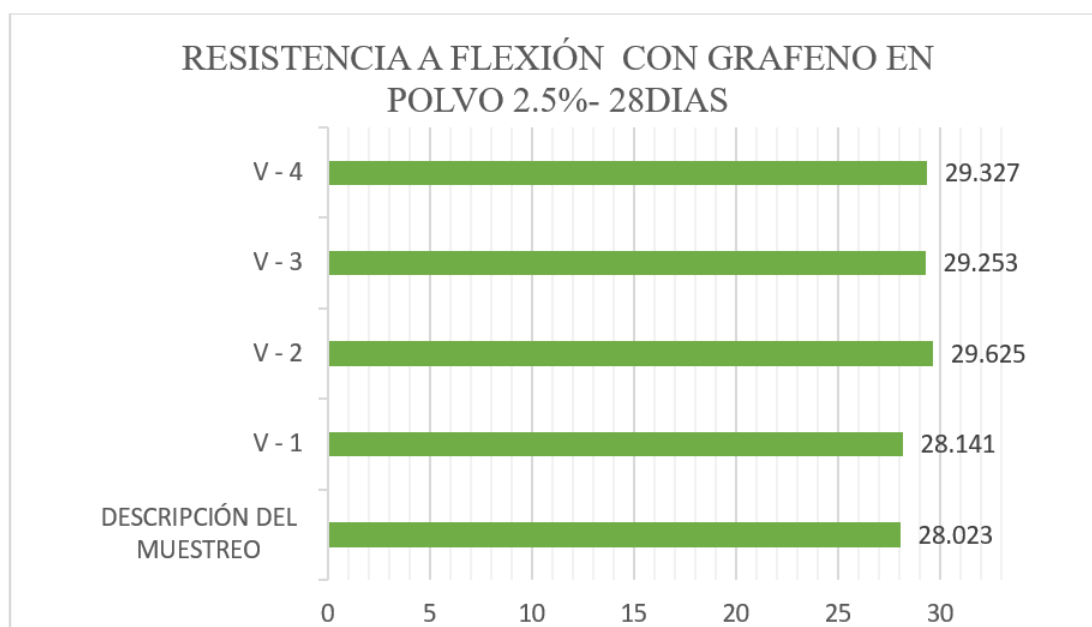
La f_y de la muestra. Luego de efectuar las pruebas, se determinó que la muestra exhibía una resistencia media significativa de 27.31 kg/cm².

Tabla 27. Resist. a la flex. de la viga+ grafeno en polvo 2.5% - 28 días.

Muestro	Resistencia Flexion Kg/cm2	Edad dias
V1	28.023	
V2	28.141	
V3	29.625	28
V4	29.253	
V5	29.327	

Figura 31

Resum. de las resist. logradas, muestra+2.5% grafeno en polvo- 28 días.



Tras realizar las pruebas, se obtuvo del gráfico un análisis detallado de la f_y de la muestra, que mostró una resistencia media significativa de 28.87 kg/cm².

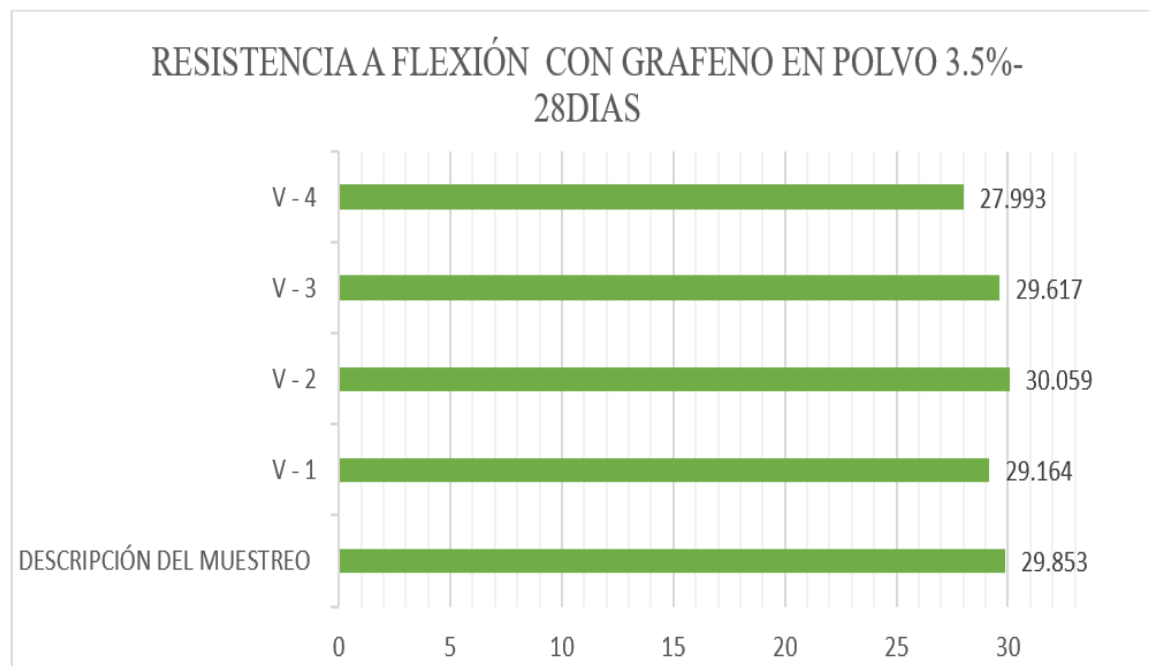
Tabla 28

Resist. a la flex. de la viga + grafeno en polvo 3.5%, - 28 días

Muestro	Resistencia Flexión Kg/cm2	Edad dias
V1	29.853	28
V2	29.164	28
V3	30.059	28
V4	29.617	28
V5	27.993	28

Figura 32

Resum. de las resist. logradas, muestra + grafeno en polvo 3.5%- 28 días



Después de realizar las pruebas, el gráfico proporciona un análisis detallado de la f_y de la muestra, que presentó una resistencia media significativa de 29.34 kg/cm².

Tabla 29

Comparación de f_y de polvo de grafeno

Resumen de Resultados de F_y		
Muestra	Resist. a la flex. (kg/cm ²)	(días)
Vigueta.- Patrón	16.59	7
Vigueta.. +2.5% de grafeno en polvo	17.72	7
Vigueta.. +3.5% de grafeno en polvo	18.04	7
Vigueta.- Patrón	19.53	14
Vigueta.. +2.5% de grafeno en polvo	20.17	14
Vigueta.. +3.5% de grafeno en polvo	21.70	14
Vigueta.- Patrón	27.31	28
Vigueta.. +2.5% de grafeno en polvo	28.87	28
Vigueta.. +3.5% de grafeno en polvo	29.34	28

Los estudios efectuados en este trabajo revelan que la incorporación de estos aditivos en la mezcla incrementa la resistencia a la flexión.

Tabla 30

Resum. de las dif. de porcentajes con respecto a la Vigueta patrón

Resumen de % de Resist. a la flexión - 28 días	
Muestreo	% (Kg/cm ²)
Vigueta.- Patr.	100.02%
Vigueta.. +2.5% de grafeno en polvo	105.76%
Vigueta.. +3.5% de grafeno en polvo	107.46%

La vigueta Patrón alcanzó el 100% de su resistencia, y con la adición de grafeno en polvo, el mejor desempeño se observó al añadir un 4%, superando el diseño en un 5.76%.

4.1.9 Resistencia a la compresión de las muestras a los 7 días

Tabla 31

Resist. logradas por la muestra patrón-7 días.

MUESTRA	ESF. R. Kg/cm ²	F´C Kg/cm ²	EDAD
B1	135.04		
B2	141.20		
B3	135.51	210	7
B4	134.46		
B5	139.90		
Prom.	137.22		

Figura 33

Resum. de resistencias alcanzadas con la MP - 7 días.



El gráfico muestra los datos sobre la resistencia del concreto después de 7 días de curado, indicando que la resistencia promedio de la muestra es de 137.22 kg/cm².

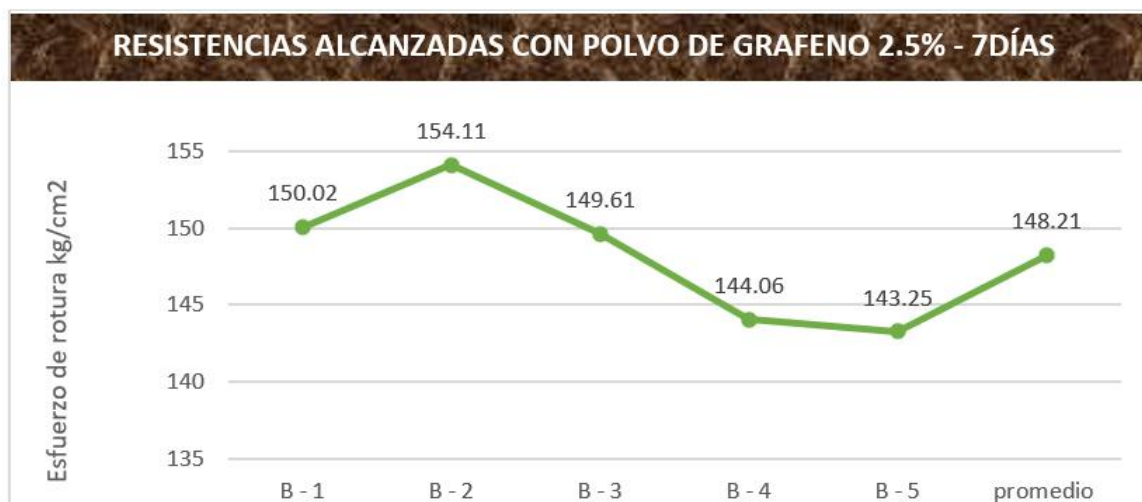
Tabla 32

Resist. a la comp.n de la muestra con polvo de grafeno 2.5% - 7 días

MUESTRA	ESF. R. Kg/cm2	F´C Kg/cm2	EDAD
B 1	150.02		
B 2	154.11		
B 3	149.61	210	7
B 4	144.06		
B 5	143.25		
Prom.	148.21		

Figura 34

Resistencias alcanzadas con la muestra con polvo de grafeno 2.5% - 7 días.



En el gráfico se muestran los resultados de un procedimiento de curado de 7 días que mide la resistencia del hormigón con un 2,5 % de polvo de grafeno; la resistencia media de la muestra es de 148,21 kg/cm².

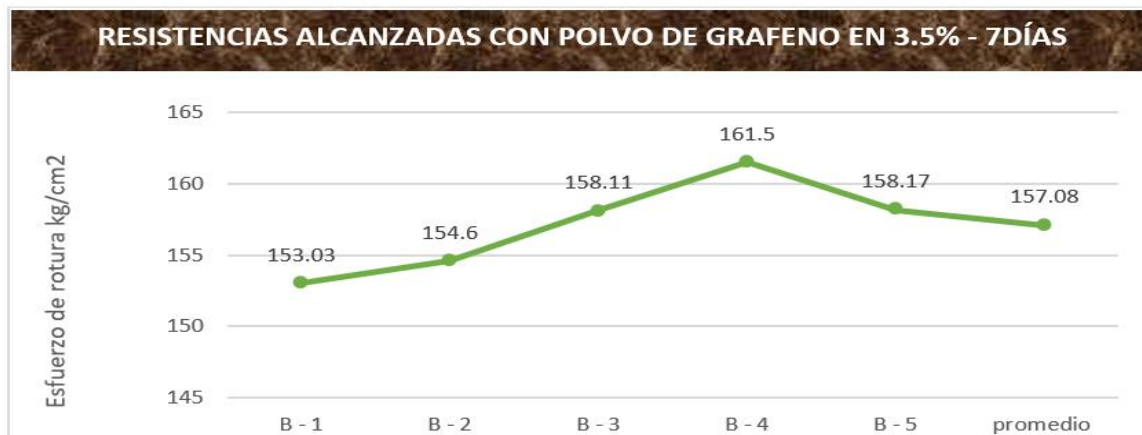
Tabla 33

Resist. logradas por la muestra con polvo de grafeno 3.5% - 7 días

MUESTRA	ESF. R Kg/cm2	F´C Kg/cm2	EDAD
B 1	153.03		
B 2	154.60		
B 3	158.11	210	7
B 4	161.50		
B 5	158.17		
Promedio	157.08		

Figura 35

Resist. obtenidas con la muestra con polvo de grafeno 3.5% - 7 días.



El gráfico muestra los datos de la resistencia del concreto con 3.5% de polvo de grafeno después de 7 días de curado, indicando una resistencia promedio de 157.08 kg/cm².

4.1.10 Resistencia a la comprensión de las muestras a los 14 días

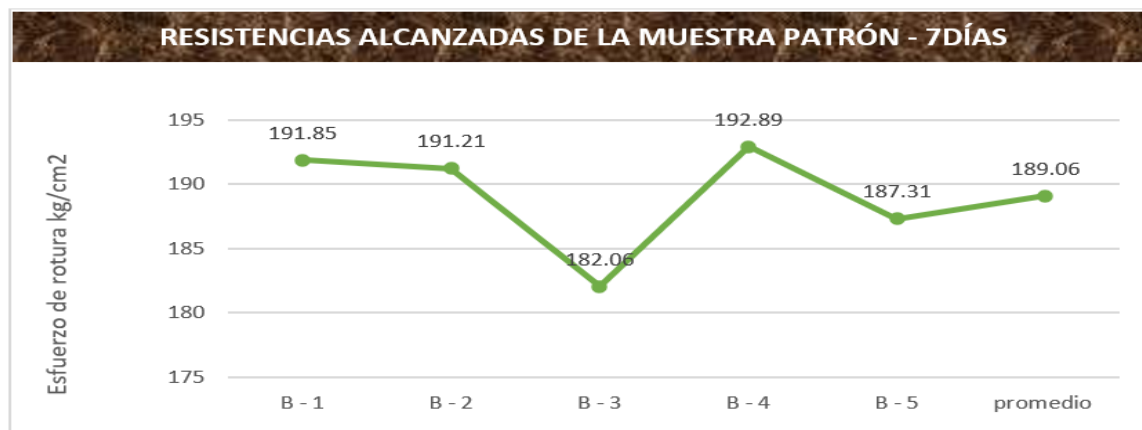
Tabla 34

Resist. obtenidas por la muest. patron-14 días

MUESTRA	ESF. R. Kg/cm2	F´C Kg/cm2	EDAD
B 1	191.85		
B 2	191.21		
B 3	182.06	210	14
B 4	192.89		
B 5	187.31		
Promedio	189.06		

Figura 36

Resistenias obtenidas con la MP - 14 días.



El gráfico presenta los datos de la resistencia del concreto después de 14 días de curado, con una resistencia promedio de 189.06 kg/cm².

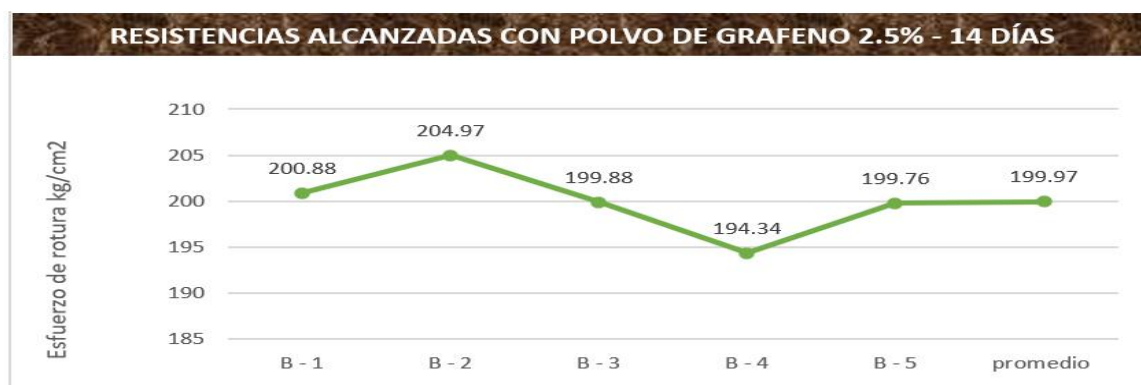
Tabla 35

Resist. obtenidas por la muestra con polvo de grafeno 2.5% 14 días.

MUESTRA	ESF. R. Kg/cm2	F' C Kg/cm2	EDAD
B 1	200.88		
B 2	204.97		
B 3	199.88	210	14
B 4	194.34		
B 5	199.76		
Promedio	199.97		

Figura 37

Resist. obtenidas con la muestra con polvo de grafeno 2.5% - 14 días



El gráfico presenta los datos de la resistencia del concreto con 2.5% de polvo de grafeno después de 14 días de curado, alcanzando una resistencia promedio de 199.97 kg/cm².

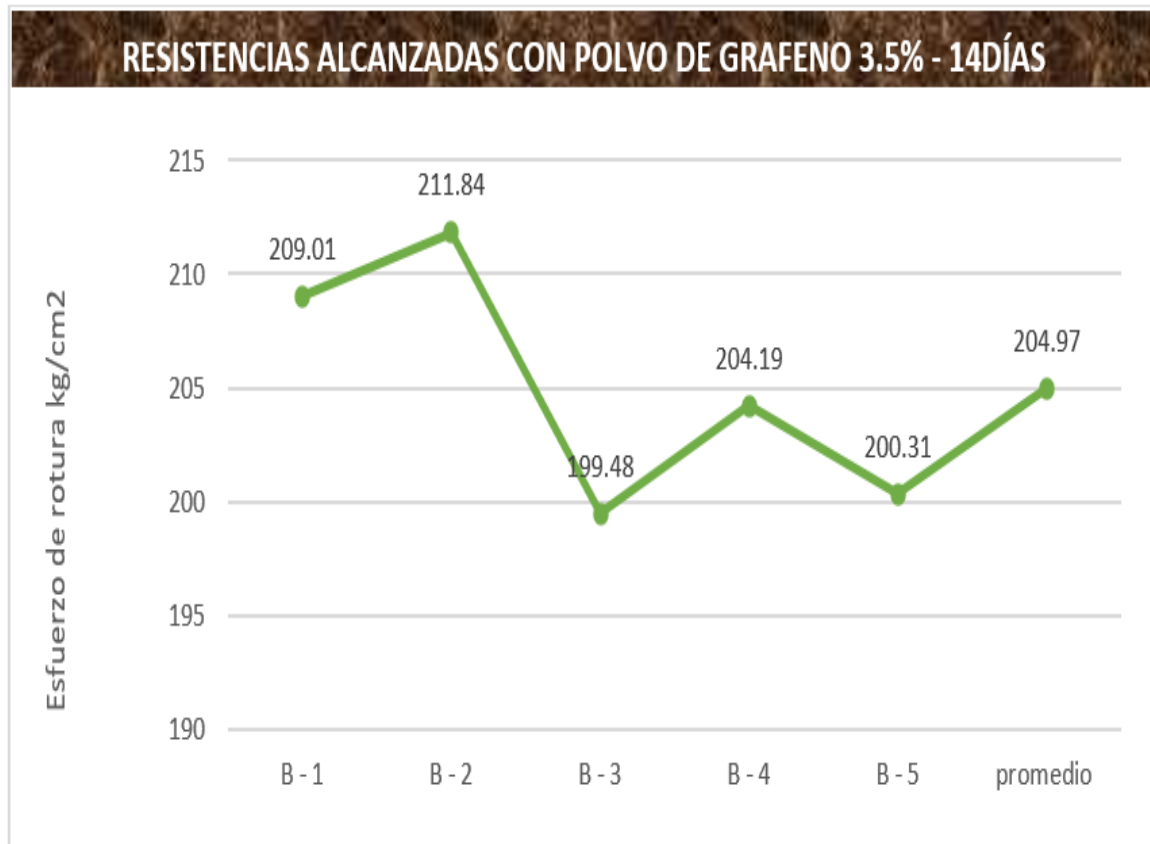
Tabla 36

Resist. obtenidas por la muestra con polvo de grafeno 3.5%-14 días

MUESTRA	ESF. R. Kg/cm2	F' C Kg/cm2	EDAD
B 1	209.01		
B 2	211.84		
B 3	199.48	210	14
B 4	204.19		
B 5	200.31		
Promedio	204.97		

Figura 38

Resist. obtenidas de la muestra con polvo de grafeno 3.5% - 14 días



El gráfico presenta los datos de la resistencia del concreto con 3.5% de polvo de grafeno después de 14 días de curado, alcanzando una resistencia promedio de 204.97 kg/cm².

4.1.11 Resistencia a la comprensión de las muestras a los 28 días

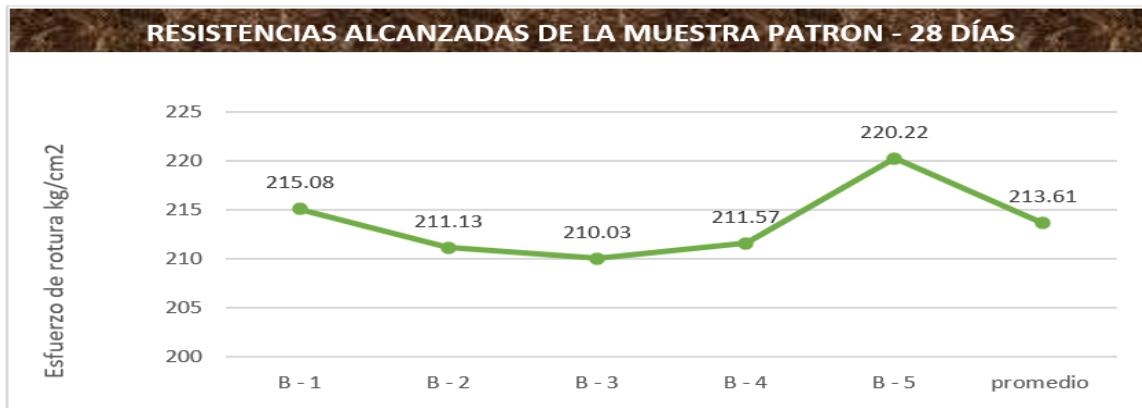
Tabla 37

Resist. obtenidas por la MP-28 días

MUESTRA	ESF. R. Kg/cm2	F´C Kg/cm2	EDAD
B 1	215.08		
B 2	211.13		
B 3	210.03	210	28
B 4	211.57		
B 5	220.22		
Promedio	213.61		

Figura 39

Resist. obtenidas con la MP - 28 días.



El gráfico presenta los datos de la resistencia del concreto después de 28 días de curado, con una resistencia promedio de 1213.61 kg/cm².

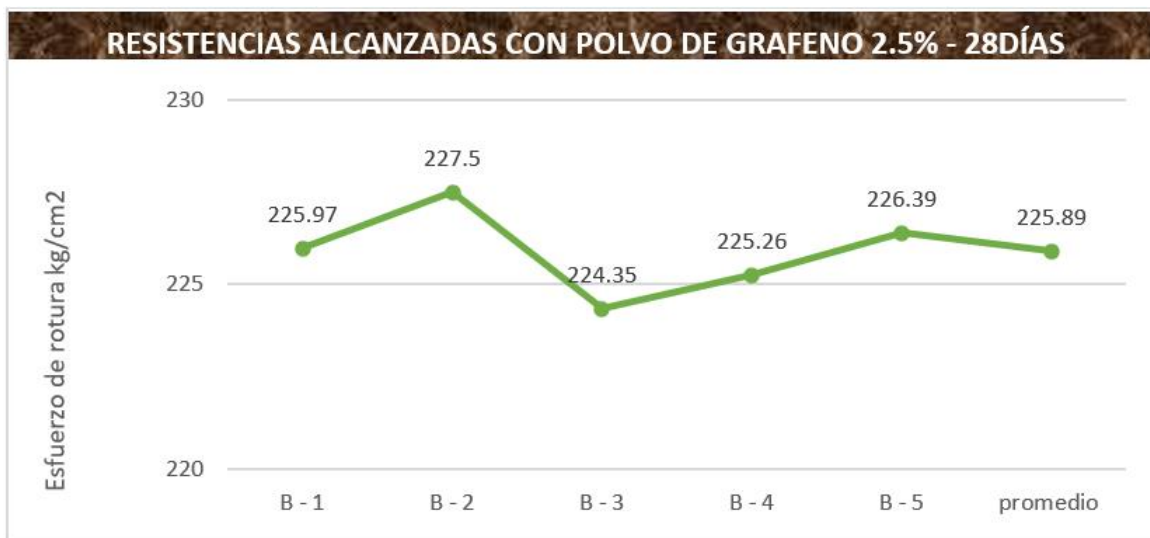
Tabla 38

Resist. obtenidas por la muestra con polvo de grafeno 2.5% - 28 días

MUESTRA	ESF. R. Kg/cm2	F'c Kg/cm2	EDAD
B 1	215.08		
B 2	211.13		
B 3	210.03	210	28
B 4	211.57		
B 5	220.22		
Promedio	213.61		

Figura 40

Resist. obtenidas con polvo de grafeno 2.5% - 28 días



El gráfico presenta los datos de la resistencia del concreto con 2.5% de polvo de grafeno después de 28 días de curado, alcanzando una resistencia promedio de 225.89 kg/cm².

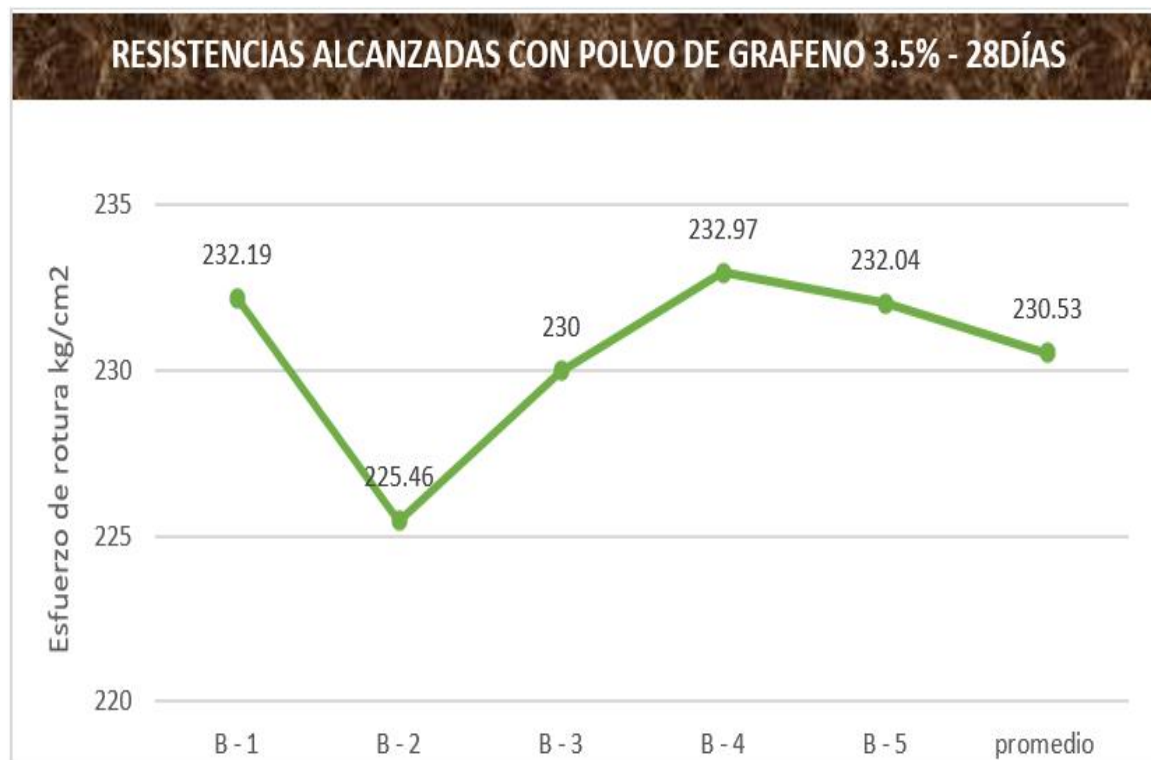
Tabla 39

Resist. obtenidas por la muestra con polvo de grafeno 3.5% - 28 días.

MUESTRA	ESF. R. Kg/cm2	F' C Kg/cm2	EDAD
B 1	215.08		
B 2	211.13		
B 3	210.03	210	28
B 4	211.57		
B 5	220.22		
Promedio	213.61		

Figura 41

Resist. obtenidas con polvo de grafeno 3.5% - 28 días



El gráfico presenta los datos de la resistencia del concreto con 3.5% de polvo de grafeno después de 28 días de curado, alcanzando una resistencia promedio de 230.53 kg/cm².

Tabla 40*Comparación de resistencias con polvo de grafeno*

Resumen de Resultados de Resistencia a la Compresión		
Muestra	Promedio Resistencia a compresión (kg/cm²)	Edad (días)
Muest. patron	137.22	7
M. +2.5% de grafeno en polvo	148.21	7
M. +3.5% de grafeno en polvo	157.08	7
Muest. patron	189.06	14
M. +2.5% de grafeno en polvo	199.97	14
M. +2.5% de grafeno en polvo	204.97	14
Muest. patron	213.61	28
M. +2.5% de grafeno en polvo	225.89	28
M. +3.5% de grafeno en polvo	230.53	28

Al analizar los resultados obtenidos en el estudio, se observa que la f'y de las muestras con polvo de grafeno supera a la muestra patrón.

Tabla 41*Resum. de las variaciones. de % con respecto al concreto patrón*

Resum. de % de resistencia a compresión -28 días	
Muestreo	% de resistencia a la compresión (Kg/cm²)
Vigueta.- Patr.	101.72%
Vigueta.. +2.5% de grafeno en polvo	107.57%
Vigueta.. +3.5% de grafeno en polvo	109.78%

La muestra patrón alcanzó el 101.71% de su resistencia, y en cuanto a la adición de grafeno en polvo, el mejor desempeño se obtuvo con un 3.5% de grafeno, superando el diseño en un 9.78%.



4.2 Discusión de resultados

Discusión sobre los resultados sobre las características de la cantera Unocolla

Para lograr nuestro objetivo principal, tuvimos que seguir un proceso sistemático para identificar y describir los agregados de cantera. Se realizaron una serie de pruebas, incluyendo procedimientos importantes como el análisis de la granulometría, la medición de los pesos específicos y el cálculo del contenido de humedad. Este primer paso fue fundamental porque nos permitió construir el diseño de la mezcla de hormigón de acuerdo con la técnica del American Concrete Institute (ACI), lo que a su vez nos permitió dosificar los componentes de forma adecuada.



CONCLUSIONES

Para adquirir la resistencia necesaria para nuestro hormigón, los componentes del hormigón de alta resistencia cumplen los requisitos establecidos por la legislación.

Después de experimentar con diferentes cantidades de polvo de grafeno y un componente incorporador de aire en la mezcla, descubrimos que añadir polvo de grafeno disminuía significativamente la trabajabilidad del hormigón.

La mejora prevista en f_y y resistencia a la compresión se logra cuando se añade polvo de grafeno al hormigón. Se observó un aumento del 7 % en f_y y un aumento del 5 % en resistencia a la compresión cuando se añadió un 3,5 % de polvo de grafeno a la muestra de control. La muestra estándar inicial tenía una resistencia de 213,61 kg/cm²; sin embargo, cuando se combinó con un 3,5 % de polvo de grafeno, la resistencia aumentó a 230,53 kg/cm².

Tanto la f_y como a la compresión mejoraron por encima de la muestra de control cuando se combinaron las proporciones ideales de polvo de grafeno. A los 28 días, la resistencia a la compresión había aumentado un 10 %, o 231,72 kg/cm², y la flexión había aumentado un 6,59 %, o 29,10 kg/cm², en comparación con los resultados obtenidos con el hormigón convencional.



RECOMENDACIONES

Recomendamos ampliar el alcance de la investigación para incluir más canteras en los alrededores. Todos los agregados, ya sean naturales o artificiales, tendrán sus propias propiedades distintivas, y esto nos ayudará a comprenderlos mejor y a hacer comparaciones más precisas.

Para encontrar la cantidad adecuada de aditivos para aumentar la trabajabilidad de la mezcla, es importante estudiar sus fichas técnicas.

Si quieres mejorar las cualidades del hormigón, deberías investigar más sobre el polvo de grafeno. Encontrar los aditivos adecuados en las cantidades adecuadas y probar varias cantidades es crucial para obtener los mejores resultados.

Evaluar comparaciones con % más variados puede ayudarnos a entender mejor el hormigón con componentes como el polvo de grafeno añadido.

**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 (teís 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.



Chicardi, E., Torres, Y., Sayagués, M., Medri, V., Melandri, C., Córdoba, J., & Gotor, F. (2015). Aumento de la tenacidad de fractura en cermets basados en carbonitruro de titanio mediante la adición de grafeno. Rev. Anales de Mecánica de la Fractura, 32, 273-278.

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.

Román, T., & Pillpinto, D. (2016). Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 210kg/cm² hormigón y agregado clasificado, en el distrito de Maranura- la convención – Cusco (tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco, Perú.



ANEXOS



ANEXO 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA



Matriz de consistencia

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBE CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE CEBADA Y QUINUA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUTUCOS					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Pregunta general:</p> <p>¿Cómo influye la aplicación del grafeno en las propiedades mecánicas del concreto en el departamento de Puno?</p> <p>Preguntas específicas:</p> <p>¿Cuál será la caracterización de los agregados procedentes de la cantera Unocolla?</p> <p>¿Cuál es el asentamiento del concreto con la aplicación del grafeno en polvo?</p> <p>¿Cuál es la resistencia a la compresión y flexión del concreto con la aplicación del grafeno en polvo??</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Analizar la influencia del grafeno en las propiedades mecánicas del concreto en el departamento de Puno.</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 grafeno en polvo.</p> <p>Determinar la resistencia a compresión y flexión del concreto con la aplicación del grafeno en polvo.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La aplicación polvo de grafeno mejoran las propiedades mecánicas del concreto en el departamento de Puno.</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 grafeno en polvo es positiva en el asentamiento de un concreto.</p> <p>La incorporación de grafeno en polvo aumenta la resistencia a la compresión y la flexión del concreto.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Grafeno en polvo</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Propiedades mecánicas.</p>	<p>- Porcentaje.</p> <p>-Propiedades físico mecánicas.</p>	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Método: Experimental y cuasi-experimental</p> <p>Población: Para mejorar sus características mecánicas, la población del estudio actual se complementó con un 2,5 % y un 3,5 % de polvo de grafeno.</p> <p>Muestra: Probetas de hormigón con F'c = 210 kg/cm² y grafeno, analizadas a 7, 14 y 28 días..</p>



ANEXO 02

ENSAYOS DE LABORATORIO



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



Tesis : INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO
Solicitante : Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Cantera : UNOCOLLA
Lugar : CNTERA UNOCOLLA, PUENTE UNOCOLLA (58.8 km)
Fecha : 20 DE NOVIEMBRE 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	<table> <tr><td>A</td><td>-Peso de muestra secada al horno</td><td>478.55</td></tr> <tr><td>B</td><td>-Peso de muestra saturada seca (SGS)</td><td>500.00</td></tr> <tr><td>Wc</td><td>-Peso del picnómetro con agua</td><td>1313.40</td></tr> <tr><td>W</td><td>-Peso del Pic. + muestra + agua</td><td>1617.10</td></tr> </table> <p>PESO ESPECÍFICO</p> $Wc+B = 1813 \qquad Wc+B-W = 196$ $Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$ <p>ABSORCIÓN</p> $B = 500.00 \qquad B-A = 23.45$ $Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 4.92 \%$	A	-Peso de muestra secada al horno	478.55	B	-Peso de muestra saturada seca (SGS)	500.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua	1313.40	W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1617.10
A	-Peso de muestra secada al horno	478.55															
B	-Peso de muestra saturada seca (SGS)	500.00															
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1313.40															
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1617.10															
N° 4	18.10	3.62	3.62	96.38													
N° 8	95.12	19.02	22.64	77.36													
N° 16	78.60	15.72	38.36	61.64													
N° 30	85.23	17.05	55.41	44.59													
N° 50	89.47	17.89	73.30	26.70													
N° 100	70.12	14.02	87.33	12.67													
N° 200	23.02	4.60	91.93	8.07													
FONDO	40.34	8.07	100.00	0.00													
SUMA	500.00	100.00															
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	<table> <tr><td>A</td><td>-Peso de muestra secada al horno</td><td>780.80</td></tr> <tr><td>B</td><td>-Peso de muestra saturada seca (SSS)</td><td>800.00</td></tr> <tr><td>Wc</td><td>-Peso del picnómetro con agua</td><td>1313.40</td></tr> <tr><td>W</td><td>-Peso del Pic. + muestra + agua</td><td>1814.16</td></tr> </table> <p>PESO ESPECÍFICO</p> $Wc+B = 2113 \qquad Wc+B-W = 299$ $Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 2.67 \text{ gr/cm}^3$ <p>ABSORCIÓN</p> $B = 800.00 \qquad B-A = 19.40$ $Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.49 \%$	A	-Peso de muestra secada al horno	780.80	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua	1313.40	W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1814.16
A	-Peso de muestra secada al horno	780.80															
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00															
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1313.40															
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1814.16															
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00													
1"	0	0.00	0.00	100.00													
3/4"	55	1.38	1.38	98.63													
1/2"	812	20.30	21.68	78.33													
3/8"	1045	26.13	47.80	52.20													
1/4"																	
N° 4	1588	39.70	87.50	12.50													
FONDO	0.00	0.00	87.50	12.50													
SUMA	3500.00	87.50															
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico																	

Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
Ing. ARMIN SUJANAYTORRES
CAP 155227

B. N° 006-00309257



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

Tesis : INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO
Solicitante : Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Cantera : UNOCOLLA
Lugar : CNTERA UNOCOLLA, PUENTE UNOCOLLA (58.8 km)
Fecha : 20 DE NOVIEMBRE 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 SECA (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 SECA (gr.)	337.72
PESO DEL AGUA (gr.)	10.59
% HUMEDAD	3.14

Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.


 UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL
 MSc. ARMANDO SIHUAYRO TORRES
 ZIP 100207

B. N° 006-00309257



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 : INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO
Solicitante : Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Cantera : UNOCOLLA
Lugar : CNTERA UNOCOLLA, PUENTE UNOCOLLA (58.8 km)
Fecha : 20 DE NOVIEMBRE 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		

Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
Ing. ARMANDO J. YANAZ TORRES
CAP 133297

B. N° 006-00309257



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 : INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO
Solicitante : Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Cantera : UNOCOLLA
Lugar : CNTERA UNOCOLLA, PUENTE UNOCOLLA (58.8 km)
Fecha : 20 DE NOVIEMBRE 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		

Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.


 UANCV - FICP
 CAP. INGENIERÍA CIVIL
 Mg. ARMANDO J. TORRES
 CIP 100247

B. N° 006-00309257



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

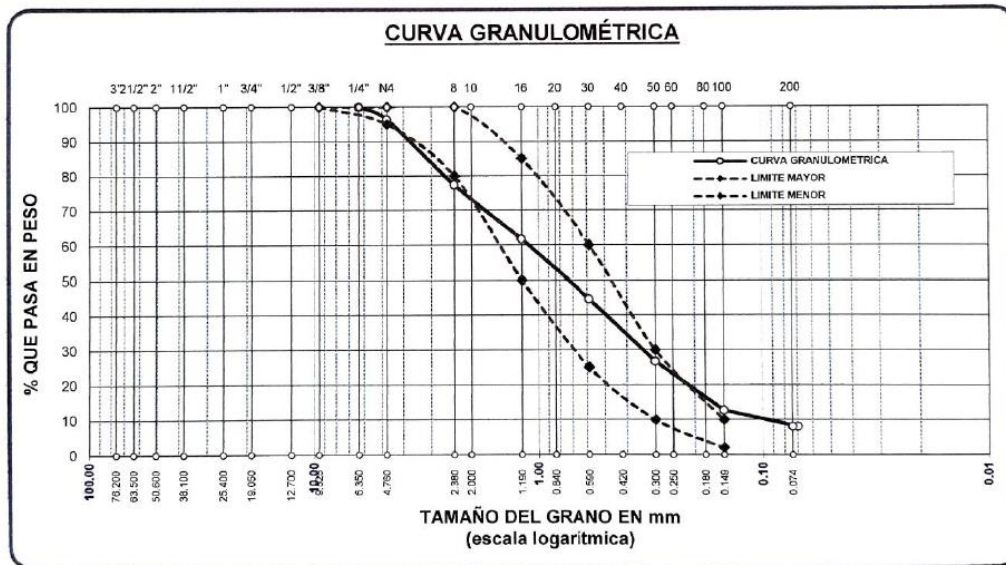


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA ASTM C33

Tesis	:	INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO
Solicitante	:	Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Cantera	:	UNOCOLLA
Lugar	:	CANTERA UNOCOLLA, PUENTE UNOCOLLA (58.8 km)
Fecha	:	20 DE NOVIEMBRE DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 100%	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	
No4	4.760	18.10	3.62	3.62	96.38	95 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.81
No8	2.380	95.12	19.02	22.64	77.36	80 - 100 %	
No10	2.000						50 - 85 %
No16	1.190	78.60	15.72	38.36	61.64	50 - 85 %	
No20	0.840						25 - 60 %
No30	0.590	85.23	17.05	55.41	44.59	25 - 60 %	
No40	0.420						10 - 30 %
No50	0.300	89.47	17.89	73.30	26.70	10 - 30 %	
No60	0.250						2-10%
No80	0.180					2-10%	
No100	0.149	70.12	14.02	87.33	12.67	2-10%	OBSERVACIONES:
No200	0.074	23.02	4.60	91.93	8.07		
BASE		40.34	8.07	100	0.00		
TOTAL		300.00	100.00				
% PERDIDA			8.07				



Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
Mg. ARMANDO VILLATORRES
ZIP 150227

B. N° 006-00309257



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

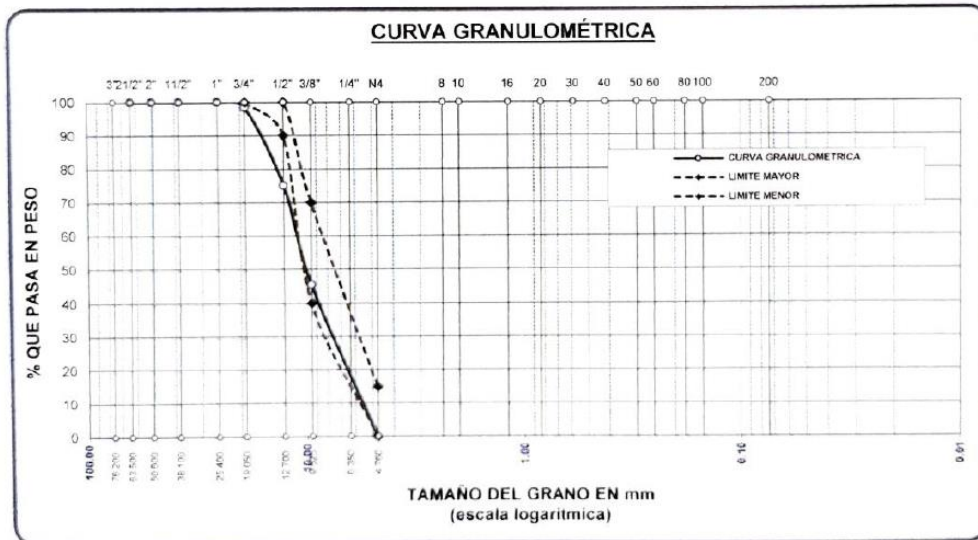


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA ASTM C33

Tesis	:	INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO
Solicitante	:	Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Cantera	:	UNOCOLLA
Lugar	:	CANTERA UNOCOLLA, PUENTE UNOCOLLA (58.8 km)
Fecha	:	20 DE NOVIEMBRE 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"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		OBSERVACIONES:
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	4.750	1588.00	45.37	100.00	0.00	0 - 15 %	
BASE		0.00	0.00	0.00	100.00		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Mg. ARMANDO YANATORRES
ZIP 100227

B. N° 006-00309257



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



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

Tesis	:	INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO
Solicitante	:	Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Cantera	:	UNOCOLLA
Lugar	:	CNTERA UNOCOLLA, PUENTE UNOCOLLA (58.8 km)
Fecha	:	20 DE NOVIEMBRE DEL 2024

PROCESO DE DISEÑO

NORMAS ACI 211.174 Y 181

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

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

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/m^3
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 items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

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

B. N° 006-00309257

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
ING. ARMANDO BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
CIP 163227



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



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:

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

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:

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= (367) / (2.88 \cdot 1000) = 0.128 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= (632) / (2.67 \cdot 1000) = 0.236 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volúmen sub total} &= 0.589 \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.589) = 0.411 \text{ m}^3$$

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

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:

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (632) \cdot (1.0313573) = 652 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (1047) \cdot (1.0377) = 1087 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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

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

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN 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/m ³		
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

B. N° 006-00309257


 UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL
 MgC. ARMANDO J. TORRES
 ZIP 155257



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



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 2.66 p ³ de Arena	2.7 p ³ de Arena
- 2.61 p ³ de Grava	2.6 p ³ 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 debiera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
ING. ARMANDO YANATORRES
ZIP 100007

B. N° 006-00309257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

Tesis	:	INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO
Solicitante	:	Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Cantera	:	UNOCOLLA
Lugar	:	CNTERA UNOCOLLA, PUENTE UNOCOLLA (58.8 km)
Fecha	:	20 DE NOVIEMBRE DEL 2024

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	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	73.52%
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	75.28%
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/cm ²	157.08				

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	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	98.63%
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/cm ²	204.97				

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

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	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	100.64%
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/cm ²	212.96				

Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Mg. ARYU LOYANAY TORRES
DIP 100247

B. N° 006-00309257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

Tesis	:	INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO
Solicitante	:	Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Cantera	:	UNOCOLLA
Lugar	:	CENTERA UNOCOLLA, PUENTE UNOCOLLA (58.8 km)
Fecha	:	20 DE NOVIEMBRE 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	25546	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	99.45%	
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					

Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FCP
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgt. ARMANDO J. TORRES
CIP 100007

B. N° 006-00309257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

Tesis	:	INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO
Solicitante	:	Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Cantera	:	UNOCOLLA
Lugar	:	CNTERA UNOCOLLA, PUENTE UNOCOLLA (58.8 km)
Fecha	:	20 DE NOVIEMBRE DEL 2024

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	23928	15.02	177.2	135.04	210	15/08/2024	22/08/2024	7	64.30%	
	M-1										
2	PROBETA DE PRUEBA 15.06 x 30.0 cm	25152	15.06	178.1	141.20	210	15/08/2024	22/08/2024	7	67.24%	
	M-2										
3	PROBETA DE PRUEBA 15.08 x 30.0 cm	24202	15.08	178.60	135.51	210	15/08/2024	22/08/2024	7	64.53%	
	M-3										
4	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	23825	15.02	177.2	134.46	210	15/08/2024	22/08/2024	7	64.03%	
	M-4										
5	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	24789	15.02	177.2	139.90	210	15/08/2024	22/08/2024	7	66.62%	
	M-5										
PROMEDIO kg/cm2					137.22						

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	34128	15.05	177.9	191.85	210	15/08/2024	29/08/2024	14	91.36%	
	M-1										
2	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	33880	15.02	177.2	191.21	210	15/08/2024	29/08/2024	14	91.05%	
	M-2										
3	PROBETA DE PRUEBA 15.07 x 30.0 cm	32474	15.07	178.4	182.06	210	15/08/2024	29/08/2024	14	86.70%	
	M-3										
4	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	34132	15.01	177	192.89	210	15/08/2024	29/08/2024	14	91.85%	
	M-4										
5	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	33145	15.01	177	187.31	210	15/08/2024	29/08/2024	14	89.28%	
	M-5										
PROMEDIO kg/cm2					185.06						

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	38159	15.03	177.4	215.08	210	1/08/2024	29/08/2024	28	102.42%	
	M-1										
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	37558	15.05	177.9	211.13	210	1/08/2024	29/08/2024	28	100.54%	
	M-2										
3	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	37362	15.05	177.9	210.03	210	1/08/2024	29/08/2024	28	100.01%	
	M-3										
4	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	37362	15.02	177.2	210.86	210	1/08/2024	29/08/2024	28	100.41%	
	M-4										
5	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	39021	15.02	177.2	220.22	210	1/08/2024	29/08/2024	28	104.87%	
	M-5										
PROMEDIO kg/cm2					213.46						

Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Mg. ARYAN LUIS TORRES
DHP 103247

B. N° 006-00309257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

ASTM C-108

Tesis	:	INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO
Solicitante	:	Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Cantera	:	UNOCOLLA
Lugar	:	CENTERA UNOCOLLA, PUENTE UNOCOLLA (58.8 km)
Fecha	:	20 DE NOVIEMBRE 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	19/09/2024	7	45.05	15.02	15.03	1342.00	17.82	
2	VIGA M-2	12/08/2024	19/09/2024	7	45.10	15.03	15.01	1304.00	18.17	
3	VIGA M-3	12/08/2024	19/09/2024	7	45.03	15.05	15.05	1341.00	17.71	
4	VIGA M-4	12/08/2024	19/09/2024	7	45.02	15.00	15.06	1449.00	19.17	
5	VIGA M-5	12/08/2024	19/09/2024	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	26/09/2024	14	45.03	15.03	15.05	1513.00	20.01	
2	VIGA M-2	12/08/2024	26/09/2024	14	45.03	15.01	15.02	1636.00	21.76	
3	VIGA M-3	12/08/2024	26/09/2024	14	45.05	15.05	15.03	1788.00	23.69	
4	VIGA M-4	12/08/2024	26/09/2024	14	45.06	15.04	15.05	1682.00	22.22	
5	VIGA M-5	12/08/2024	26/09/2024	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	29/09/2024	28	45.03	15.03	15.00	2242.00	29.85	
2	VIGA M-2	1/08/2024	29/09/2024	28	45.05	15.07	15.03	2203.00	29.15	
3	VIGA M-3	1/08/2024	29/09/2024	28	45.06	15.05	15.04	2270.00	30.06	
4	VIGA M-4	1/08/2024	29/09/2024	28	45.07	15.02	15.06	2237.00	29.60	
5	VIGA M-5	1/08/2024	29/09/2024	28	45.04	15.00	15.06	2114.00	27.99	

Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.


 UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL
 Mg. ARYU LUYA TORRES
 ZIP 155237

B. N° 006-00309257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

ASTM C-108

Tesis	:	INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO
Solicitante	:	Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Cantera	:	UNOCOLLA
Lugar	:	CNTERA UNOCOLLA, PUENTE UNOCOLLA (58.8 km)
Fecha	:	20 DE NOVIEMBRE 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	29.82
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

Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

Miguel Ángel Torres
DIP 153237

B. N° 006-00309257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

ASTM C-108

Tesis	:	INFLUENCIA DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO
Solicitante	:	Bach. ANGEL BOYJAN SIHUAYRO COPATARQUI
Cantera	:	UNOCOLLA
Lugar	:	CENTERA UNOCOLLA, PUENTE UNOCOLLA (58.8 km)
Fecha	:	20 DE NOVIEMBRE 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

Nota: las muestras fueron puestas por el solicitante.

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
ING. ARMANDO SIHUAYRO TORRES
DIP 103227

B. N° 006-00309257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 21/12/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Angel Boyan Sihuayro Copatarqui
Dirección: Jr. Miguel de Riva 340
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 72362023
Teléfono: 928419544 email: asihuayro583@gmail.com

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

Facultad y/o Escuela de Posgrado: Ingenierías y Ciencias Puras
Escuela Profesional o Mención: Ingeniería Civil
Título o Grado Académico a optar: Ingeniero Civil
Asesor: Dr. Arnaldo Yana Torres

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

Título: Influencia del Grafeo en las propiedades mecánicas del concreto en el departamento de Puno.

Palabras claves, (3 a 5 términos): _____

¿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, entre otros relacionados.
² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: Tecnología de la Construcción - P17

Firma de Autor



huella digital

31 de Diciembre del 2024

Fecha