



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



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO
PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO
GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL
DISTRITO DE AZANGARO**

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

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

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO
PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO
GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL
DISTRITO DE AZANGARO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:


PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:


Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 980-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 10972 presentado por el (la) Bachiller: **KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO** 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. **KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZANGARO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

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

RESUELVE:

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

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

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

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZANGARO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 19 de setiembre del 2024
- * **HORA** : 10:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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



INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. Efraim Páezillo Sasa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 395-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de junio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 6463 por el o (la) Bachiller: KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO quien solicita REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis), el PROVEIDO - N° 450 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 065-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZANGARO, 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° 065-2024 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZANGARO, Correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE MATERIALES.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS), para la REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN, presentado por el o (la) Bachiller: KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZANGARO correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE MATERIALES, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como ASESOR DE INVESTIGACIÓN al (a) la), Dr. MILTHON QUISPE HUANCA.

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.

Stamp and signature of Dr. Milthon Quispe Huanca, Decano, CIP. 47790

Stamp and signature of the Director of the Unit of Investigation

cc. Archivo interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 189-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de abril del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-04756, presentado por el señor (a) KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 228 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 81 -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: KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZANGARO**, 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° 81 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZANGARO**.

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: KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZANGARO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Dr. MILTHON QUISPE HUANCA.

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 NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790


UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZANGARO

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

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



Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZANGARO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Kevin Guido Cañazaca Larico
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74574481
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-5218-7581
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Franz Joseph Barahona Perales
Tipo de documento	DNI





DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO, identificado con DNI Nro. 74574481, 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:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE
CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA
DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZANGARO

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 09 de octubre del 2024

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

El Dedico esta investigación con profundo cariño y gratitud a mis padres, Wilmer Lustin Cañazaca Quispe y Lourdez Larico Cerezo, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio, que me han permitido alcanzar mis metas académicas.

A mi hermano Haydin Beckam Cañazaca Larico, por su alegría y energía, que han sido una fuente de inspiración en momentos difíciles.

Y a toda mi familia, por ser un ejemplo de resiliencia, superación y humildad, valores que me han guiado a lo largo de mi trayecto universitario.



AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por su constante guía y protección, que me permitió culminar con éxito mi etapa universitaria.

A mi asesor y a todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por compartir sus valiosos conocimientos y experiencias, que han enriquecido mi formación profesional.

A mis queridos amigos Jhon, Anyie y Dayci, por su apoyo incondicional, su aliento y su compañía en momentos cruciales. Su amistad fue fundamental para superar los desafíos y mantenerme motivado.

Agradezco sinceramente a todos los que contribuyeron en mi crecimiento personal y profesional.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO..... ii

ÍNDICE GENERAL iii

ÍNDICE DE TABLAS vi

ÍNDICE DE FIGURAS viii

RESUMEN..... x

ABSTRACT xii

INTRODUCCIÓN..... xiv

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática 1

1.2. Planteamiento del problema 2

 1.2.1. Problema general 2

 1.2.2. Problemas específicos..... 3

1.3. Objetivos de la investigación..... 3

 1.3.1. Objetivo general 3

 1.3.2. Objetivos específicos..... 3

1.4. Justificación de la investigación 4

 1.4.1. Justificación técnica..... 4

 1.4.2. Justificación práctica..... 4

 1.4.3. Justificación social 4

 1.4.4. Justificación ambiental..... 4

1.5. Hipótesis de la investigación..... 5

 1.5.1. Hipótesis general 5

 1.5.2. Hipótesis específicas 5

1.6. Variables e indicadores 5

 1.6.1. Variable independiente 5

 1.6.2. Variable dependiente 5

1.7. Operacionalización de variables 6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación..... 7



2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	7
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	9
2.1.3.	Antecedentes locales.....	11
2.2.	Marco teórico.....	12
2.2.1.	Concreto.....	12
2.2.2.	Concreto permeable.....	20
2.2.3.	Agregados.....	24
2.2.4.	Cemento Portland.....	27
2.2.5.	Caucho granulado.....	31
2.2.6.	Fibra de vidrio.....	34
2.2.7.	Propiedades físicas de un concreto.....	39
2.2.8.	Propiedades mecánicas de un concreto.....	43
2.3.	Marco Conceptual.....	46

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Diseño de la investigación.....	49
3.2.	Método de la investigación.....	49
3.3.	Nivel y tipo de la investigación.....	50
3.1.1.	Nivel de la investigación.....	50
3.1.2.	Tipo de la investigación.....	50
3.4.	Población y muestra.....	50
3.4.1.	Población.....	50
3.4.2.	Muestra.....	51
3.5.	Técnicas e instrumentos.....	54
3.2.1.	Técnicas.....	54
3.2.2.	Instrumentos.....	55
3.6.	Procedimientos.....	55
3.3.1.	Etapa de campo.....	55
3.3.2.	Etapa de laboratorio.....	55
3.3.3.	Etapa de gabinete.....	64

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Resultados obtenidos.....	66
4.1.1.	Características físicas del agregado de cantera Azángaro.....	66



4.1.2.	Características mecánicas del agregado de cantera Azángaro	69
4.2.	Trabajabilidad de la mezcla del CPP f'c 175 kg/cm²	73
4.2.1.	Evaluación de la trabajabilidad	73
4.3.	Resistencia a compresión del concreto permeable	75
4.3.1.	Resistencia a compresión del CPP + Caucho Granulado	78
4.3.2.	Resistencia a compresión del CPP + Fibra de Vidrio	87
4.3.3.	Comparativo de resistencias a la compresión de CPP, +%CG y +%FV	96
4.4.	Permeabilidad del concreto permeable	105
4.4.1.	Permeabilidad del CPP	105
4.4.2.	Permeabilidad del CPP + Caucho granulado	106
4.4.3.	Permeabilidad del CPP + Fibra de Vidrio	107
4.5.	Discusión de Resultados	109
CONCLUSIONES		111
RECOMENDACIONES		112
BIBLIOGRAFÍA		113
ANEXOS		173



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables	6
Tabla 2	Componentes del Clinker.....	29
Tabla 3	Clasificación de trabajabilidad	41
Tabla 4	Cantidad de muestra para permeabilidad de CPP, CG y FV.....	51
Tabla 5	Cantidad de muestras por briquetas de CPP, CG y FV	52
Tabla 6	Materiales por briqueta	53
Tabla 7	Materiales para el total de briquetas	53
Tabla 8	Peso específico y absorción de agregados de cantera Azángaro.....	66
Tabla 9	Granulometría del agregado grueso de cantera Azángaro.....	67
Tabla 10	Análisis granulométrico de la arena de cantera Azángaro	68
Tabla 11	Desgaste del agregado natural de cantera Azángaro	69
Tabla 12	Dosificación según diseño de mezcla	70
Tabla 13	Diseño de mezcla para el CP + 1.5% CG	70
Tabla 14	Dosificación para diseño de mezcla del CP + 2.0% CG.....	71
Tabla 15	Dosificación para diseño de mezcla del CP + 2.5% CG.....	71
Tabla 16	Dosificación para diseño de mezcla del CP + 0.3% FV.....	72
Tabla 17	Dosificación para diseño de mezcla del CP + 0.6% FV.....	72
Tabla 18	Dosificación para diseño de mezcla del CP + 0.9% FV.....	73
Tabla 19	Trabajabilidad del concreto patrón + CG.....	73
Tabla 20	Trabajabilidad del concreto patrón + FV	74
Tabla 21	Resistencia del CPP	75
Tabla 22	Resistencia del CPP	76
Tabla 23	Resistencia del CPP	77
Tabla 24	Resistencia del CPP + 1.5% CG.....	78
Tabla 25	Resistencia del CPP + 1.5% CG.....	79
Tabla 26	Resistencia del CPP + 1.5% CG.....	80
Tabla 27	Resistencia del CPP + 2.0% CG.....	81
Tabla 28	Resistencia del CPP + 2.0% CG.....	82
Tabla 29	Resistencia del CPP + 2.0% CG.....	83
Tabla 30	Resistencia del CPP + 2.5% CG.....	84
Tabla 31	Resistencia del CPP + 2.5% CG.....	85
Tabla 32	Resistencia del CPP + 2.5% CG.....	86
Tabla 33	Resistencia del CPP + 0.3% FV.....	87
Tabla 34	Resistencia del CPP + 0.3% FV.....	88



Tabla 35	Resistencia del CPP + 0.3% FV.....	89
Tabla 36	Resistencia del CPP + 0.6% FV.....	90
Tabla 37	Resistencia del CPP + 0.6% FV.....	91
Tabla 38	Resistencia del CPP + 0.6% FV.....	92
Tabla 39	Resistencia del CPP + 0.9% FV.....	93
Tabla 40	Resistencia del CPP + 0.9% FV.....	94
Tabla 41	Resistencia del CPP + 0.9% FV.....	95
Tabla 42	Resistencias del concreto + CG a 7 días de fraguado	96
Tabla 43	Resistencias del concreto + CG a 14 días de fraguado	97
Tabla 44	Resistencias del concreto + CG a 28 días de fraguado	99
Tabla 45	Resistencias del concreto + FV a 7 días de fraguado	100
Tabla 46	Resistencias del concreto + FV a 14 días de fraguado	102
Tabla 47	Resistencias del concreto + FV a 28 días de fraguado	103
Tabla 48	Permeabilidad del CPP f'c 175 kg/cm ²	105
Tabla 49	Permeabilidad del CPP + CG	106
Tabla 50	Permeabilidad del CPP + FV	107



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Componentes del concreto 16

Figura 2 Concreto permeable..... 21

Figura 3 Caucho granulado..... 32

Figura 4 Fibra de Vidrio..... 35

Figura 5 Asentamiento Slump 42

Figura 6 Tipos de fallas en rotura de probetas 44

Figura 7 Resistencia a compresión 45

Figura 8 Secado de la muestra en el horno..... 57

Figura 9 Tamizado de la muestra..... 58

Figura 10 Pesado del picnómetro..... 60

Figura 11 Trabajabilidad del concreto 63

Figura 12 Resistencia a la compresión..... 64

Figura 13 Curva granulométrica de agregado grueso 67

Figura 14 Curva granulométrica de la arena 68

Figura 15 Porcentaje de desgaste del agregado natural de cantera Azángaro..... 69

Figura 16 Esfuerzo del CPP – 7 días de fraguado 75

Figura 17 Esfuerzo del CPP – 14 días de fraguado 76

Figura 18 Esfuerzo del CPP – 28 días de fraguado 77

Figura 19 Variación del CPP + 1.5% CG..... 78

Figura 20 Variación del CPP + 1.5% CG..... 79

Figura 21 Variación del CPP + 1.5% CG..... 80

Figura 22 Variación del CPP + 2.0% CG..... 81

Figura 23 Variación del CPP + 2.0% CG..... 82

Figura 24 Variación del CPP + 2.0% CG..... 83

Figura 25 Variación del CPP + 2.5% CG..... 84

Figura 26 Variación del CPP + 2.5% CG..... 85

Figura 27 Variación del CPP + 2.5% CG..... 86

Figura 28 Variación del CPP + 0.3% FV 87

Figura 29 Variación del CPP + 0.3% FV 88

Figura 30 Variación del CPP + 0.3% FV 89

Figura 31 Variación del CPP + 0.6% FV 90

Figura 32 Variación del CPP + 0.6% FV 91

Figura 33 Variación del CPP + 0.6% FV 92

Figura 34 Variación del CPP + 0.9% FV 93



Figura 35	Variación del CPP + 0.9% FV	94
Figura 36	Variación del CPP + 0.9% FV	95
Figura 37	Comparativo de la resistencia del concreto + % CG a 7 días	96
Figura 38	Variación del CPP + % CG a 7 días	97
Figura 39	Comparativo de la resistencia del concreto + % CG a 14 días	98
Figura 40	Variación del CPP + % CG a 14 días	98
Figura 41	Comparativo de la resistencia del concreto + % CG a 28 días	99
Figura 42	Variación del CPP + % CG a 28 días	100
Figura 43	Comparativo de la resistencia del concreto + % FV a 7 días	101
Figura 44	Variación del CPP + % FV a 7 días	101
Figura 45	Comparativo de la resistencia del concreto + % FV a 14 días	102
Figura 46	Variación del CPP + % FV a 14 días	103
Figura 47	Comparativo de la resistencia del concreto + % FV a 28 días	104
Figura 48	Variación del CPP + % FV a 28 días	104
Figura 49	Permeabilidad "k" del CPP f'c 175 kg/cm ²	105
Figura 50	Variación "k" del CPP y caucho granulado	106
Figura 51	Variación "k" del CPP y fibra de vidrio	108



RESUMEN

La investigación titulada "Evaluación de las propiedades de un concreto permeable con la incorporación de caucho granulado y fibra de vidrio en el distrito de Azángaro", tiene el objetivo de evaluar el impacto de la adición de caucho granulado y la fibra de vidrio en la resistencia de un concreto permeable en el distrito de Azángaro. La técnica empleada fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, diseño experimental y método cuantitativo; además, la muestra estuvo compuesta por las briquetas, y tenían porcentajes de caucho granulado en (1.5%, 2.0% y 2.5%) y fibra de vidrio en (0.3%, 0.6% y 0.9%) de acuerdo con el peso del cemento. La trabajabilidad fueron los siguientes; con la incorporación del CG en proporciones de 1.5%, 2.0%, 2.5%, las medidas del asentamiento fueron 0.25", 0.10" y 0.0", Esto indica que el asentamiento desciende cuando se aumenta la cantidad de CG. Mientras que con la incorporación de las FV en proporciones de 0.3%, 0.6%, 0.9%, las medidas del asentamiento fueron 0.10", 0.20" y 0.35". Esto indica que el asentamiento incrementa a medida que se aumenta la cantidad de FV. Asimismo, los resultados indican que la resistencias a compresión del CPP después de los 28 días de fraguado es de 178.35 kg/cm². Cuando se añaden 1.5%, 2.0% y 2.5% de CG, la resistencia promedio es de 175.23 kg/cm², 172.21 kg/cm² y 165.78 kg/cm² en cada caso. De manera similar, cuando se incorporan 0.3%, 0.6% y 0.9% de FV, la resistencia promedio es de 188.56 kg/cm², 182.53 kg/cm² y 176.18 kg/cm² en cada caso. Por otra parte, el coeficiente medio de permeabilidad del CPP es de 1.65 cm/seg. Cuando se añaden 1.5%, 2.0% y 2.5% de CG, las permeabilidades llegan a ser 1.61 cm/seg., 1.74 cm/seg. y 1.54 cm/seg. En cada caso. De manera similar, cuando se incorporan de 0.3%, 0.6% y 0.9% de FV, los coeficientes de permeabilidad llegan a ser 1.48 cm/seg., 1.32 cm/seg. y 1.20 cm/seg. En cada caso. Los resultados indican que la inclusión de caucho granulado en el diseño aumenta la resistencia en un 1,13% en comparación con el diseño con la inclusión de 1.5%CG. Además, la inclusión de fibra de vidrio aumenta la resistencia en un 8.75%, en cuanto al diseño con inclusión de 0.3% FV; finalmente, el "K" promedio con menos



variación es 1.54 cm/seg. (2.5% CG); y con la inclusión de fibra de vidrio la permeabilidad con menos variación es 1.20 cm/seg. (0.9% FV).

Palabras Clave: Concreto Permeable, Caucho Granulado, Fibra de Vidrio, Permeabilidad.



ABSTRACT

The research titled "Evaluation of the properties of a permeable concrete with the incorporation of granulated rubber and fiberglass in the Azángaro district", has the objective of evaluating the impact of the addition of granulated rubber and fiberglass on the resistance of a permeable concrete in the Azángaro district. The technique used was applied, quantitative approach, explanatory level, experimental design and quantitative method; In addition, the sample was composed of briquettes, and had percentages of granulated rubber in (1.5%, 2.0% and 2.5%) and fiberglass in (0.3%, 0.6% and 0.9%) according to the weight of the cement. The workability was as follows; With the incorporation of CG in proportions of 1.5%, 2.0%, 2.5%, the settlement measurements were 0.25", 0.10" and 0.0", This indicates that the settlement decreases when the amount of CG is increased. While with the incorporation of the FV in proportions of 0.3%, 0.6%, 0.9%, the settlement measurements were 0.10", 0.20" and 0.35". This indicates that the settlement increases as the amount of FV increases. Likewise, the results indicate that the compressive strength of the CPP after 28 days of setting is 178.35 kg/cm². When 1.5%, 2.0% and 2.5% of CG are added, the average resistance is 175.23 kg/cm², 172.21 kg/cm² and 165.78 kg/cm² in this case. Similarly, when 0.3%, 0.6% and 0.9% of FV are incorporated, the average resistance is 188.56 kg/cm², 182.53 kg/cm² and 176.18 kg/cm² in each case. On the other hand, the average permeability coefficient of the CPP is 1.65 cm/sec. When 1.5%, 2.0% and 2.5% of CG are added, the permeabilities become 1.61 cm/sec., 1.74 cm/sec. and 1.54 cm/sec. In each case. Similarly, when 0.3%, 0.6% and 0.9% of FV are incorporated, the permeability coefficients become 1.48 cm/sec., 1.32 cm/sec. and 1.20 cm/sec. In each case. The results indicate that the inclusion of crumb rubber in the design increases the resistance by 1.13% compared to the design with the inclusion of 1.5%CG. Furthermore, the inclusion of fiberglass increases the resistance by 8.75%, as for the design with the inclusion of 0.3% FV; Finally, the average "K" with less variation is 1.54 cm/sec. (2.5% CG); and with the inclusion of fiberglass the permeability with less variation is 1.20 cm/sec. (0.9% FV).



Keywords: Permeable Concrete, Granulated Rubber, Fiberglass, Permeability.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existen diversos climas en todo el mundo, incluidos los climas templados lluviosos. Estos climas afectan a las estructuras de las carreteras. Para solucionar este problema, en la construcción de carreteras se utiliza una tecnología llamada concreto permeable. Esta tecnología hace posible que el agua traspase la estructura de hormigón. (Carmen y Ramírez 2021).

Actualmente, el caucho granulado se utiliza en diversas aplicaciones de la construcción, como el pavimento. Sin embargo, en el Perú, aún no se ha implementado en ningún sistema estructural. Por ello, es necesario investigar las propiedades del caucho y su potencial aplicación en el concreto.

Con la ayuda de las nuevas tecnologías, las industrias también han mejorado su producción de una amplia variedad de materiales sintéticos, lo que ha llevado al desarrollo de la utilización de materiales reforzados con diversas fibras. La fibra de vidrio, por ejemplo, ha surgido como un material prometedor para su uso en el refuerzo del concreto ya que tiene un peso específico bajo y absorbe el agua. La capacidad del concreto reforzado con fibra de vidrio para superar su incapacidad de resistencia a la tracción es una de las ventajas del uso de este material. Por otra parte, el concreto tiene una elevada resistencia, lo que supone un avance en cuanto a la técnica utilizada para aumentar su resistencia.

Debido a la ausencia de alternativas viables al concreto tradicional, se sugirió incluir partículas de caucho granulado en el hormigón permeable. Esta adición ofrece ventajas significativas en términos de permeabilidad, pero tiene un impacto negativo en la resistencia a la compresión.

El principal objetivo de esta investigación es explorar un método alternativo para mejorar las propiedades del concreto. Se trata de incorporar partículas de caucho granulado y fibras de vidrio a una mezcla de hormigón poroso para investigar su impacto en las



propiedades del material, sobre todo en términos de compresión y permeabilidad. Además, el estudio pretende determinar las proporciones óptimas de estos aditivos para lograr un mejor rendimiento del concreto.

En el capítulo I, se presentan la problemática, los objetivos, la justificación y las hipótesis. Estos elementos constituyen el punto de partida para el desarrollo de la investigación.

En el capítulo II, ofrece una revisión de los antecedentes, abarcando estudios y referencias tanto internacionales como locales y nacionales. Se presenta el marco teórico, explorando las teorías y fundamentos más importantes del estudio. Finalmente, se introduce el marco conceptual, basado en la literatura más reciente y relevante.

En el capítulo III, se describe las metodologías utilizadas. Se detallan el diseño, el método, el nivel y el tipo de investigación aplicado. También se explican las técnicas y los instrumentos empleados para la evaluación del estudio. Se describen los procedimientos seguidos para obtener los resultados, así como la población y muestra.

En el capítulo IV, se exponen los cálculos y análisis realizados. Los resultados se muestran en tablas y gráficos. Además, se discuten estos resultados en relación con los antecedentes previos mencionados en el marco teórico.

Se concluye con una serie de conclusiones basadas en los hallazgos de la investigación. Se incluyen referencias que facilitan una mejor comprensión del tema y los anexos que proporcionan evidencia adicional y detalles complementarios.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática

En el ámbito internacional, Alegre y Valdez (2020) argumentan que una de las razones de este problema en Colombia a nivel internacional es el tamaño inadecuado de los filtros de agua, que se vuelve problemático durante las fuertes lluvias. Proponen desarrollar un tipo de concreto con la porosidad adecuada para optimizar su uso. En última instancia, los datos demuestran que el uso de un 2% de fibra de vidrio produce una rigidez superior en comparación tanto con el 1% como con el 3%, que no alcanzaban los estándares requeridos. Además, el empleo de áridos de $\frac{1}{4}$ " mejora el rendimiento del hormigón, lo que lo convierte en la opción óptima.

A nivel nacional, el distrito de Tarapoto experimenta importantes daños en sus calles principales debido al drenaje de los ríos y a las inundaciones causadas por las frecuentes lluvias en la zona. Esto ocurre debido a la ausencia de un sistema bien desarrollado de drenaje y alcantarillado, que asegure el adecuado movimiento de estos líquidos. La rápida afluencia de agua provoca un deterioro acelerado del concreto debido a su incapacidad para absorber grandes cantidades de agua, que contiene componentes ácidos que desestabilizan el concreto. Por lo tanto, es crucial incorporar fibra de vidrio en



el diseño de la mezcla de concreto para mejorar la permeabilidad. Esto permite un drenaje eficiente hacia el río (Huillcaya, 2019).

Uno de los problemas más significativos a los que se enfrenta el distrito de Azángaro, en la región de Puno, son las continuas lluvias que experimenta entre los meses de avenidas. Estas lluvias, causadas por medidas inadecuadas para el drenaje de las mismas, repercuten en diversas industrias, entre ellas el sector de la construcción, haciendo necesarias reparaciones, mantenimiento continuo o, en el peor de los escenarios, la reconstrucción de diferentes pavimentos rígidos en zonas propensas a inundarse (Gástulo & Villegas, 2021).

Dadas las circunstancias existentes, surge en la zona de Azángaro la necesidad de una alternativa para hacer frente a estos problemas. Evaluando los efectos que este material produce en sus propiedades mecánicas y físicas, se propone para ello la utilización del concreto permeable con la inclusión de fibra de vidrio y caucho granulado en su elaboración y posterior empleo en el firme de las citadas carreteras.

El objetivo de esta investigación es crear un concreto permeable que pueda mitigar eficazmente las inundaciones y la evacuación del agua. También se pretende disminuir la degradación de los agregados finos, aumentar la resistencia del concreto permeable utilizando caucho granulado y fibra de vidrio para conseguir altas resistencias al principio del proceso de vertido utilizando un acelerador de fraguado.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son las propiedades de un concreto permeable con la incorporación de caucho granulado y fibra de vidrio en el distrito de Azángaro?



1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es el efecto de la aplicación de caucho granulado y fibra de vidrio en la trabajabilidad de la mezcla de concreto permeable de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en el distrito de Azángaro?
2. ¿Cuál es la influencia de la adición de caucho granulado y fibra de vidrio en la resistencia a la compresión del concreto permeable de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en el distrito de Azángaro?
3. ¿Cuál es la incidencia del empleo de caucho granulado y fibra de vidrio en la permeabilidad del concreto permeable de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en el distrito de Azángaro?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar las propiedades de un concreto permeable con la incorporación de caucho granulado y fibra de vidrio en el distrito de Azángaro.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Analizar el efecto de la aplicación de caucho granulado y fibra de vidrio en la trabajabilidad de la mezcla de concreto permeable de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en el distrito de Azángaro.
2. Determinar la influencia de la adición de caucho granulado y fibra de vidrio en la resistencia a la compresión del concreto permeable de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en el distrito de Azángaro.
3. Determinar la incidencia del empleo de caucho granulado y fibra de vidrio en la permeabilidad del concreto permeable de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en el distrito de Azángaro.



1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación técnica

Este estudio tiene el objetivo elaborar planteamientos innovadores para mejorar y optimizar las características del concreto permeable. Esto nos conduce al avance de metodologías de pavimentación de carreteras diseñadas específicamente para áreas con tráfico vehicular mínimo.

1.4.2. Justificación práctica

Este estudio pretende hacer un aporte significativo al área de la ingeniería mediante la realización de estudios y análisis sobre los testigos con una resistencia a compresión de $f'c=175$ kg/cm². La investigación se centrará en el uso de fibra de vidrio en tres proporciones diferentes.

1.4.3. Justificación social

Este estudio va dedicado a mejorar el bienestar general de la sociedad para mejorar los pavimentos en el distrito de Azángaro. El Propósito es mejorar la calidad de vida de los vecinos y ofrecer una alternativa que promueva un mayor aprovechamiento de las vías.

1.4.4. Justificación ambiental

Este estudio presenta un problema de los depredadores que atacan las canteras que recolectan agregados para la fabricación de concreto. Para lograr este objetivo se introducen técnicas que implican la utilización de concreto permeable. Estas técnicas implican la inclusión de caucho granulado para mejorar la capacidad del concreto para resistir la compresión, así como la inserción de fibra de vidrio para proporcionar una resistencia rápida y alta. Este enfoque también ayuda a minimizar la necesidad de agregados finos.



1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. *Hipótesis general*

Las propiedades de un concreto permeable se optimizarán con la incorporación de caucho granulado y fibra de vidrio en el distrito de Azángaro.

1.5.2. *Hipótesis específicas*

1. El efecto de la aplicación de caucho granulado y fibra de vidrio mejorará la trabajabilidad de la mezcla de concreto permeable de $F'c=175$ kg/cm² en el distrito de Azángaro.
2. La influencia de la adición de caucho granulado y fibra de vidrio incrementará la resistencia a la compresión del concreto permeable de $F'c=175$ kg/cm² en el distrito de Azángaro.
3. La incidencia del empleo de caucho granulado y fibra de vidrio mantendrá la permeabilidad del concreto permeable de $F'c=175$ kg/cm² en el distrito de Azángaro.

1.6. Variables e indicadores

1.6.1. *Variable independiente*

Caucho granulado y fibra de vidrio.

Dimensiones

- Dosificación de CG en 1.5%, 2.0% y 2.5%
- Dosificación de FV en 0.3%, 0.6% y 0.9%

1.6.2. *Variable dependiente*

Propiedades del concreto permeable

Dimensiones

- Trabajabilidad
- Resistencias a los 7, 14 y 28 días

- Permeabilidad

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Caucho granulado y fibra de vidrio	El caucho granulado es un material derivado del reciclaje de neumáticos y otros productos de caucho. Este material se produce triturando el caucho en partículas pequeñas, generalmente de entre 0,8 y 5 milímetros de tamaño.	Proporciones	CG+1.5% FV+0.3%	Ficha de control de calidad de laboratorio
	La fibra de vidrio es un material compuesto formado por finos filamentos de vidrio extruido que se entrelazan para crear un armazón robusto y flexible. Estas hebras de vidrio se obtienen mediante un proceso de fundición y estirado de vidrio.		CG+2.0% FV+0.6%	
			CG+2.5% FV+0.9%	
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Propiedades del concreto permeable	El hormigón permeable es un hormigón especializado formulado para favorecer el paso del agua a través de la construcción. Se compone de cemento, agua y partículas gruesas; sin embargo, a diferencia del hormigón convencional, no contiene áridos finos como la arena. Esta ausencia de agregados finos crea una red de poros interconectados que permiten que el agua fluya libremente a través del concreto, facilitando la absorción y la filtración del agua de lluvia. Jiménez (2021)	Trabajabilidad	Slump	Equipos y herramientas de laboratorio
		Resistencia a la comprensión	Esfuerzo a la rotura	Guías de laboratorio
		Permeabilidad	Coeficiente "k"	

Nota: Elaborado por el tesista.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Según, Chaparro (2021) en su proyecto “Comportamiento a la compresión y flexión de un pavimento en concreto poroso con adición de fibras sintéticas”, el propósito de este estudio fue evaluar la efectividad de un pavimento permeable mediante los ensayos de resistencia a flexión y compresión, así como ensayos de infiltración y porosidad. El objetivo es lograr resultados confiables para la formulación de un CP, con y sin agregado fino, y utilizando fibras sintéticas. Esto dará como resultado un diseño de mezcla óptimo que aborde los problemas predominantes de resistencia mecánica inadecuada y durabilidad limitada. La investigación comenzará proporcionando un análisis exhaustivo del comportamiento global del hormigón permeable, incluidos sus avances y contribuciones al campo de la ciencia de los materiales. Este estudio examinará dos métodos comúnmente utilizados para el diseño de mezclas. Definirá el tamaño óptimo del árido grueso y establecerá el método de mezclado y compactación adecuado para este tipo de hormigón. Se caracterizarán los materiales utilizados para la preparación de las muestras. El análisis determinará la cantidad óptima de concreto permeable y la cantidad ideal de aditivos a



incluir en el diseño de la mezcla. Además, se crearán ocho tipos de mezclas para CP, con distintos porcentajes de fibras a agregar (3%, 5% y 7%). En última instancia, se comparan los hallazgos recopilados y se ofrece el diseño de mezcla óptimo, asegurando una usabilidad confiable y directa al mismo tiempo que se garantizan los criterios de permeabilidad.

Además, Beltrán y Villalba (2020) en su proyecto "Diseño de mezcla para concreto permeable con fibra de vidrio", el propósito de este documento es realizar investigaciones para determinar y mostrar la dosis óptima para incorporar FV al concreto. Se probarán tres porcentajes diferentes de FV para identificar cuál ofrece la máxima resistencia, de acuerdo con las normas colombianas. Este hormigón se caracteriza principalmente por su alta permeabilidad, resultado de su alto contenido de huecos. Esto conduce a una naturaleza liviana, pero tiene menor resistencia en comparación con un concreto hidráulico estándar (Aire et al., 2013). Por lo tanto, el objetivo principal de la monografía será determinar la dosis óptima para un hormigón permeable que contenga aditivo de fibra de vidrio. Este estudio analizó los efectos de diversos factores sobre las mezclas de concreto permeables. En particular, estudiaremos los efectos de: la relación agua/cemento, el tipo de agregados (incluyendo su origen y tamaño máximo), la compactación permitida y la inclusión de fibra de vidrio. en diferentes porcentajes. Se examinarán un total de 10 mezclas de hormigón permeables. Los datos adquiridos permitirán observar patrones de comportamiento entre los distintos parámetros de este concreto y su resistencia.

Finalmente, Quizhpilema (2022) en su proyecto "Evaluación de la macrotextura a una mezcla asfáltica permeable al incorporar fibra de vidrio como mejorador de las propiedades Marshall", existe una importante incidencia mundial de accidentes de tráfico, principalmente debido a una textura de la superficie asfáltica insuficientemente rugosa que no proporciona el agarre adecuado a los vehículos y a una baja permeabilidad de la mezcla asfáltica. Estos factores contribuyen a la aparición de hidroplaneo, aumentando la

probabilidad de accidentes. Este estudio se centró en el desarrollo de una mezcla asfáltica permeable que permita un drenaje eficiente de las lluvias y ofrezca un nivel adecuado de rugosidad en la capa superior de la superficie de la carretera. Esto se logró integrando agregados de la zona central y fibra de vidrio en la estructura mineral. Se incorporaron a la mezcla diversas proporciones de fibra de vidrio según una fórmula convencional para valorar las cualidades resultantes. Se encontró que la proporción óptima de esta sustancia es el 2% del peso total de la mezcla asfáltica. Aunque tiene una estabilidad peor en comparación con la muestra de control, exhibe propiedades de permeabilidad favorables. Al mismo tiempo, se crearon losas de asfalto para evaluar la textura de la superficie mediante la prueba de mancha de arena. La muestra que incluía fibra de vidrio mostró un aumento del 33% en el valor de la macrotextura.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según, Yangua (2023) en su proyecto "Diseño de mezcla adicionando fibra de caucho sintético para mejorar las propiedades mecánicas del concreto", El objetivo principal de esta tesis era utilizar FCS para mejorar las cualidades mecánicas del concreto. Esto es en respuesta a las crecientes preocupaciones entre los ingenieros sobre las deficiencias estructurales que pueden provocar daños importantes durante eventos sísmicos. Para abordar este problema, se exploraron soluciones alternativas, incluido el uso de caucho sintético. A pesar de su potencial de contaminación, el caucho sintético resulta beneficioso para mejorar el diseño de la mezcla de concreto al mejorar sus características mecánicas, en particular su resistencia a la compresión, que es un parámetro crucial para el diseño y el control de calidad. Para llevar a cabo este experimento, se recolectaron muestras con concentraciones de caucho del 1%, 3% y 5% en comparación con una mezcla de concreto convencional con resistencias típicas de 175 kg/cm² y 210 kg/cm². Realizar experimentos utilizando muestras de hormigón cilíndricas. Se encontró que a medida que aumenta el porcentaje de caucho sintético, el esfuerzo a la compresión se reduce. Por lo tanto, se puede concluir que el uso de un 1% de CS



incrementando la resistencia, haciendo que la muestra sea apta para su uso en la producción de concreto.

Además, García y Paredes (2022) en su investigación titulada "Diseño de concreto poroso $f'c= 210$ kg/cm² aplicando fibra de vidrio de tipo E para mejorar la permeabilidad. Tarapoto 2022", el estudio tuvo como propósito de hallar el diseño óptimo de concreto poroso con una resistencia de $f'c= 175$ kg/ cm² incorporando fibra de vidrio tipo 'e' para mejorar la permeabilidad. Este proyecto está clasificado como preexperimental, siendo la variable independiente la FV y la otra variable la permeabilidad. Se prepararon un total de 38 probetas y 14 probetas de concreto, con 10 especímenes y 1 espécimen de concreto en cada diseño (0%, 1.5%, 2.5%, 3.5%). En consecuencia, nuestros hallazgos indican que la composición óptima para el hormigón poroso implica el uso de un 2,5% de fibra de vidrio. Esta formulación arroja una tasa de infiltración promedio significativamente mayor de 28025.87 mm/h y es económicamente accesible para la sociedad, con un costo de S/. 594,35.

Asimismo, Velásquez (2022) en su proyecto "Influencia de la incorporación del caucho granulado sobre las propiedades mecánicas del concreto simple para pavimentos rígidos en el distrito de SMP", este estudio examinó el impacto de agregar caucho reciclado granulado al concreto simple sobre su resistencia para el pavimento en la Av. Tantamayo. El objetivo era reutilizar neumáticos desechados y reducir la contaminación ambiental. La tesis se desarrolló utilizando un enfoque experimental, cuasiexperimental, no probabilístico y transversal. El estudio se centró en probetas y vigas de hormigón, con una población de 38 y 14 en cada caso, para cada diseño de hormigón. Estos pertenecían a 4 mezclas: la 1ra fue concreto estándar sin caucho granulado reciclado, y a la 2da, 3ra y 4ta mezclas se les agregó 3%, 6% y 9% de CG reciclado, respectivamente. La adición de caucho reciclado se basó en el volumen de agregado fino en el concreto. Con base en los resultados obtenidos de las pruebas simples de concreto, se ha determinado que al mejorar la relación

agua/cemento de 0,5 a 0,4, la incorporación de un 3% de caucho reciclado conduce a mejores resultados. En concreto, después de 28 días, se produce un aumento de la resistencia del 4,29% y un incremento del 9,28% de la resistencia a la flexión. Para diseñar el pavimento rígido se empleó la técnica AASHTO 93. Al comparar la mezcla de concreto con la integración de caucho granular al concreto modelo, se determinó que el espesor de la capa de la banda de rodadura se podía reducir en 1 pulgada (2,54 cm). Se ha establecido la viabilidad de utilizar caucho granulado a una concentración del 3%, ya que no compromete las características del concreto y mitiga su impacto ambiental.

2.1.3. Antecedentes locales

Según, Casilla y Condori (2023) en su proyecto "Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades del concreto permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Juliaca", el objetivo principal de este estudio fue evaluar el impacto de la fibra de vidrio en las propiedades del concreto permeable con una resistencia de 210kg/cm^2 . La metodología utilizada es una combinación de un enfoque aplicado, cuantitativo y un nivel explicativo. Los resultados indicaron que el hormigón permeable estándar presentó un esfuerzo de $213,6\text{ kg/cm}^2$. Sin embargo, cuando se agregaron 0,5%, 1,0% y 1,5% de fibra de vidrio, los valores de resistencia aumentaron a $226,3\text{ kg/cm}^2$, $236,5\text{ kg/cm}^2$ y $205,4\text{ kg/cm}^2$. En términos de permeabilidad, el CP estándar tuvo un IP de 1,21. Sin embargo, cuando se incorporaron 0,5%, 1,0% y 1,5% de fibra de vidrio, el IP disminuyó a 0,93, 0,63 y 0,34 respectivamente. En términos de asentamiento, el asentamiento inicial del concreto maestro fue de 1 1/4 pulgadas. Sin embargo, cuando se agregaron 0,5%, 1,0% y 1,5% de fibra de vidrio, la caída creció a 1 1/2 pulgadas, 1 3/4 pulgadas y 2 pulgadas, respectivamente. La inclusión de fibra de vidrio en CP con una resistencia de 210kg/cm^2 en Juliaca, ha demostrado potenciar sus cualidades. Esta adición aumenta la resistencia a la compresión y da como resultado una disminución de la permeabilidad.



Además, Mamani y Valera (2022) en su proyecto "Influencia de la adición de fibras de vidrio en las propiedades mecánicas e hidráulicas del concreto permeable $f'c=175$ kg/cm² en la ciudad de Juliaca", la investigación tuvo como propósito principal evaluar el impacto de las FV en las características mecánicas e hidráulicas del CP con una resistencia de 175 kg/cm², el cual se utiliza frecuentemente para pavimentos en la ciudad de Juliaca. El experimento implicó realizar pruebas en probetas de hormigón para evaluar los ensayos a compresión, flexión y permeabilidad. El diseño de la mezcla incluyó el uso de agregados de 3/8", con la incorporación de FV en porcentajes de 0.05%, 0.10% y 0.15% respecto al peso de los materiales. Se realizó una comparación con una muestra control de concreto permeable, que no contenían fibras de vidrio. Para los ensayos de compresión se utilizaron un total de 65 probetas cilíndricas, y 26 de tipo losa prismática y 14 probetas cilíndricas. Los términos "flexión" y "permeabilidad" se refieren a conceptos diferentes. Con base en los hallazgos, la proporción ideal de inclusión de fibra de vidrio es 0.10% ya que mejora la resistencia a la compresión del concreto permeable en un 6.45% y su resistencia a la flexión en un 22.74%, al mismo tiempo que modifica su coeficiente de permeabilidad. La tasa de disminución es de 0.07 cm/ s, que se encuentra dentro del rango aceptable para CP según lo definido por la norma ACI - 522R. Los hallazgos del estudio indican que las FV mejoran las características mecánicas del concreto al tiempo que reducen sus propiedades hidráulicas.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Concreto

Es un material que consta de una mezcla de cemento, agregados (arena, grava o piedra triturada), agua y en ocasiones aditivos específicos. El cemento sirve como sustancia adhesiva que, al combinarse con agua, se hidrata y solidifica, uniendo así los agregados para formar una masa duradera y resistente. Esta mezcla es reconocida por su



adaptabilidad, resiliencia y capacidad de asumir muchas formas, esta característica lo convierte en un elemento integral de la construcción moderna. (Yirda, 2023).

El proceso de producción del concreto comienza con la meticulosa selección de los componentes. El principal componente activo del hormigón suele ser el cemento Portland, mientras que la mayor parte de su volumen se compone de agregados.

Una vez mezclados los ingredientes, se puede moldear el concreto y verterlo en muchas formas y estructuras, incluidos cimientos, columnas, losas, puentes y carreteras. El líquido se introduce en moldes temporales, conocidos como moldes, para darle forma durante todo el proceso de endurecimiento. A lo largo de la fase de fraguado y curado, que puede extenderse durante varios días o semanas dependiendo de las circunstancias del entorno, el concreto adquiere mayor resistencia y durabilidad. Asegurar una hidratación suficiente es crucial en este momento para prevenir la formación de fracturas y asegurar el correcto desarrollo de sus características mecánicas.

El concreto posee características inherentes y sus atributos pueden mejorarse mediante el uso de aditivos, alterando así sus características para satisfacer ciertos requisitos. Los aditivos reductores de agua permiten la creación de una combinación más fluida sin necesidad de agua adicional, mejorando así la trabajabilidad y manteniendo la resistencia. Los aceleradores se utilizan para acelerar el proceso de que el concreto alcance su resistencia inicial, mientras que los retardadores son beneficiosos en condiciones de calor ya que extienden la cantidad de tiempo disponible para trabajar.

El concreto consiste en cemento, agregados y agua que, cuando se combinan, crean una masa sólida fuerte y duradera. Su versatilidad y capacidad de modelarse y adaptarse a diferentes usos lo convierten en un elemento esencial en la infraestructura contemporánea. Las mejoras constantes en su estructura y métodos de implementación garantizan su deber esencial como piedra angular en el avance de los proyectos de construcción.



2.2.1.1. Componentes del concreto

El concreto se considera como el material más aplicado en el sector de la edificación. Por lo tanto, el proceso de fabricación debe prestar una atención meticulosa al detalle, independientemente del propósito previsto.

El propósito de este estudio es brindar una descripción clara y sistemática de las pruebas físicas necesarias que deben realizarse en componentes de concreto como cemento, agua y agregados. Estas pruebas son cruciales para la preparación del concreto con los estándares especificados de resistencia mecánica y durabilidad en diversos proyectos de construcción. (Gonzales, 2015).

1. Cemento:

Es un material conglomerante principal en la construcción, utilizado como componente primordial del hormigón y algunos morteros. Se obtiene a partir de la mezcla de caliza y arcilla calcinadas, produciendo Clinker que se convierte en cemento al agregar sulfato de calcio (yeso). Este material se endurece químicamente al interactuar con el agua, generando las del concreto. Aunque el cemento constituye un 10 y 20% del peso del concreto, desempeña un papel fundamental en la edificación de puentes, edificios, entre otros.

La importancia del cemento radica en su resistencia, durabilidad y versatilidad en la construcción. Es esencial para levantar muros, hacer bloques, pavimentos y otros componentes estructurales. Gracias a su resistencia, los proyectos de construcción se completan eficazmente, y las estructuras de cemento pueden ser rescatadas y reutilizadas incluso después de incendios. Además, el cemento es un material económico de producir, con una vida útil confirmada de varios cientos de años. Su uso adecuado y aplicación correcta aumenta la resistencia de los edificios con el tiempo, haciéndolos menos susceptibles a la humedad y a cambios climáticos significativos.

2. Agua:

Es primordial para hidratar el cemento, que es una reacción química que permite que el concreto se solidifique y aumente su durabilidad. La cantidad del agua utilizada son esenciales. Demasiada agua puede debilitar el concreto, mientras que una cantidad insuficiente puede impedir una hidratación completa del cemento. Además, el agua debe poseer un alto grado de pureza, desprovista de cualquier contaminante que pueda repercutir negativamente el fraguado y la durabilidad del concreto. (Mamani B. , 2022)

3. Los Agregados:

Que representan en torno al 60-75% del volumen total del concreto, pueden clasificarse en dos grupos:

- **Agregados finos:** Estos incluyen arena natural o manufacturada que pasa en el tamiz de 4,75 mm. La arena llena los vacíos entre los agregados gruesos y contribuye a la densidad y resistencia del concreto.
- **Agregados grueso:** Estos son materiales más grandes, como grava o piedra triturada, que no pasan un tamiz de 4,75 mm. Proporcionan la masa y resistencia estructural al concreto.

4. Aditivos (opcional):

Los aditivos son pequeños volúmenes de ingredientes que se añaden al hormigón para alterar sus cualidades mientras está nuevo o endurecido. Pueden ser químicos o minerales y se utilizan para mejorar diversas características del concreto.

Algunos tipos comunes de aditivos incluyen:

- **Aditivos reductores de agua:** Permiten reducir la cantidad de agua sin afectar la trabajabilidad del concreto.
- **Aceleradores de fraguado:** Mejoran el ritmo de fraguado y favorecen el desarrollo temprano de la fuerza.
- **Retardadores de fraguado:** Prolongan el tiempo de fraguado, útil en climas cálidos.

Figura 1*Componentes del concreto*

Nota: tomado de la norma MTP 339.088

2.2.1.2. Propiedades del concreto fresco

Son fundamentales para determinar la calidad y la facilidad de manejo del material durante su colocación y fraguado. A continuación, se describen las principales propiedades del concreto: (Pacheco, 2017).

a. Trabajabilidad.

Es la capacidad del concreto para mezclarse, transportarse, colocarse y compactarse con facilidad con el mínimo esfuerzo sin segregación de los componentes. La consistencia del hormigón se evalúa mediante procedimientos como el ensayo de asentamiento. El hormigón que presenta una trabajabilidad óptima debe ser manejable y fácil de colocar en los moldes previstos, ocupando eficazmente todos los huecos sin omisión.



b. Consistencia.

La consistencia se refiere a la fluidez o rigidez del concreto fresco. Está directamente en relación con la cantidad de agua en la mezcla y se mide comúnmente con el Slump test. Un concreto muy fluido (alto Slump) puede ser fácil de colocar pero puede sufrir segregación y pérdida de resistencia, mientras que un concreto muy rígido (bajo Slump) puede ser difícil de trabajar y compactar adecuadamente.

c. Segregación.

Se refiere al acto de separar los distintos componentes del hormigón (agregados, pasta de cemento y agua) durante el manejo y la colocación. Un concreto bien diseñado y mezclado debe ser cohesivo y no mostrar signos de segregación, ya que esto puede llevar a una distribución desigual de los agregados y una disminución en la resistencia y durabilidad del concreto.

d. Exudación.

fenómeno en el que la deposición de partículas sólidas hace que una parte del agua de una mezcla suba a la superficie. La aparición de la exudación es inversamente proporcional al número de finos de los áridos y a la finura del cemento. En otras palabras, cuando el cemento está finamente molido y tiene un mayor porcentaje de material de tamaño inferior a 100 mallas, habrá menos exudación debido a la retención del agua de la mezcla.

Factores que influyen:

- Dosis inadecuada de la combinación.
- Utilización de aditivos.
- La velocidad de exudación aumenta proporcionalmente con la temperatura.

e. Tiempo de fraguado.

Es el tiempo que el hormigón pasa de un estado maleable a un estado sólido. En la actualidad, es de suma importancia programar el momento preciso para la colocación y finalización de las actividades del hormigón. El proceso se divide en dos etapas distintas: el primer fraguado y el fraguado final. Se pueden utilizar aditivos para regular el tiempo de fraguado de acuerdo con los requisitos específicos de un proyecto y las circunstancias ambientales imperantes.

f. Retención de trabajabilidad.

La retención de trabajabilidad es la capacidad del concreto para mantener su trabajabilidad a lo largo del tiempo. Esto es importante para proyectos donde el traslado y la colocación del concreto pueden llevar tiempo. Los aditivos retardantes y reductores de agua pueden ayudar a prolongar la maniobra del concreto fresco.

g. Densidad.

La densidad del concreto nuevo influye en su masa por unidad de volumen y cumple un papel esencial en el cálculo de la carga muerta del edificio. La densidad también influye en otras propiedades mecánicas y térmicas del concreto.

h. Temperatura.

La temperatura del concreto fresco afecta su fraguado y resistencia final. La regulación eficaz de la temperatura es esencial, sobre todo en condiciones meteorológicas adversas, para evitar problemas como el fraguado prematuro o el desarrollo inadecuado de la resistencia.

Esencialmente, las características del hormigón recién mezclado, incluida su capacidad para ser trabajado fácilmente, su uniformidad, la separación de sus componentes, la liberación del exceso de agua, el tiempo que tarda en endurecerse, su capacidad para mantener la trabajabilidad, su densidad y su temperatura, son factores cruciales que determinan la calidad y la facilidad de manejo del hormigón a lo largo de su colocación. Una gestión eficaz de estas características garantiza una estructura duradera y robusta.



2.2.1.3. Propiedades del concreto endurecido

Según la NTP (Norma Técnica Peruana), las propiedades del concreto son principalmente la resistencia y la durabilidad. Estos dos atributos son esenciales para evaluar el comportamiento del hormigón una vez que ha alcanzado su estado endurecido. La resistencia del concreto endurecido se relaciona con su capacidad para resistir cargas y tensiones, mientras que la durabilidad se relaciona con su capacidad para resistir factores ambientales adversos y el paso del tiempo sin deteriorarse. Estas cualidades son primordiales para la seguridad y durabilidad de las construcciones de hormigón.

1. Resistencia del concreto.

Es una característica crucial del hormigón endurecido que denota su capacidad para soportar fuerzas de compresión. La medida de la resistencia del hormigón suele expresarse en megapascales y se obtiene mediante ensayos de compresión de briquetas. Estas cualidades son esenciales para garantizar la seguridad y durabilidad. (Pacheco, 2017).

2. Resistencia a la tracción.

Se refiere a la capacidad del hormigón para soportar presiones que pretenden estirarlo o alargarlo. Se mide mediante pruebas de tracción directa o pruebas indirectas como la prueba de división de cilindros. Para mejorar esta propiedad, a menudo se utiliza el refuerzo de acero en estructuras de concreto.

3. Módulo de elasticidad.

Es la que cuantifica la rigidez del hormigón y su capacidad para deformarse elásticamente (volver a su forma inicial) cuando se somete a una tensión. Este valor es importante para predecir cómo se comportará el concreto bajo cargas sostenidas y cíclicas, y se utiliza en el diseño y análisis estructural.

4. Densidad.

La densidad del concreto endurecido afecta su peso por unidad de volumen y es importante para la carga muerta de las estructuras. La densidad también influye en

otras propiedades mecánicas y térmicas del concreto. Los concretos de alta densidad se utilizan en aplicaciones especiales, como en estructuras que requieren blindaje contra radiación.

5. Resistencia al desgaste y a la abrasión.

Este material es crucial para pavimentos, suelos industriales y otras superficies sometidas a tráfico y abrasión constantes. Un concreto con alta resistencia a la abrasión puede soportar el desgaste mecánico sin degradarse significativamente.

6. Coeficiente de expansión térmica.

Este coeficiente mide la respuesta del concreto a los cambios de temperatura, específicamente su tendencia a expandirse o contraerse. Es importante en el diseño de estructuras expuestas a variaciones térmicas, ya que la expansión y contracción pueden causar grietas y otros problemas estructurales.

7. Permeabilidad.

Es la capacidad para facilitar el flujo de agua y otros fluidos a través de su estructura. Un hormigón con baja permeabilidad presenta una mayor resistencia a la infiltración de agua y sustancias corrosivas, lo que aumenta su longevidad y protege el acero de refuerzo de la corrosión. (Pacheco, 2017).

En resumen, la Norma Técnica Peruana (NTP) proporciona directrices detalladas para evaluar y asegurar las características del concreto. Para cumplir con estas normas garantiza que el concreto utilizado en proyectos de construcción en Perú sea de alta calidad y adecuado para su propósito.

2.2.2. Concreto permeable

La propiedad del concreto permeable es su capacidad para dejar pasar el agua por su estructura porosa, lo que facilita que las precipitaciones se filtren en el suelo y disminuye la cantidad de escorrentía superficial. Esto es especialmente útil en áreas urbanas, donde la impermeabilización del suelo puede provocar inundaciones y daños en las infraestructuras. (Fernández, 2012).

Figura 2*Concreto permeable*

Nota. Concreto permeable, adaptado de Argos.

El concreto permeable, tal y como se define en la norma ACI-522R, se compone de materiales cementantes, áridos gruesos y finos, aditivos y agua. El contenido de aire óptimo para el hormigón permeable debe situarse entre el 14% y el 25%. ACI ha demostrado que hay una relación positiva con el contenido de aire del hormigón y su permeabilidad. Sin embargo, cuando el contenido de aire aumenta significativamente, la resistencia a la compresión del concreto desciende. El concreto permeable se emplea en proyectos de construcción que necesitan una alta permeabilidad, como por ejemplo en áreas de drenaje o en pavimentos permeables. La durabilidad del hormigón permeable se basa en su vida útil cuando se somete a condiciones ambientales específicas, en las que la presencia de sulfatos y ácidos puede tener efectos. (Amorós & Bendezú, 2019).

2.2.2.1. Dosificación del concreto permeable

La dosificación del concreto es muy importante ya que afecta sus propiedades y rendimiento. La dosificación de hormigón permeable se basa en la cantidad de materiales utilizados en la mezcla, incluidos cemento, agua, agregados y aditivos. La dosis de



hormigón permeable se puede ajustar para conseguir las propiedades requeridas, como permeabilidad, resistencia y durabilidad.

La dosificación del concreto permeable es crucial para garantizar su rendimiento en términos de permeabilidad, resistencia y durabilidad. Aquí te dejo una guía básica para la dosificación de concreto permeable:

a) Componentes Principales.

- **Agregado grueso:** Generalmente se usa grava con un tamaño de 10-20 mm. Es fundamental que los agregados sean limpios y libres de polvo.
- **Cemento:** Se utiliza cemento Portland normal.
- **Agua:** Debe ser agua potable, limpia y sin contaminantes.
- **Aditivos:** En algunos casos, se utilizan aditivos para un mejor rendimiento del concreto.

b) Dosificación estándar.

- **Mezcla seca:** Mezcla el agregado grueso y el cemento hasta que el cemento esté uniformemente distribuido.
- **Adición de agua:** Agrega el agua lentamente mientras continúas mezclando. Asegúrate de no agregar demasiada agua, ya que esto puede afectar la resistencia y permeabilidad del concreto.
- **Aditivos:** Si estás utilizando aditivos, agrégalos según las recomendaciones del fabricante.

c) Permeabilidad.

- **Preparación del sitio:** Asegúrate de que el sitio esté bien preparado y nivelado. Puedes usar una base de grava para mejorar la permeabilidad.
- **Colocación:** Vierte la mezcla de concreto permeable y espárcela uniformemente.
- **Compactación:** Compacta la mezcla usando una placa vibratoria para asegurarte de que los agregados se asienten correctamente.

- **Curado:** El concreto permeable debe curarse adecuadamente para desarrollar su resistencia. Cubre el concreto con láminas plásticas o rocíalo con agua regularmente durante al menos 7 días.

d) Consideraciones adicionales.

- **Mantenimiento:** El concreto permeable puede requerir mantenimiento periódico para evitar la obstrucción de sus poros. El barrido y el lavado a presión pueden ser necesarios.
- **Clima:** Evita colocar concreto permeable en condiciones climáticas extremas (muy frío o muy caliente) para garantizar un buen fraguado.

2.2.2.2. Propiedades del concreto permeable

Posee numerosas características significativas que lo diferencian del hormigón tradicional. Estas cualidades son esenciales para su eficacia en determinadas aplicaciones, como la gestión y reducción de las aguas pluviales. (Arango, 2022).

Aquí detallamos algunas de sus propiedades más relevantes:

- ❖ **Permeabilidad:** La capacidad del hormigón permeable para permitir que el agua lo atraviese es lo que lo hace único. Esto se debe a su estructura porosa, que se logra omitiendo los finos (como la arena). Esta propiedad ayuda a gestionar las aguas pluviales, reduciendo la escorrentía y recargando los acuíferos subterráneos.
- ❖ **Resistencia a la compresión:** El concreto tiene una resistencia menor comparada con el concreto tradicional, aún es suficiente para soportar cargas de tráfico peatonal y vehicular ligero. Generalmente, la resistencia varía entre 3.5 y 28 MPa (500 a 4000 psi), dependiendo de la formulación y el uso previsto.
- ❖ **Reducción del escurrimiento superficial:** Facilitando la permeación del agua por su estructura, el concreto permeable reduce significativamente el escurrimiento superficial.

- ❖ **Control de la contaminación:** Filtra contaminantes del agua de lluvia, como aceites, metales pesados y sedimentos, mejorando la calidad del agua que eventualmente se infiltra en el suelo o en los acuíferos.
- ❖ **Durabilidad:** Aunque su estructura porosa puede sugerir lo contrario, el concreto permeable es bastante duradero si se mantiene adecuadamente. Sin embargo, es susceptible a la obstrucción de sus poros si no se realiza un mantenimiento regular, como la limpieza y aspiración de los poros para eliminar detritos.
- ❖ **Aislamiento térmico y acústico:** Tiene propiedades aislantes que pueden contribuir a reducir el ruido y moderar la temperatura en las áreas pavimentadas, mejorando el confort en entornos urbanos.
- ❖ **Reducción del efecto isla de calor:** Permite que el agua filtre y se evapore, el concreto permeable puede ayudar a reducir las temperaturas superficiales en áreas urbanas densamente construidas.

En resumen, el concreto permeable posee varias propiedades clave. Entre ellas destacan su excepcional permeabilidad, suficiente resistencia, durabilidad regulada, reducido la elasticidad, contracción controlada, menor densidad, resistencia a la abrasión, baja conductividad térmica, capacidad para filtrar contaminantes y necesidad de mantenimiento regular. El hormigón permeable posee características que lo convierten en una opción muy deseable para situaciones en las que la gestión de aguas pluviales y la promoción de la sostenibilidad medioambiental son de suma importancia.

2.2.3. *Agregados*

Los agregados se dividen en dos categorías principales: áridos finos y áridos gruesos. Los áridos finos, como la arena, consisten en partículas más pequeñas y se utilizan para ocupar los espacios vacíos. La grava, que se conocen como áridos gruesos, aumentan la resistencia y durabilidad del hormigón. (Rivva L., 2004, pág. 14).

La selección y calidad de los agregados son cruciales para determinar las propiedades finales del concreto. Los agregados deben poseer limpieza, dureza y



durabilidad, y deben estar desprovistos de contaminantes que puedan tener un impacto negativo en el rendimiento del concreto. Por ejemplo, los agregados redondeados tienden a mejorar la trabajabilidad de la mezcla, mientras que los agregados angulares pueden aumentar la resistencia de un material al favorecer una mejor unión y cohesión con la pasta de cemento.

Los agregados también juegan un papel vital en la economía del concreto, ya que constituyen aproximadamente el 60-75% del volumen total de la mezcla. Al ser materiales más económicos que el cemento, su uso reduce el costo total del concreto. Además, los agregados ayudan a minimizar la contracción y expansión del concreto.

En aplicaciones específicas, como el concreto permeable o los pavimentos de alto rendimiento, los agregados se seleccionan y gradúan cuidadosamente para cumplir con los requisitos técnicos y ambientales. En el caso del CP, se utilizan agregados gruesos con un tamaño uniforme para crear una estructura porosa que permita la infiltración del agua. En resumen, los agregados son componentes esenciales en la fabricación del concreto, desempeñando roles fundamentales en la mejora de sus propiedades mecánicas, económicas y funcionales, y en la adaptación del material a diversas necesidades constructivas.

2.2.3.1. Clasificación de los Agregados

La NTP 400.001 proporciona una clasificación detallada de los agregados utilizados en la construcción. Según esta norma, los agregados se clasifican principalmente en dos categorías: agregados finos y agregados gruesos. Aquí se describe la clasificación según la NTP 400.001:

1. Agregados finos.

Los agregados finos son aquellos que pasan por el tamiz de 4.75 mm (N°4). Son partículas pequeñas que incluyen principalmente arena natural o manufacturada.

Características principales de los agregados finos:



- **Tamaño de partícula:** Partículas que pasan a través del tamiz de 4.75 mm y se retienen en el tamiz de 75 micrómetros (N°200).
- **Origen:** Puede ser arena natural de ríos o canteras, o arena manufacturada producida por trituración de rocas.
- **Usos:** Se usan en el recubrimiento de superficies, y en aplicaciones decorativas.

2. Agregados gruesos.

Son aquellos que se retienen en el tamiz de 4.75 mm (N°4). Incluye la grava, el canto rodado y la piedra chancada.

Características principales de los agregados gruesos:

- **Tamaño de partícula:** Partículas que se retienen en el tamiz de 4.75 mm.
- **Origen:** Pueden ser naturales, como la grava y el canto rodado, o artificiales, como la piedra triturada.
- **Usos:** Se emplean en la fabricación de concreto estructural, en pavimentos de concreto, en cimientos y otras aplicaciones donde se requiere alta resistencia y durabilidad.

3. Clasificación adicional según la forma y el tamaño.

Dentro de las categorías de agregados finos y gruesos, se pueden realizar clasificaciones adicionales según su forma:

Por Tamaño:

- Arena: Agregado fino donde pasa el tamiz de 4.75 mm.
- Grava: Agregado grueso con un tamaño de partícula mayor que el tamiz de 4.75 mm y hasta aproximadamente 75 mm.
- Piedra triturada: Agregado grueso con un tamaño de partícula similar a la grava, pero producido por trituración de roca.

Por Forma:



- Redondeados: Agregados con bordes suavizados y forma redonda, típicamente encontrados en lechos de ríos.
- Angulares: Agregados con bordes afilados y formas angulares, generalmente producidos por trituración.

4. Especificaciones de calidad según la NTP 400.001.

La NTP 400.001 también establece requisitos de calidad para los agregados, que incluyen:

- Limpieza: Los agregados deben estar libres de materias orgánicas, arcilla, limo y otras impurezas.
- Durabilidad: Los agregados deben ser duraderos y resistentes a la desintegración, desgaste y otros procesos de deterioro.

2.2.4. Cemento Portland

Es un componente clave en el sector de la construcción y se rige por las normas técnicas NTP 334.009 y NTP 339.047. Se describe como un tipo particular de cemento hidráulico producido mediante la molienda de Clinker, que están compuesto por silicatos cálcicos, y mezclado con sulfato cálcico para regular el tiempo de fraguado. El Clinker se obtiene calcinando una mezcla de materiales calizos y arcillosos en una estufa a altas temperaturas.

La NTP 334.009 se enfoca en la composición y el proceso de producción del cemento, destacando la importancia de la adición de sulfato de calcio. Por otro lado, la NTP 339.047 proporciona especificaciones técnicas y requisitos de calidad para asegurar un rendimiento confiable y consistente del cemento en diversas aplicaciones de construcción. Estas normas establecen parámetros como la finura, garantizando que el cemento Portland cumpla con los estándares necesarios para su uso en estructuras duraderas y seguras.

El proceso de elaboración del cemento Portland involucra la calcinación de materiales calizos y arcillosos en un horno a altas temperaturas, lo que da lugar a la

formación del Clinker. Posteriormente, el Clinker se muele finamente junto con el sulfato de calcio para obtener el producto final. Este cemento se clasifica en diferentes tipos según sus propiedades específicas y el contenido de aditivos, permitiendo su uso en diversas condiciones y requisitos de construcción.

La norma NTP 339.047 detalla las especificaciones técnicas y los requisitos de calidad. Esto incluye parámetros como la finura, el esfuerzo a la compresión, el tiempo de secado y la estabilidad de volumen. Estas especificaciones aseguran que el cemento Portland proporcionará un rendimiento confiable y consistente en las aplicaciones de construcción, ofreciendo la durabilidad y resistencia necesarias para estructuras de larga vida útil.

2.2.4.1. Componentes del cemento

El cemento, en particular el cemento Portland, se compone de una mezcla de sustancias que, al mezclarse y exponerse a un proceso de calcinación, producen el Clinker. Este Clinker luego se muele finamente y se le añaden pequeñas cantidades de otros componentes. A continuación se detallan los principales componentes del cemento:

1. Clinker.

El clinker, principal elemento constitutivo del cemento Portland, se forma mediante el proceso de calcinación a alta temperatura en un horno, donde se calienta una combinación de materiales calizos y arcillosos. Los componentes del Clinker incluyen:

- Silicato tricálcico (C3S)
- Silicato bicálcico (C2S)
- Aluminato tricálcico (C3A)
- Ferraluminato tetracálcico (C4AF)

2. Componentes secundarios y aditivos.

Además de los componentes principales, el cemento podrá incluir otros materiales y aditivos para mejorar sus propiedades y rendimiento:



- Puzolanas
- yeso
- Escoria de alto horno granulada
- Cenizas volantes
- Caliza
- Arcillas calcinadas.

Tabla 2

Componentes del Clinker

Componentes	Símbolo químico	Descripción
Silicato tricálcico	C3S	Proporciona resistencia temprana y se suma a la resistencia duradera.
Silicato bicálcico	C2S	Contribuye principalmente a la resistencia a largo plazo.
Aluminato tricálcico	C3A	Influye en el tiempo de secado y en la resistencia inicial del cemento.
Ferraluminato tetracálcico	C4AF	Contribuye a la reducción del calor de hidratación y a la resistencia química.

Nota: Tomada de Structuralia

Función de los componentes.

- Silicato tricálcico (C3S): Responsable del empleo de la resistencia inicial del cemento. Su hidratación es rápida y contribuye a la resistencia temprana.
- Silicato bicálcico (C2S): Su hidratación es más lenta y contribuye a la resistencia del cemento.
- Aluminato tricálcico (C3A): Aporta resistencia inicial y afecta el tiempo de fraguado. Su reacción es rápida y produce mucho calor.
- Ferraluminato tetracálcico (C4AF): Mejora la resistencia a agentes químicos y reduce el calor de hidratación. Su contribución a la resistencia es menor en comparación con C3S y C2S.

2.2.4.2. Tipos de cementos

La NTP 334.009 especifica los tipos de cemento que se deben producir y comercializar en Perú. Esta norma clasifica los cementos en diferentes tipos, en función de sus propiedades y composiciones, adecuados para distintas aplicaciones en la construcción. Aquí están los tipos más comunes según esta norma:

1. Tipo I (CPI).

Uso general: Es el cemento más común y se utiliza en todo tipo de construcciones generales que no requieren propiedades especiales.

2. Tipo IP (CPIP).

Con puzolana: Contiene entre 15% y 40% de puzolana, Esto aumenta la capacidad de resistencia al sulfato y disminuye la cantidad de calor generado durante el proceso de hidratación.

3. Tipo II (CPII).

Resistencia moderada a los sulfatos: Ideal para estructuras en ambientes con moderada exposición a sulfatos.

4. Tipo V (CPV).

Resistencia a los sulfatos: Utilizado en construcciones que estarán en contacto con suelos o aguas altamente sulfatadas.

5. Tipo MS (CPMS).

Resistente al ataque de los álcalis: Este cemento está diseñado para condiciones más extremas donde la resistencia a sulfatos y la reacción álcali-sílice son críticas.

6. Tipo LH (CPLH).

Bajo calor de hidratación: Recomendado para grandes volúmenes de hormigón, donde el control del calor producido en el proceso de curado es esencial para evitar fisuras.

Los tipos de cemento tienen características diseñadas para cumplir con los requerimientos de distintas condiciones y tipos de construcción. La elección del tipo adecuado depende



de las condiciones ambientales, los requisitos estructurales y la durabilidad necesaria para el proyecto.

2.2.5. Caucho granulado

El caucho granulado es un material derivado del reciclaje de neumáticos y otros productos de caucho. Este material se produce triturando el caucho en partículas pequeñas, generalmente de entre 0,8 y 5 milímetros de tamaño. El proceso de granulación implica la remoción de contaminantes como el acero y la fibra textil, dejando únicamente el caucho limpio y granulado. Este material es muy versátil y se aplica en una variedad de aplicaciones gracias a sus propiedades elásticas, duraderas y resistentes a la intemperie.

La principal aplicación del caucho granulado es en la construcción de superficies deportivas y de recreo. Se utiliza en el césped artificial de campos de fútbol, canchas de tenis, pistas de atletismo y parques infantiles, proporcionando una superficie amortiguadora que reduce el riesgo de lesiones. Además, el caucho granulado se usa en la fabricación de pavimentos de seguridad y baldosas antideslizantes, así como para la producción de mezclas asfálticas modificadas y productos de impermeabilización.

El caucho granulado también juega un papel importante en la sostenibilidad y la gestión de residuos. El reciclaje de neumáticos en caucho granulado ayuda a reducir los residuos de neumáticos y disminuye la necesidad de materia prima virgen. Este enfoque de reciclaje contribuye a la economía circular, promoviendo el uso de materiales reciclados y la reducción de la huella ambiental. En resumen, el caucho granulado no solo ofrece beneficios prácticos en diversas aplicaciones, sino que también representa un avance significativo hacia prácticas más sostenibles y responsables con el medio ambiente.

Figura 3*Caucho granulado*

Nota: Caucho granulado reciclado, tomado de cauchos dinámicos.

2.2.5.1. Características del caucho granulado

El caucho granulado tiene una serie de características que lo hacen versátil y útil en diversas aplicaciones. Aquí están algunas de sus características más destacadas:

- **Elasticidad y amortiguación:** Su capacidad para absorber impactos y reducir la transmisión de fuerzas lo hace ideal para superficies donde la seguridad es una prioridad, como parques infantiles y gimnasios.
- **Durabilidad:** El caucho granulado es resistente al desgaste, lo que lo convierte en una opción duradera para aplicaciones como pavimentos y relleno de césped artificial.
- **Resistencia a la intemperie:** Este material no se deteriora fácilmente con la exposición al sol, la lluvia o cambios de temperatura, lo que lo hace adecuado para uso exterior.
- **Permeabilidad:** Permite el paso del agua, ayudando a prevenir la acumulación de charcos en superficies exteriores.

- **Propiedades antideslizantes:** Proporciona una superficie segura, especialmente en condiciones húmedas, lo cual es importante para áreas de alto tráfico peatonal.
- **Sostenibilidad:** Al estar hecho de neumáticos reciclados, el caucho granulado contribuye a la reducción de residuos y promueve prácticas sostenibles.
- **Bajo mantenimiento:** Requiere poco mantenimiento comparado con otros materiales, lo que lo hace rentable a largo plazo.
- **Versatilidad:** Puede ser utilizado en una variedad de aplicaciones, desde suelos deportivos y de juegos hasta productos de jardinería y construcción.
- **Aislamiento acústico:** Tiene propiedades que ayudan a reducir el ruido, lo que es beneficioso en aplicaciones como pistas deportivas y suelos de gimnasios.
- **Seguridad ambiental:** Cuando se produce y se usa adecuadamente, el caucho granulado no presenta riesgos significativos para el medio ambiente.

Estas características hacen que el caucho granulado sea una opción popular y eficiente para muchas aplicaciones industriales, comerciales y recreativas.

2.2.5.2. Propiedades del caucho reciclado.

Estas características hacen que el caucho granulado sea una opción popular y eficiente para muchas aplicaciones industriales, comerciales y recreativas.

- **Densidad:** La densidad del caucho granulado puede variar, pero generalmente se encuentra en el rango de 0.5 a 1.2 g/cm³.
- **Elasticidad:** Tiene una alta capacidad de recuperación elástica, lo que le permite volver a su forma original después de ser comprimido.
- **Resistencia a la abrasión:** Posee una excelente resistencia al desgaste y la abrasión, lo que contribuye a su durabilidad en aplicaciones de alto tráfico.
- **Resistencia al desgarro:** Muestra una alta resistencia al desgarro, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que requieren robustez y durabilidad.
- **Amortiguación de impactos:** Su capacidad para absorber y dispersar la energía del impacto reduce el riesgo de lesiones y daños en superficies deportivas y de juego.



- Resistencia a la intemperie: Mantiene sus propiedades físicas y mecánicas incluso después de la exposición prolongada a condiciones climáticas adversas, como luz solar intensa, lluvia y temperaturas extremas.
- Resistencia química: Es resistente a muchos productos químicos, aceites y grasas, lo que lo hace adecuado para aplicaciones industriales.
- Propiedades acústicas: Tiene la capacidad de absorber el sonido, lo que reduce la transmisión de ruido y lo hace útil en aplicaciones donde se requiere aislamiento acústico.
- Comportamiento frente al fuego: Aunque el caucho granulado puede ser inflamable, existen versiones tratadas con retardantes de llama para mejorar su resistencia al fuego.
- Flexibilidad: Mantiene su flexibilidad incluso a bajas temperaturas, lo que permite su uso en una variedad de condiciones ambientales.

Estas propiedades hacen que el caucho granulado sea un material versátil y eficiente para una amplia gama de aplicaciones industriales, comerciales y recreativas.

2.2.6. Fibra de vidrio

Este material está compuesto que se obtiene al entrelazar finos filamentos de vidrio en una estructura textil o en una matriz de resina. Este material posee atributos tan notables como su excepcional resistencia, su bajo peso y su adaptabilidad, que lo hacen idóneo para una amplia gama de aplicaciones en muchos sectores.

El proceso de fabricación de la FV comienza con la fusión de arena de sílice a altas temperaturas para producir vidrio. Los filamentos son tan delgados que son invisibles a simple vista y, cuando se combinan, forman un material muy resistente y duradero.

La fibra de vidrio posee una ventaja notable: su excepcional resistencia a la tracción, lo que permite soportar grandes presiones sin fracturarse. Además, es resistente a la corrosión y a los efectos de la humedad, lo que la hace ideal para entornos donde otros materiales podrían deteriorarse rápidamente. En comparación con otros materiales,

la fibra de vidrio también es relativamente ligera, lo que reduce el peso de los productos finales y facilita su manejo.

La fibra de vidrio se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, desde la industria de la construcción, donde se emplea en paneles y aislamiento, hasta la industria automotriz, donde se utiliza en la fabricación de partes de vehículos debido a su capacidad para mejorar la eficiencia de combustible y reducir el peso. También se encuentra en productos de consumo, como barcos y componentes deportivos, debido a su durabilidad y flexibilidad.

En resumen, la fibra de vidrio es un material versátil y robusto que ofrece numerosas ventajas en términos de resistencia, durabilidad y ligereza, convirtiéndola en una opción preferida en diversas aplicaciones industriales y de consumo.

Figura 4

Fibra de Vidrio



Nota: Fibra de vidrio, tomado de Panelesach.

2.2.6.1. Ventajas de la fibra de vidrio

Alguna de las principales ventajas, son:

- **Alta resistencia y durabilidad:** La fibra de vidrio es extremadamente resistente a la tracción y al impacto. Esta resistencia la hace ideal para aplicaciones que



requieren materiales fuertes y duraderos. Además, posee una notable resistencia a la fatiga, lo que le permite soportar varios ciclos de carga sin experimentar fallos.

- **Ligereza:** A pesar de su resistencia, la FV es significativamente más ligera que muchos otros materiales, como el metal o el concreto. Esta ligereza reduce el peso total de los productos y facilita su transporte e instalación.
- **Resistencia a la corrosión:** La FV no se corroe ni se oxida, lo que la hace adecuada para entornos húmedos o agresivos, como en aplicaciones marítimas o químicas. Esto contribuye a una vida útil prolongada de los productos fabricados con este material.
- **Aislamiento térmico y acústico:** Se emplea con frecuencia en la construcción para mejorar la eficiencia energética de los edificios y mitigar el ruido.
- **Flexibilidad de diseño:** La fibra de vidrio tiene la capacidad de moldearse y formar una gama de configuraciones y dimensiones, lo que permite una gran adaptabilidad en el diseño de los productos. Esto la hace ideal para aplicaciones personalizadas o complejas.
- **Bajo mantenimiento:** Los productos hechos de fibra de vidrio requieren poco mantenimiento. Su resistencia a la corrosión y a las condiciones ambientales reduce la necesidad de reparaciones frecuentes.
- **Eficiencia de costos:** Aunque el costo inicial de la fibra de vidrio puede ser alto, su durabilidad y bajo mantenimiento a menudo resultan en costos totales más bajos a largo plazo. Además, su ligereza puede reducir los costos de transporte e instalación.
- **Resistencia a las flamas y al fuego:** La fibra de vidrio es incombustible y no se desintegra con el calor. Esto la hace adecuada para aplicaciones que requieren resistencia al fuego o que están expuestas a altas temperaturas.



2.2.6.2. Desventajas de la fibra de vidrio

Aquí algunas desventajas del empleo de fibra de vidrio:

- **Costo Inicial Elevado:** Aunque la fibra de vidrio puede ofrecer ahorro a largo plazo, el costo inicial de los materiales y la fabricación puede ser más alto en comparación con algunos materiales tradicionales, como la madera o el plástico.
- **Fragilidad:** Aunque es resistente a la tracción, la fibra de vidrio puede ser frágil en ciertas condiciones. Puede romperse o agrietarse si se somete a impactos severos o a cargas excesivas.
- **Sensibilidad al UV:** La exposición prolongada a la luz ultravioleta (UV) puede degradar la fibra de vidrio con el tiempo, haciéndola más propensa a la debilidad y al deterioro. Esto generalmente se mitiga con recubrimientos protectores, pero es una consideración importante en aplicaciones al aire libre.
- **Problemas de Salud en la Fabricación:** Durante el proceso de fabricación, los trabajadores pueden estar expuestos a polvo de vidrio y otros compuestos que pueden ser irritantes para la piel, los ojos y el sistema respiratorio. Se deben seguir medidas de seguridad adecuadas para minimizar estos riesgos.
- **Dificultad para el Reciclaje:** La FV es difícil de reciclar debido a su estructura compuesta y a los procesos de fabricación involucrados.
- **Aislamiento Incompleto:** Aunque ofrece buen aislamiento térmico y acústico, la fibra de vidrio puede no ser tan eficaz en todas las aplicaciones de aislamiento comparado con materiales especializados, como la espuma rígida o los paneles acústicos avanzados.
- **Costo de Reparación:** Las reparaciones de productos de fibra de vidrio pueden ser complicadas y costosas, especialmente si el daño es extenso. En algunos casos, la reparación puede ser menos práctica que la sustitución completa del producto.
- **Estética:** La apariencia de la fibra de vidrio puede no ser tan atractiva o versátil en términos de acabados estéticos comparada con materiales como la madera o el

metal. Aunque se pueden aplicar recubrimientos o acabados, esto puede aumentar los costos y el tiempo de fabricación.

2.2.6.3. Propiedades de las Fibras de Vidrio

Aquí algunas propiedades de las fibras de vidrio son:

- a) **Alta resistencia a la tracción:** La fibra de vidrio tiene una excelente capacidad para soportar fuerzas tensiles sin romperse, lo que la hace ideal para aplicaciones estructurales y de refuerzo.
- b) **Ligereza:** La densidad de la FV es significativamente menor que la de muchos otros materiales como el metal o el concreto, lo que contribuye a su ligereza y facilita su manejo y transporte.
- c) **Resistencia a la corrosión:** La fibra de vidrio no se oxida, lo que la hace resistente a la exposición a la humedad, productos químicos y otras condiciones ambientales que pueden degradar otros materiales.
- d) **Buena aislación térmica y acústica:** La fibra de vidrio proporciona un buen aislamiento contra el calor y el sonido. Esto la convierte en una opción popular para el aislamiento en la construcción y en aplicaciones industriales.
- e) **Resistencia al fuego:** La fibra de vidrio es incombustible y no contribuye al fuego, Es apropiado para su uso en aplicaciones que necesitan resistencia al fuego y seguridad.
- f) **Flexibilidad de diseño:** Puede adoptar muchas formas y dimensiones, lo que le confiere una gran versatilidad en el diseño de productos. Esto incluye la capacidad de crear formas complejas y detalladas.
- g) **Resistencia a la fatiga:** La FV puede soportar ciclos repetidos de carga y descarga sin perder sus propiedades mecánicas, lo que la hace adecuada para aplicaciones que involucran vibraciones o movimientos repetitivos.

- h) **Resistencia a los productos químicos:** La fibra de vidrio es resistente a los productos químicos, incluidos ácidos y álcalis, lo que la hace adecuada para entornos donde otros materiales pueden descomponerse o deteriorarse.
- i) **Estabilidad dimensional:** Mantiene su forma y tamaño bajo condiciones variadas, lo que es importante para aplicaciones en las que la precisión y la estabilidad son cruciales.

2.2.7. *Propiedades físicas de un concreto*

El hormigón es un material muy extendido, conocido por su resistencia y durabilidad. Sus propiedades físicas son fundamentales para determinar su comportamiento bajo diversas condiciones de carga y ambientales (Pastrana, 2019).

1. **Resistencia a la compresión:**

Es una característica esencial del hormigón que denota su capacidad para resistir las presiones que lo hacen disminuir de tamaño. Esta propiedad se mide en megapascales (MPa) y se determina mediante ensayos normalizados en especímenes cúbicos o cilíndricos. La resistencia a la compresión del concreto depende de la calidad de los materiales utilizados, la proporción de la mezcla, y el proceso de curado. Generalmente, se busca una resistencia mínima especificada para asegurar la integridad estructural de las construcciones.

2. **Densidad:**

La densidad del hormigón se determina dividiendo su masa por su volumen, y se mide en (kg/m^3). La densidad puede variar dependiendo de los componentes de la mezcla, pero típicamente oscila entre 2200 y 2500 kg/m^3 para el concreto normal. La densidad es crucial porque influye en la capacidad de carga y el comportamiento térmico del concreto. Los concretos ligeros, con densidades menores, se utilizan cuando es necesario reducir el peso de la estructura, mientras que los concretos de alta densidad se emplean en aplicaciones donde se requiere una mayor protección contra la radiación o un mayor aislamiento.

3. Porosidad y permeabilidad:

Es la medida de los espacios vacíos dentro del hormigón, mientras que la permeabilidad del hormigón permite que el flujo de fluidos a través de estos espacios vacíos. Una baja porosidad y permeabilidad son deseables porque reducen la absorción de agua.

4. Módulo de elasticidad:

El módulo cuantifica su rigidez, por su capacidad de sufrir una deformación elástica reversible cuando se somete a una fuerza. Se expresa en gigapascales (GPa) y está influenciado por la composición del concreto y su edad. Un mayor módulo de elasticidad indica un material más rígido, que se deforma menos bajo carga.

5. Retracción y fluencia:

Se refiere a la disminución de volumen que se produce en el hormigón cuando fragua y se endurece, causada principalmente por la pérdida de agua. La fluencia es la deformación gradual y continua del hormigón cuando se somete a una carga constante durante un periodo de tiempo. Ambas propiedades pueden afectar la integridad y durabilidad del concreto, por lo que es crucial considerarlas en el diseño y la ejecución de obras.

Estas propiedades físicas del concreto determinan en gran medida su comportamiento en diversas aplicaciones de construcción, desde edificios y puentes hasta carreteras y presas. Comprender y controlar estas propiedades permite a los ingenieros y constructores optimizar la mezcla de concreto y los métodos de construcción para satisfacer las demandas específicas de cada proyecto.

2.2.8.1. Trabajabilidad del concreto

También conocida como asentamiento, es una propiedad fundamental que define la facilidad con la que puede ser manejada, colocada y compactada, sin que se segreguen sus componentes. Esta propiedad es crucial para asegurar una adecuada aplicación y un buen acabado del concreto en cualquier proyecto de construcción. (García R. , 2022).

La trabajabilidad se refiere a la capacidad del concreto fresco para ser mezclado, transportado, vertido y compactado con un esfuerzo mínimo, y a la vez mantener una homogeneidad en su composición. Es una medida de la fluidez y consistencia del concreto fresco, y afecta directamente la calidad y durabilidad del producto final. Una buena trabajabilidad facilita el manejo del concreto, permitiendo que se llene completamente los encofrados y rodee las armaduras de refuerzo sin dejar vacíos o espacios no compactados.

Método del cono de Abrams:

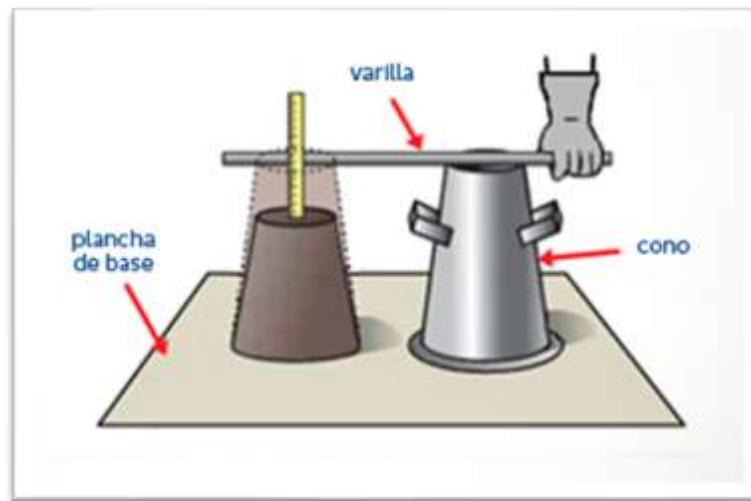
El asentamiento se evalúa comúnmente mediante el ensayo del cono de Abrams. Durante este experimento, se coloca una pieza de hormigón recién preparada dentro de un molde que tiene forma de cono con la parte superior cortada. A continuación, el molde se rellena en tres etapas separadas, y cada capa se comprime utilizando una varilla. A continuación, se extrae el molde en vertical y se cuantifica la reducción de la altura del hormigón (asentamiento). Este valor, expresado en milímetros, indica la consistencia del concreto. Un asentamiento mayor sugiere una mezcla más fluida, mientras que una menor indica una mezcla más seca y rígida.

Tabla 3

Clasificación de trabajabilidad

Consistencia	Slump	Trabajabilidad
Seca	0" a 2"	Poco trabajable
Plástica	3" a 4"	Trabajable
Fluida	> 5"	Muy trabajable

Nota: Trabajabilidad del concreto, tomado de Aceros Arequipa

Figura 5*Asentamiento Slump*

Nota: Prueba de Slump, tomado de Aceros Arequipa.

1. Factores que afectan la trabajabilidad:

Los factores de la trabajabilidad son:

- **Relación Agua-Cemento:** El agua aumenta la fluidez del concreto, mejorando su trabajabilidad.
- **Tamaño de los agregados:** Los agregados finos y redondeados mejoran la trabajabilidad en comparación con los agregados gruesos y angulares, que pueden dificultar el movimiento y compactación de la mezcla.
- **Adiciones y aditivos:** Los aditivos plastificantes tienen la capacidad de mejorar considerablemente la trabajabilidad sin incrementar agua, lo que permite mantener o incluso mejorar la resistencia del concreto.
- **Temperatura y tiempo de mezclado:** Las altas temperaturas pueden acelerar el fraguado del concreto, reduciendo su trabajabilidad con el tiempo. Un tiempo de mezclado adecuado asegura una distribución uniforme de los componentes.

2. Importancia de la trabajabilidad:

Una trabajabilidad suficiente es crucial para garantizar una colocación y compactación adecuadas del hormigón, lo que a su vez afecta a la resistencia, durabilidad y aspecto del producto acabado. En aplicaciones como losas de gran extensión, estructuras con alta densidad de refuerzo o elementos de formas complejas, una alta trabajabilidad es especialmente importante para evitar defectos y asegurar una calidad uniforme (García R. , 2022).

En resumen, la trabajabilidad o asentamiento del concreto es una propiedad crítica que afecta todos los aspectos del manejo y aplicación del concreto fresco. Comprender y controlar esta propiedad permite a los profesionales de la construcción optimizar las mezclas de concreto para cumplir con las exigencias específicas de cada proyecto, garantizando resultados duraderos y de alta calidad.

2.2.8. *Propiedades mecánicas del concreto*

Las propiedades mecánicas del concreto son fundamentales para determinar su comportamiento bajo diferentes tipos de cargas y condiciones (Morales, 2015). Estas propiedades son cruciales para el diseño estructural y la evaluación del rendimiento del concreto.

1. Resistencia a la compresión:

Tiene la capacidad de soportar cargas que tienden a compactar el material. Para medirlo se utilizan (MPa). Las pruebas normalizadas se realizan en probetas cúbicas o cilíndricas tras un tiempo de curado regular, que suele ser de 28 días. Esta característica, que establece la capacidad de carga, lo cual es esencial para la construcción de edificios de hormigón.

2. Resistencia a la tracción:

Se evalúa a través de ensayos de tracción directa, indirecta (ensayo de división brasileño) o flexión. Esta propiedad es importante para entender cómo el concreto

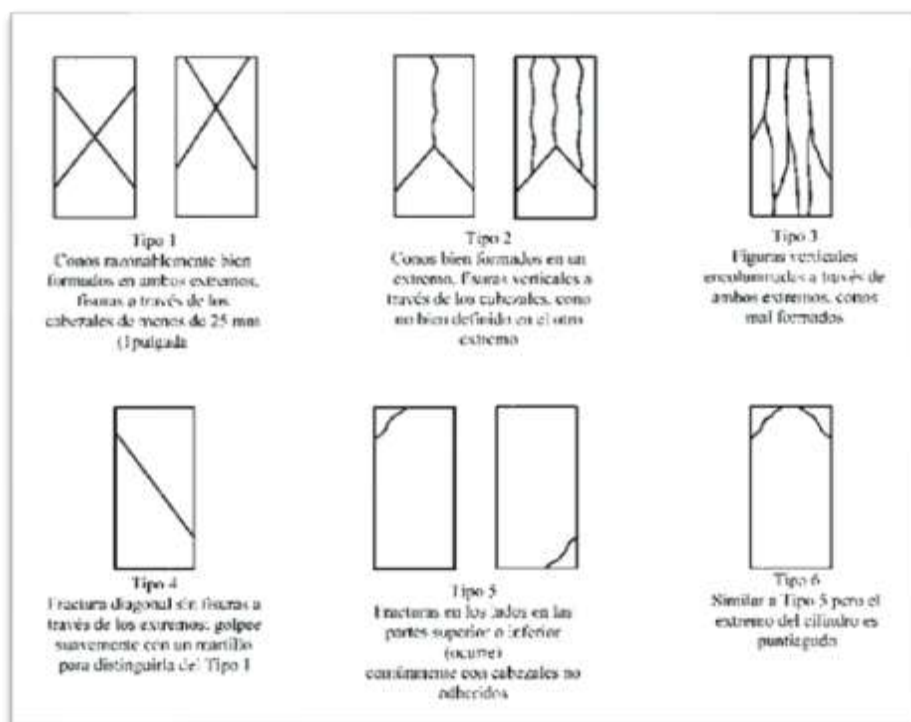
se comportará bajo cargas que tienden a estirarlo y para el diseño de refuerzos que compensen esta debilidad.

3. Resistencia al Corte:

La capacidad del hormigón para resistir las fuerzas que provocan el deslizamiento entre sus partículas se conoce como resistencia al corte. El esfuerzo cortante es un factor crucial a tener en cuenta en el diseño de piezas estructurales como vigas y losas, ya que pueden experimentar presiones considerables que causen esfuerzos cortantes.

Figura 6

Tipos de fallas en rotura de probetas



Nota: Modos de fallas en rotura de testigos, tomado de Docsity.

Para que las construcciones de hormigón sean duraderas y seguras, las cualidades mecánicas del material son cruciales. Los ingenieros y diseñadores deben considerar estas propiedades al seleccionar la mezcla de concreto adecuada y al diseñar elementos

estructurales para que puedan resistir las cargas esperadas y cumplir con los requisitos de desempeño a lo largo de su vida útil. Además, el conocimiento de estas propiedades permite optimizar el uso de materiales y recursos, mejorando la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos.

2.2.9.1. Resistencia a la compresión

La característica más importantes del hormigón es la resistencia a compresión. Se define como la capacidad del concreto para soportar cargas axiales sin fallar, y se mide en MPa o kg/cm². (Hernandez et al., 2019).

La resistencia tiene la capacidad para resistir las fuerzas de compresión a lo largo de su eje hasta que alcanza un estado de fallo. La unidad de medida utilizada normalmente es (MPa) o lb/in² (psi).

Figura 7

Resistencia a compresión



Nota: Esfuerzo a compresión del concreto, tomado de Docsity.

Importancia de la resistencia a la compresión:

- **Diseño estructural:** Determina las dimensiones y el refuerzo necesario en elementos estructurales.



- **Control de calidad:** Asegura que el concreto cumple con las especificaciones de diseño y las normativas de construcción.
- **Durabilidad:** Un concreto con alta resistencia es más durable y resistente a factores ambientales como la congelación, la descongelación y la penetración de sustancias agresivas.

2.3. Marco Conceptual

a) Absorción.

Es la capacidad del material para absorber agua u otros líquidos a través de sus poros capilares. Este proceso es fundamental para determinar la durabilidad y la resistencia del concreto, ya que una alta absorción puede indicar una mayor porosidad y, por lo tanto, una mayor susceptibilidad a daños por congelación y deshielo, ataques químicos y otros factores ambientales.

b) Agregado grueso.

Se refiere a los fragmentos de roca o grava de mayor tamaño, generalmente superiores a 4.75 mm de diámetro, que se mezclan con cemento, agua y arena (agregado fino) para formar el concreto. El agregado grueso proporciona al concreto su estructura interna y contribuye significativamente a su resistencia y durabilidad.

c) Agregado fino.

Los materiales granulares con un tamaño inferior a 4,75 mm de diámetro, como la arena natural o manufacturada, se denominan áridos finos. Al rellenar los huecos dejados por los áridos gruesos, estos áridos mejoran la cohesividad y la trabajabilidad de la mezcla de hormigón. La calidad, granulometría y pureza del agregado fino son cruciales para asegurar la resistencia, durabilidad y acabado superficial del concreto.



d) Caucho granulado.

El caucho granulado se refiere a un material reciclado derivado de neumáticos usados que se ha procesado y triturado en partículas pequeñas. Cuando se usan como agregados para el concreto, el caucho granulado puede mejorar ciertas propiedades del material, como su resistencia al impacto y su capacidad de absorción de sonido.

e) Concreto.

Cemento, agua y partículas finas y gruesas son los ingredientes del concreto. Estos componentes se mezclan en una proporción precisa para crear una pasta que se endurece gradualmente y se solidifica. Este material es famoso por su gran resistencia a la compresión, su larga duración y su adaptabilidad, lo que lo hace ideal para muchos fines estructurales, como cimientos, columnas, pavimentos y construcciones arquitectónicas.

f) Contenido de humedad.

Es la cantidad de agua que presenta la mezcla, incluyendo tanto el agua libre como la que está químicamente unida con los componentes del cemento. Esta propiedad es esencial, ya que afecta de forma directa a la trabajabilidad del concreto fresco y en sus propiedades mecánicas y de durabilidad una vez endurecido. Un contenido de humedad adecuado permite que el proceso de hidratación se realice de manera óptima, garantizando que el concreto alcance la resistencia y estabilidad deseadas.

g) Diseño de mezclas.

Es el procedimiento utilizado para calcular las proporciones más eficaces de cemento, agua, áridos finos y gruesos y aditivos necesarias para obtener las



características deseadas en el concreto. Este procedimiento tiene en cuenta aspectos como la resistencia necesaria para el concreto.

h) Fibra de vidrio.

Es un tipo de refuerzo que se añade a las mezclas de hormigón para mejorar sus propiedades. Está formada por finos hilos de vidrio. La introducción de FV en el concreto puede mejorar su capacidad para soportar la tensión, disminuir la presencia de grietas y prolonga su longevidad.

i) Granulometría.

La granulometría es la medida que describe la distribución de partículas de un árido en función de su tamaño. Se determina mediante el tamizado, donde se utilizan mallas o tamices de diferentes aberturas para clasificar las partículas.

j) Permeabilidad.

Es la capacidad de un material para dejar pasar líquidos, como el agua, mediante sus poros y espacios se denomina permeabilidad. La permeabilidad del concreto es un factor crítico para su durabilidad, ya que una alta permeabilidad puede permitir la entrada de agua y sustancias agresivas, como cloruros y sulfatos, que pueden causar corrosión en el refuerzo y deterioro en la estructura.

k) Trabajabilidad.

El término trabajabilidad describe la sencillez con la que un hormigón recién mezclado puede manipularse, moverse, colocarse y compactarse sin que los ingredientes que lo componen se separen. Esta propiedad es crucial para asegurar una colocación eficiente y homogénea, y afecta directamente la calidad final del concreto endurecido. La trabajabilidad se puede medir utilizando el ensayo de asentamiento o Slump test, donde se evalúa la fluidez del concreto.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de la investigación

Según Creswell y Creswell (2017), el diseño se define como el plan general que guía la recolección y el análisis de datos en un estudio específico. Es fundamental garantizar los resultados para que sean auténticos, fiables y ampliamente aplicables.

El presente estudio presenta un diseño **experimental**, para manipular las dosificación de los aditivo, que en este caso son (cauchos granulados y fibras de vidrio), en la dosificación de concreto. El propósito es evaluar las propiedades del concreto. Donde se determinará los porcentajes y comparará el diseño del ensayo con caucho granulado y fibra de vidrio con un diseño patrón.

3.2. Método de la investigación

Según Hernández et al., (2014, pág. 198) el método se basa en principios y procedimientos que guían la planificación, ejecución y análisis de los datos de un estudio.

Este estudio presenta un método **cuantitativo**, ya que se centra en variables con valores numéricos medibles. El objetivo es investigar si la inclusión de caucho granulado y fibras de vidrio afectan a las propiedades del concreto.

3.3. Nivel y tipo de la investigación

3.3.1. Nivel de la investigación

Según, Arias (2012) La investigación explicativa, también conocida como investigación causal, es el nivel más profundo, ya que busca entender las relaciones de causa y efecto entre las variables. El propósito es explicar por qué y cómo ocurre un fenómeno, identificando las causas subyacentes y los efectos que generan.

El presente estudio presenta un nivel **explicativo**, ya que utiliza marcos y procesos teóricos para analizar la relación causa-efecto entre el caucho granulado y la fibra de vidrio y las propiedades del CP en el distrito de Azángaro.

3.3.2. Tipo de la investigación

Según (Hernández & Mendoza, 2018) el objetivo de la investigación aplicada es dar respuestas tangibles a situaciones concretas y abordar problemas del mundo real. Se basa en la aplicación de conocimientos generados por la investigación básica para abordar necesidades prácticas y resolver problemas del mundo real.

Este estudio demuestra el tipo de investigación **aplicada**, ya que su propósito es preparar adecuadamente el hormigón permeable e incluir la fibra de vidrio utilizando las cantidades y los métodos adecuados con el fin de obtener los resultados deseados para las pruebas a las que se someterá el material.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Es un conjunto de objetos o personas que se ajustan a los criterios particulares examinados en una investigación se denomina población de la investigación. La población de la investigación, según (Hernández & Mendoza, 2018), es el universo del que se seleccionará la muestra del estudio.

La población para este estudio serán los concretos permeables producidos en el distrito de Azángaro, con un $F'c=175$ kg/cm² y agregados extraídos de la cantera Azángaro.

3.4.2. Muestra

Un conjunto representativo de la población objetivo elegido para participar en un estudio concreto se denomina muestra de investigación. Según Hernández et al., (2018), la muestra es un grupo más pequeño que se elige para investigar, lo que puede ser inviable o impracticable en muchos casos.

Para el presente estudio, la muestra se compone de muestras de briquetas de concreto en estado endurecido, que son el concreto patrón sin la adición de materiales a añadir, como la incorporación de caucho granulado (CG) y fibra de vidrio (FV) en función del concreto.

Tabla 4

Cantidad de muestra para permeabilidad de CPP, CG y FV

CPP, CG y FV	
Inclusión	Unidades
CPP	2
CPP + 1.5% CG	2
CPP + 2.0% CG	2
CPP + 2.5% CG	2
CPP + 0.3% FV	2
CPP + 0.6% FV	2
CPP + 0.9% FV	2
Total	14

Nota: CPP, CG (Caucho granulado) y FV (Fibra de Vidrio)

Tabla 5*Cantidad de muestras por briquetas de CPP, CG y FV*

Cemento (Tipo I)	Número de probetas por ensayo				Total
	3 días	7 días	14 días	28 días	
F'c =175 kg/cm ²	4	4	4	4	16
Con incorporación	3 días	7 días	14 días	28 días	
1.5% CPP+CG	4	4	4	4	16
2.0% CPP+CG	4	4	4	4	16
2.5% CPP+CG	4	4	4	4	16
0.3% CPP+FV	4	4	4	4	16
0.6% CPP+FV	4	4	4	4	16
0.9% CPP+FV	4	4	4	4	16
Total					112

Nota: Totalidad de briquetas para el concreto permeable

La tabla 6, se indica el número total de briquetas necesarias para las mediciones de permeabilidad, que es de 14 unidades. Además, se necesitan 16 briquetas para el CPP y 112 briquetas para el CPP con aditivos CG y FV.

También se indica a continuación la cantidad de ingredientes necesarios para producir muestras de hormigón permeable, junto con la inclusión de FV y caucho granulado:

Tabla 6*Materiales por briqueta*

Materiales por briqueta				
Material	M. Húmedo (kg/m³)	Vol. Briqueta (m³)	% Desp.	Cant. Mat. (gr)
Cemento	297.10	0.0053	1.05	1653.36
Ag. Fino	752.20	0.0053	1.05	4185.99
Ag. Grueso	1037.23	0.0053	1.05	5772.19
Agua	162.42	0.0053	1.05	903.88
1.5%CG	4.595	0.0053	1.05	25.57
2.0%CG	6.126	0.0053	1.05	34.09
2.5%CG	7.658	0.0053	1.05	42.62
0.3%FV	0.919	0.0053	1.05	5.11
0.6%FV	1.838	0.0053	1.05	10.23
0.9%FV	2.757	0.0053	1.05	15.34

La tabla 6, muestra las cantidades de cada componente necesarias para hacer una unidad de briqueta: 1653.36 gramos de cemento, 4185.99 gramos de agregado fino, 5772.19 gramos de agregado grueso y 0,90 litros de agua. También incluye los pesos variables y las distintas proporciones de caucho granulado y fibra de vidrio.

Tabla 7*Materiales para el total de briquetas*

Materiales por el total de briquetas			
Material	Cant. Mat./und (gr)	Cant. Muestras (und)	Cant. Mat. Total (kg)
Cemento	1653.36	112	185.18
Ag. Fino	4185.99	112	468.83
Ag. Grueso	5772.19	112	646.49
Agua	903.88	112	101.23
0.3%CG	25.57	112	2.86
0.6%CG	34.09	112	3.82

0.9%CG	42.62	112	4.77
1.5%FV	5.11	112	0.57
2.0%FV	10.23	112	1.15
2.5%FV	15.34	112	1.72

La tabla 7, muestra las cantidades de cada material necesarias para la producción de 112 unidades de briquetas. Estas cantidades incluyen 185.18 kg (4 bls.) de cemento, 468.83 kg de AF, 646.49 kg de AG y 101.23 lt de agua. Además, la tabla indica las cantidades de 2.86 kg, 3.82 kg y 4.77 kg para 0,3%CG, 0,6%CG y 0,9%CG respectivamente. Por último, muestra 0.57 kg, 1.15 kg y 1.72 kg para 1,5%VF, 2,0%VF y 2,5%VF en cada caso.

3.5. Técnicas e instrumentos

3.5.1. Técnicas

Son herramientas y procedimientos utilizados para recoger datos de manera sistemática y rigurosa a lo largo de la investigación. Según, Silvestre y Huamán (2019) las técnicas son cruciales para obtener datos pertinentes y fiables que permitan responder a las interrogantes formuladas.

En el presente estudio, las técnicas utilizadas y desarrolladas son las siguientes:

- Ensayos físicos.
- Ensayos mecánicos.
- Diseño de mezcla para el concreto con la inclusión de caucho granulado y fibra de vidrio.
- Ensayo de trabajabilidad de la mezcla fresca.
- Ensayo de resistencia.
- Ensayo de coeficiente de permeabilidad.

3.5.2. Instrumentos

Son herramientas o medios utilizados para recopilar datos en el proceso de investigación. Según (Hernández & Mendoza, 2018) estos instrumentos son diseñados específicamente para medir, observar o registrar las variables de interés en un estudio.

- Equipos y herramientas de laboratorio.
- Fichas.
- Software de análisis de datos.

3.6. Procedimientos

Según (Hernández & Mendoza, 2018), los procedimientos de la investigación abarcan una serie de pasos y acciones que incluyen desde la planificación y diseño del estudio hasta la recopilación, análisis e interpretación de datos.

Los métodos utilizados en este estudio estuvieron determinados por los objetivos particulares que se plantearon; estos objetivos se proporcionaron en tres etapas: campo, laboratorio y gabinete, cada una de las cuales se describe con mayor profundidad a continuación:

3.6.1. Etapa de campo

Seguidamente se detallan los primeros protocolos de campo:

- a) Recolección de las muestras:** Se llevó a cabo el proceso de recogida de los agregados de la cantera de Azángaro, para sus posteriores ensayos.

3.6.2. Etapa de laboratorio

En este punto, se han realizado las pruebas y ensayos establecidos para los agregados recogidos en la cantera de Azángaro, centrándose específicamente en las pruebas de calidad. A continuación se describen los siguientes pasos:



a) Ensayo de contenido de humedad: de acuerdo con el MTC E 108 y ASTM D-2216, pretende calcular la cantidad de humedad presente en un suelo mediante el proceso de secado de la muestra.

Procedimiento:

- Se obtiene y luego se pesa una respectiva muestra.
- La muestra se somete a una temperatura de 110°C en un horno durante 24 horas, o hasta que alcanza un peso estable.
- Después de sacar la muestra de la estufa, se pesa nuevamente para determinar el peso de la muestra seca.
- Luego, el contenido de humedad se calcula dividiendo el peso del agua perdida durante el proceso de secado por el peso del suelo seco y multiplicando por 100.
- Este cálculo proporciona el contenido de humedad como porcentaje del peso de la muestra seca.
- A continuación, se detalla el cálculo del contenido de humedad mediante el siguiente método.

Cálculo:

Formula:

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

Donde:

W : Contenido de humedad (%)

W_w: Peso del agua

W_s : Peso seco del material

Figura 8

Secado de la muestra en el horno



b) Ensayo de análisis granulométrico. El ensayo se realiza según el MTC E 107 y ASTM D-422, en la cual se sigue un procedimiento estándar que implica los siguientes pasos:

Procedimiento:

- Se recoge una muestra y se somete a desecación en un horno a temperatura controlada para eliminar cualquier contenido de humedad.
- Luego la muestra se pasa por una secuencia de tamices con orificios cada vez más grandes, desde el tamiz de mayor abertura hasta el de menor abertura.
- Calculamos la proporción de material que permanece en cada tamizado.

- Una vez obtenidos los datos, se elabora una curva granulométrica que muestra la distribución granulométrica en la muestra de suelo.
- Por último, se realiza un análisis de los datos para conocer la composición granulométrica e identificar las proporciones de materiales finos y gruesos presentes en la muestra.

Cálculos:

El análisis granulométrico calcula la proporción de material que se mantiene en los tamices y la cantidad de material que pasa cada tamiz. dichos porcentajes se calculan mediante una secuencia de operaciones matemáticas sencillas consecutivas.

Figura 9

Tamizado de la muestra





c) Ensayo de peso específico. El objetivo principal del ensayo de peso específico es determinar la relación de la masa y el volumen determinado de material y la masa del mismo volumen de agua a una temperatura específica. Este valor es importante porque afecta directamente la estabilidad y resistencia de las estructuras construidas con dichos materiales.

Procedimiento:

- Colocar el material de ensayo (por ejemplo, suelo, agregados) en un horno a una temperatura de 105°C a 110°C hasta que se elimine toda la humedad. Esto puede tardar varias horas o incluso un día completo, dependiendo del tipo de material y su contenido de humedad inicial.
- Dejar enfriar el material seco a temperatura ambiente en un desecador para evitar que absorba humedad del ambiente.
- Utilizar una balanza con una precisión mínima de 0.01 gramos.
- Colocar una cantidad conocida de material seco en un recipiente limpio y seco, y pesarlo. Registrar el peso exacto del material seco.
- Llenado del picnómetro y asegurarse de que el picnómetro esté limpio y seco antes de usarlo.
- Transferir cuidadosamente el material seco al picnómetro.
- Llenar el picnómetro con agua destilada hasta aproximadamente la mitad de su capacidad para evitar la formación de burbujas de aire.
- Agitar suavemente el picnómetro para liberar cualquier burbuja de aire atrapada en el material.
- Sigue añadiendo agua destilada al picnómetro hasta que el nivel del agua alcance la marca designada en el picnómetro.
- Coloque el picnómetro lleno en la balanza y documente la masa total, que engloba la masa del picnómetro, la sustancia desecada y el agua purificada.

- Para realizar los cálculos con precisión, es esencial medir el peso del picnómetro mientras está lleno únicamente de agua destilada hasta la marca designada, y documentar esta medición.
- Consulte la densidad del agua destilada a la temperatura específica de la prueba (a menudo 20°C), ya que la densidad del agua experimenta pequeñas variaciones con la temperatura.

Figura 10

Pesado del picnómetro



- d) Ensayo de abrasión.** El ensayo de abrasión según MTC E 207 y ASTM C-535 se realiza una prueba para determinar el grado de degradación del material expuesto a una carga abrasiva.

Procedimiento:

- La muestra se coloca en un cilindro junto con la carga abrasiva y se gira a una velocidad de 30 a 33 r.p.m. a 500 revoluciones durante un período de tiempo específico.
- Posteriormente, la muestra se divide y la sustancia que queda en un tamiz determinado se mide en peso.
- El % de desgaste se determina restando el peso final del material del peso inicial, dividiendo el resultado por el peso original y multiplicándolo por 100.
- La carga abrasiva y el tiempo de giratorio varían según la granulometría de ensayo (A, B, C o D) y el tipo de material.
- Finalmente se registra los pesos iniciales y finales.
- A continuación, se detalla el cálculo del ensayo de abrasión mediante la siguiente fórmula.

Cálculo:

Fórmula de desgaste de la muestra:

$$(\%)Pérdida = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

e) Diseño de mezclas. Para realizar el diseño, especialmente en el contexto de pavimentos asfálticos, se siguen procedimientos específicos que involucran la selección y combinación de materiales para lograr las propiedades deseadas en la mezcla. Algunos pasos comunes en el diseño de mezclas de pavimentos asfálticos incluyen.

- Selección de materiales.
- Caracterización de materiales.
- Determinación de proporciones.
- Control de calidad.



f) Ensayo de asentamiento.

El ensayo de cono de Abrams, a veces denominado ensayo de asentamiento, se utiliza para evaluar la fluidez y plasticidad del hormigón recién colocado. La norma NTP 339.035 describe el procedimiento para realizar este ensayo.

Procedimiento:

- Se requiere un cono de Abrams, una tabla de compactación, una regla, una pala, un recipiente para la mezcla y una superficie plana y lisa para hacer el ensayo.
- Luego se prepara una muestra representativa de concreto fresco, que debe estar bien mezclada y libre de segregación.
- El cono Abrams se coloca en la mesa de compactación y se llena con la muestra de hormigón en tres niveles uniformes, cada uno de los cuales se compacta mediante un número predeterminado de golpes con la barra de compactación. Después de cada capa, se alisa la superficie con la regla.
- El cono Abrams se levanta con cuidado para evitar cavidades y se retira vertical y uniformemente una vez rellenos y compactados los tres niveles.
- Se mide la distancia de la superficie del hormigón y la parte superior del cono. Esta medida se utilizará para determinar el asentamiento del hormigón.

Cálculo:

El valor de asentamiento obtenido se compara con los requisitos de asentamiento especificados en el diseño del concreto. El asentamiento es una indicación de la trabajabilidad y la consistencia del concreto, y puede afectar la facilidad de colocación y la calidad del producto final.

Figura 11

Trabajabilidad del concreto



g) Ensayo de resistencia a la compresión.

Es un procedimiento normalizado empleado para calcular la capacidad del concreto para aguantar presiones. La NTP 339.183 hace referencia el procedimiento para realizar este ensayo.

Procedimiento:

- Se preparan cilindros de concreto de tamaño estándar, generalmente con diámetros de 15cm y alturas de 30cm. Estas probetas se fabrican utilizando una muestra de concreto fresco y se compactan en moldes específicos para garantizar la uniformidad y la homogeneidad del material.
- Después de la fabricación, las probetas se colocan en una cámara de curado o se cubren con material húmedo para mantener una temperatura y humedad constantes durante el período de curado, que suele ser de 3, 7, 14, 28 días según las prácticas comunes.
- Las probetas se ponen en un dispositivo de ensayo y se someten a compresión hasta que se fracturan. Durante el ensayo, se registran las mediciones de cargas y deformaciones.

- Se documenta la carga máxima a la que puede fallar la probeta. Este número se utiliza para calcular la resistencia del concreto, que suele indicarse en unidades de presión como MPa o psi.
- Se documenta la capacidad de carga máxima de la probeta antes de fallar. Este número se utiliza en el cálculo de la resistencia del hormigón, que suele indicarse en unidades de presión como MPa o psi.

Figura 12

Resistencia a la compresión



3.6.3. Etapa de gabinete

Los procedimientos descritos aquí describen los procedimientos generales utilizados en la fase de oficina para analizar e interpretar los datos recogidos en las etapas de campo y laboratorio:



- a) **Análisis de los resultados de laboratorio.** Durante esta fase, los resultados de laboratorio se calcularon, analizaron e interpretaron mediante un software especializado. Este software se utilizó para generar tablas y figuras para mejorar la comprensión.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados obtenidos

4.1.1. Características físicas del agregado de cantera Azángaro

Los agregados obtenidos en la cantera Azángaro son los siguientes:

4.1.1.1. Peso específico y absorción

Los siguientes datos muestran los resultados obtenidos para la gravedad específica y la absorción del agregado de arena y grava obtenido de la cantera de Azángaro:

Tabla 8

Peso específico y absorción de agregados de cantera Azángaro.

	Peso específico (gr/cm³)	Absorción (%)
Arena	2.49	3.39
Grava	2.36	3.14

4.1.1.2. Análisis granulométrico de grava

Los datos proporcionados presentan el estudio granulométrico de la grava, que tenía un peso de inicio 3500 gr y un TMN de 3/8 pulgadas:

Tabla 9

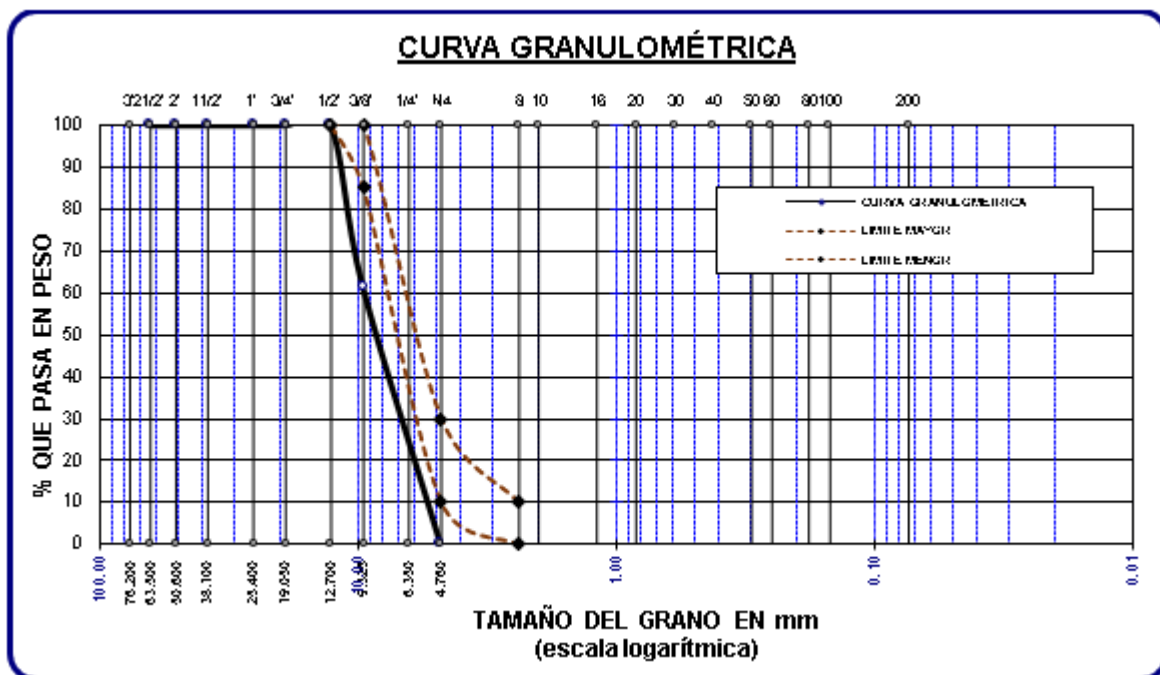
Granulometría del agregado grueso de cantera Azángaro

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"					
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
3/8"	1348.00	38.51	38.51	61.49	85 - 100 %
1/4"	-	-	-	-	-
No4	2152.00	61.49	100.00	0.00	0 - 10 %
BASE	0.00	0.00	100.00	0.00	
TOTAL	3500.00	100.00			
% PERDIDA	0.00				

La tabla 9, presenta los porcentajes que pasa del agregado grueso quedando fuera del rango especificado, indicativo de que el agregado tiene una gradación mala.

Figura 13

Curva granulométrica de agregado grueso



La figura 13, ilustra la gradación del agregado grueso, donde nos da una gradación inadecuada que se sale del rango requerido.

4.1.2. Características mecánicas del agregado de cantera Azángaro

Las características de los agregados para concreto convencional, se evalúan mediante el ensayo de abrasión de la cantera Azángaro.

Tabla 11

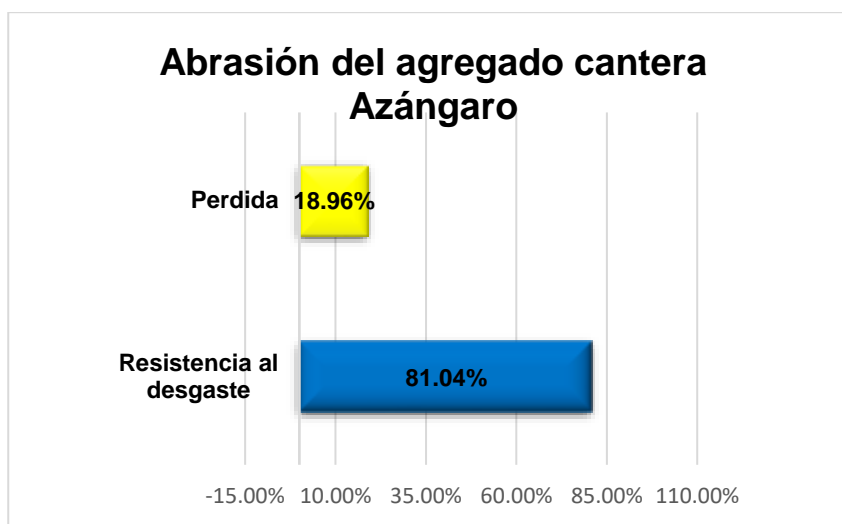
Desgaste del agregado natural de cantera Azángaro

Abrasión de agregados naturales	
Gradación	M - 1
1 1/2" - 1"	1250.00
1" - 3/4"	1252.00
3/4" - 1/2"	1249.00
1/2" /3/8"	1253.00
Resistencia al desgaste	81.04%
Pérdida	18.96%

La tabla 11, presenta los porcentajes de resistencia al desgaste y la pérdida del agregado de la cantera Azángaro, con un 18.96% de pérdida.

Figura 15

Porcentaje de desgaste del agregado natural de cantera Azángaro



La figura 15, presenta los valores de desgaste y el valor del agregado de la cantera Azángaro, con valores de 18.96% y 81.04% correspondientemente.

4.1.2.1. Diseño de mezclas para el concreto permeable

a) Proporciones para el diseño de mezclas del concreto permeable

Se describen las proporciones de materiales para para un CP, de resistencia 175 kg/cm², basadas en los registros de calidad del laboratorio.

Se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 12

Dosificación según diseño de mezcla

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	311.25	1.00	311.25
Agua	118.68	0.38	93.14
A. Grueso	1380.34	4.44	1446.60
A. Fino	73.62	0.24	74.14
Aire	18.0%		18.0%

La Tabla 12, se presentan las dosificaciones de los materiales a emplearse en la elaboración del CP, incluyendo un 18.0% de aire.

b) Proporciones para el diseño de mezcla del CP + 1.5% Caucho Granulado

Tabla 13

Diseño de mezcla para el CP + 1.5% CG

Agregado	Dosificación en Peso seco	Proporción en Volumen	Dosificación en Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	311.25	1.00	311.25
Agua	118.68	0.38	93.14
A. Grueso	1380.34	4.44	1446.60
A. Fino	73.62	0.24	74.14
Aire	18.0%		18.0%
1.5% CG	4.669	0.0150	4.669

La tabla 13, presenta los resultados del diseño de mezclas de CP + 1.5% CG, con cantidades de caucho granulado de 4.67 kg para la adición de 1.5%.

c) Proporciones para el diseño de mezcla del CP + 2.0% Caucho Granulado**Tabla 14***Dosificación para diseño de mezcla del CP + 2.0% CG*

Agregado	Dosificación en	Proporción en	Dosificación en
	Peso seco	Volumen	Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	311.25	1.00	311.25
Agua	118.68	0.38	93.14
A. Grueso	1380.34	4.44	1446.60
A. Fino	73.62	0.24	74.14
Aire	18.0%		18.0%
2.0% CG	6.225	0.0200	6.225

La tabla 14, presenta los resultados del diseño de mezclas de CP + 2.0% CG, con cantidades de caucho granulado de 6.23 kg para la adición de 2.0%.

d) Proporciones para el diseño de mezcla del CP + 2.5% Caucho Granulado**Tabla 15***Dosificación para diseño de mezcla del CP + 2.5% CG*

Agregado	Dosificación en	Proporción en	Dosificación en
	Peso seco	Volumen	Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	311.25	1.00	311.25
Agua	118.68	0.38	93.14
A. Grueso	1380.34	4.44	1446.60
A. Fino	73.62	0.24	74.14
Aire	18.0%		18.0%
2.5% CG	7.781	0.0250	7.781

La tabla 15, presenta los resultados del diseño de mezclas de CP + 2.5% CG, con cantidades de caucho granulado de 7.78 kg para la adición de 2.5%.

e) Proporciones para el diseño de mezcla del CP + 0.3% Fibra de Vidrio**Tabla 16***Dosificación para diseño de mezcla del CP + 0.3% FV*

Agregado	Dosificación en	Proporción en	Dosificación en
	Peso seco	Volumen	Peso húmedo
	(Kg/m3)	Peso Seco	(Kg/m3)
Cemento	311.25	1.00	311.25
Agua	118.68	0.38	93.14
A. Grueso	1380.34	4.44	1446.60
A. Fino	73.62	0.24	74.14
Aire	18.0%		18.0%
0.3% FV	0.934	0.0030	0.934

La tabla 16, presenta los resultados del diseño de mezclas de CP + 0.3% FV, con cantidades de FV de 0.93 kg para la adición de 0.3%.

f) Proporciones para el diseño de mezcla del CP + 0.6% Fibra de Vidrio**Tabla 17***Dosificación para diseño de mezcla del CP + 0.6% FV*

Agregado	Dosificación en	Proporción en	Dosificación en
	Peso seco	Volumen	Peso húmedo
	(Kg/m3)	Peso Seco	(Kg/m3)
Cemento	311.25	1.00	311.25
Agua	118.68	0.38	93.14
A. Grueso	1380.34	4.44	1446.60
A. Fino	73.62	0.24	74.14
Aire	18.0%		18.0%
0.6% FV	1.868	0.0060	1.868

La tabla 17, presenta los resultados del diseño de mezclas de CP + 0.6% FV, con cantidades de fibra de vidrio de 1.87 kg para la adición de 0.6%.

g) Proporciones para el diseño de mezcla del CP + 0.9% Fibra de Vidrio

Tabla 18

Dosificación para diseño de mezcla del CP + 0.9% FV

Agregado	Dosificación en	Proporción en	Dosificación en
	Peso seco	Volumen	Peso húmedo
	(Kg/m ³)	Peso Seco	(Kg/m ³)
Cemento	311.25	1.00	311.25
Agua	118.68	0.38	93.14
A. Grueso	1380.34	4.44	1446.60
A. Fino	73.62	0.24	74.14
Aire	18.0%		18.0%
0.9% FV	2.801	0.0090	2.801

La tabla 18, presenta los resultados del diseño de mezclas del CP + 0.9% FV, con cantidades de fibra de vidrio de 2.80 kg para la adición de 0.9%.

4.2. Trabajabilidad de la mezcla del CPP f'c 175 kg/cm²

4.2.1. Evaluación de la trabajabilidad

Para medir el asentamiento, se utilizó un cono de Abrams con las siguientes dimensiones: altura = 30 cm, un diámetro sup. = 10 cm y un diámetro inf. = 20 cm. La mezcla se compactó empleando una varilla de acero de $\varnothing \frac{3}{4}$ " y 60 cm de longitud. La mezcla se dividió en tres capas uniformes, cada una de las cuales fue compactada con 25 golpes para conseguir una superficie nivelada.

a) Trabajabilidad del CPP + Caucho granulado

Tabla 19

Trabajabilidad del concreto patrón + CG

Descripción	Medida del asentamiento		Consistencia	Trabajabilidad
	Asentamiento			
	In	cm		
CP	0.20	0.51	Seca	Poco trabajable
CP + 1.5% CG	0.25	0.64	Seca	Poco trabajable
CP + 2.0% CG	0.10	0.25	Seca	Poco trabajable
CP + 2.5% CG	0.00	0.00	Seca	Poco trabajable

Nota: Elaborado por el tesista



La Tabla 19, muestra cómo la adición de caucho granulado en diferentes proporciones afecta la trabajabilidad del concreto patrón. Ya que con inclusiones de 1.5%, 2.0% y 2.5%, las medidas del asentamiento fueron 0.25", 0.10" y 0.0". Esto indica que el asentamiento desciende a medida que incrementa la cantidad de caucho granulado. Por lo tanto, puede concluirse que el concreto se vuelve más estable a medida de la inclusión del CG.

b) Trabajabilidad del CPP + Fibra de vidrio

Tabla 20

Trabajabilidad del concreto patrón + FV

Descripción	Medida del asentamiento		Consistencia	Trabajabilidad
	Asentamiento			
	In	cm		
CP	0.20	0.51	Seca	Poco trabajable
CP + 0.3% FV	0.10	0.25	Seca	Poco trabajable
CP + 0.6% FV	0.20	0.51	Seca	Poco trabajable
CP + 0.9% FV	0.35	0.89	Seca	Poco trabajable

Nota: Elaborado por el tesista

La Tabla 20, muestra cómo la adición de FV en diferentes proporciones afecta la trabajabilidad del concreto patrón. Ya que con adiciones de 0.3%, 0.6% y 0.9%, las medidas del asentamiento fueron 0.10", 0.20" y 0.35". Esto indica que el asentamiento incrementa mínimamente a medida que se adiciona la cantidad de FV.

4.3. Resistencia a compresión del concreto permeable

a) Resistencia a Compresión del CPP – 7 días

A continuación se muestran las cifras obtenidas para las resistencias tras los 7 días:

Tabla 21

Resistencia del CPP

Resistencia a compresión CPP			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	117.68		5.07
B-2	114.85		2.54
B-3	116.24	112.00	3.79
B-4	114.40		2.14
\bar{X}	115.79	-	3.39

La tabla 21, presenta los esfuerzos del CPP. Dichos resultados se obtuvieron tras someter al concreto a esfuerzos superiores al 65% de su punto de rotura durante 7 días de fraguado. La desviación media de los resultados fue del 3,39%.

Figura 16

Esfuerzo del CPP – 7 días de fraguado



La figura 16, presenta el esfuerzo del CPP, obteniendo unos resultados de 115,79 kg/cm², que supera el 65% del diseño tras 7 días de fraguado, que es de 112,00 kg/cm².

b) Resistencia a compresión del CPP – 14 días

A continuación se muestran las cifras obtenidas para las resistencias tras los 14 días:

Tabla 22

Resistencia del CPP

Resistencia a compresión CPP			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	160.32		2.93
B-2	161.14	155.75	3.46
B-3	157.93		1.40
B-4	160.03		2.75
\bar{X}	159.85	-	2.64

La tabla 22, presenta los esfuerzos del CPP. Dichos resultados se obtuvieron tras someter al concreto a esfuerzos superiores al 90% de su punto de rotura durante 14 días de fraguado. La desviación media de los resultados fue del 2,64%.

Figura 17

Esfuerzo del CPP – 14 días de fraguado



En la figura 17, se presenta el esfuerzo del CPP, obteniendo unos resultados de 159,85 kg/cm², que supera el 65% del diseño tras 14 días de fraguado, que es de 155,75 kg/cm².

c) Resistencia a compresión del CPP – 28 días

A continuación se muestran las cifras obtenidas para las resistencias tras los 28 días:

Tabla 23

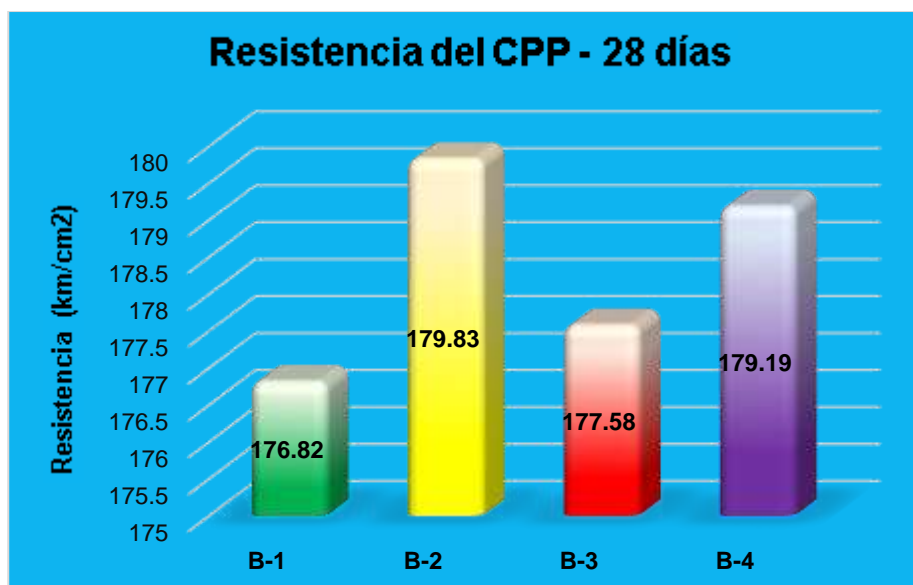
Resistencia del CPP

Resistencia a compresión CPP			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	176.82		2.06
B-2	179.83	173.25	3.80
B-3	177.58		2.50
B-4	179.19		3.43
\bar{X}	178.35	-	2.95

La tabla 23, presenta los esfuerzos del CPP. Dichos resultados se obtuvieron tras someter al concreto a esfuerzos superiores al 100% de su punto de rotura durante 28 días de fraguado. La desviación media de los resultados fue del 2,95%.

Figura 18

Esfuerzo del CPP – 28 días de fraguado



En la figura 18, se presenta el esfuerzo del CPP, obteniendo unos resultados de 178,35 kg/cm², que supera el 65% del diseño tras 28 días de fraguado, que es de 173,25 kg/cm².

4.3.1. Resistencia a compresión del CPP + Caucho Granulado

4.3.1.1. Resistencia a compresión del CPP + 1.5% CG a 7 Días

Tabla 24

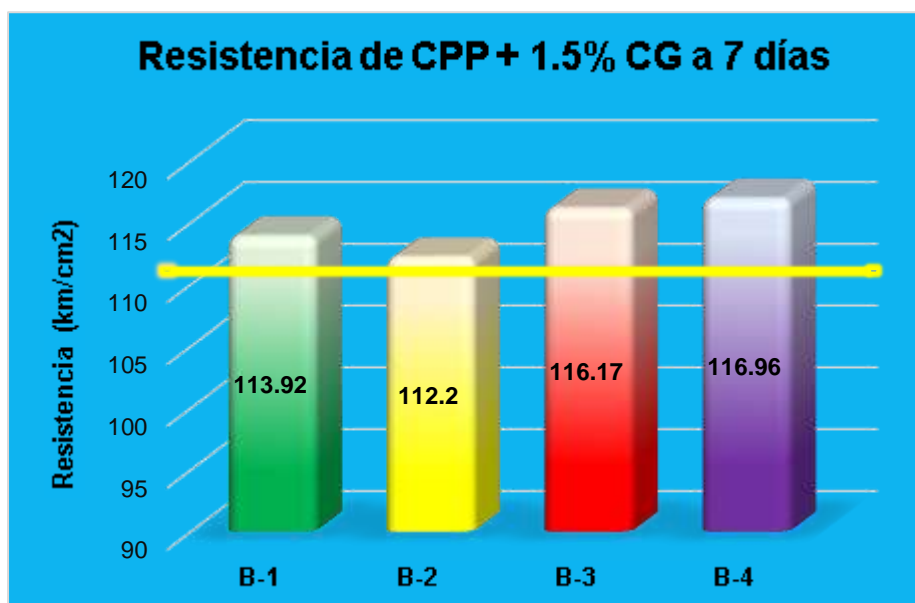
Resistencia del CPP + 1.5% CG

Resistencia a compresión CPP+1.5% CG			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	113.92	112.00	1.71
B-2	112.20		0.18
B-3	116.17		3.72
B-4	116.96		4.43
\bar{X}	114.81	-	1.51

La tabla 24, presenta las resistencias alcanzadas del CPP, con una adición de 1.5% CG, obteniendo una resistencia superior al 65% tras 7 días de curado, con una desviación media del 1.51%.

Figura 19

Variación del CPP + 1.5% CG



La figura 19, muestra la variación del CPP con adición de 1.5% de caucho granulado, con un promedio de 114.81 kg/cm² que supera los 112.00 kg/cm² de diseño tras 7 días de fraguado.

4.3.1.2. Resistencia a compresión del CPP + 1.5% CG a 14 Días

Tabla 25

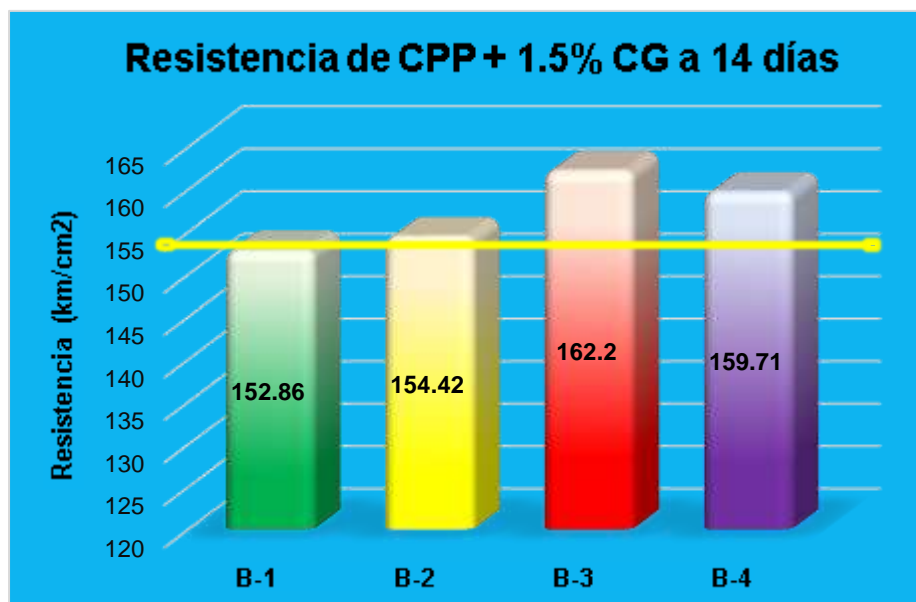
Resistencia del CPP + 1.5% CG

Resistencia a compresión CPP+1.5% CG			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	152.86	155.75	-1.86
B-2	154.42		-0.85
B-3	162.20		4.14
B-4	159.71		2.54
\bar{X}	157.29	-	0.99

La tabla 25, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 1.5% CG, obteniendo una resistencia a compresión superior al 90% tras 14 días de fraguado, con una desviación media del 0.99%.

Figura 20

Variación del CPP + 1.5% CG



La figura 20, muestra la variación del CPP con adición de 1.5% de caucho granulado, con un promedio de 157.29 kg/cm² que supera los 155.75 kg/cm² de diseño tras 14 días de fraguado.

4.3.1.3. Resistencia a compresión del CPP + 1.5% CG a 28 Días

Tabla 26

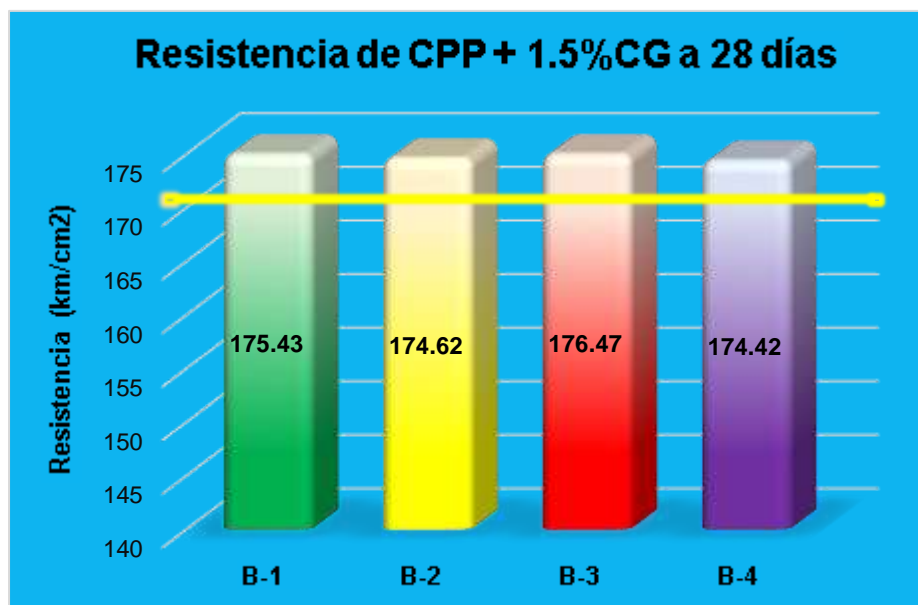
Resistencia del CPP + 1.5% CG

Resistencia a compresión CPP+1.5% CG			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	175.43	173.25	1.26
B-2	174.62		0.79
B-3	176.47		1.86
B-4	174.42		0.68
\bar{X}	175.23	-	1.15

La tabla 26, muestra los resultados del CPP, con una adición de 1.5% CG, obteniendo una resistencia a compresión superior al 100% tras 28 días de curado, con una desviación media del 1.15%.

Figura 21

Variación del CPP + 1.5% CG



La figura 21, muestra la variación del CPP con adición de 1.5% de caucho granulado, con un promedio de 175.23 kg/cm² que supera los 173.25 kg/cm² de diseño tras 28 días de fraguado.

4.3.1.4. Resistencia a compresión del CPP + 2.0% CG a 7 Días

Tabla 27

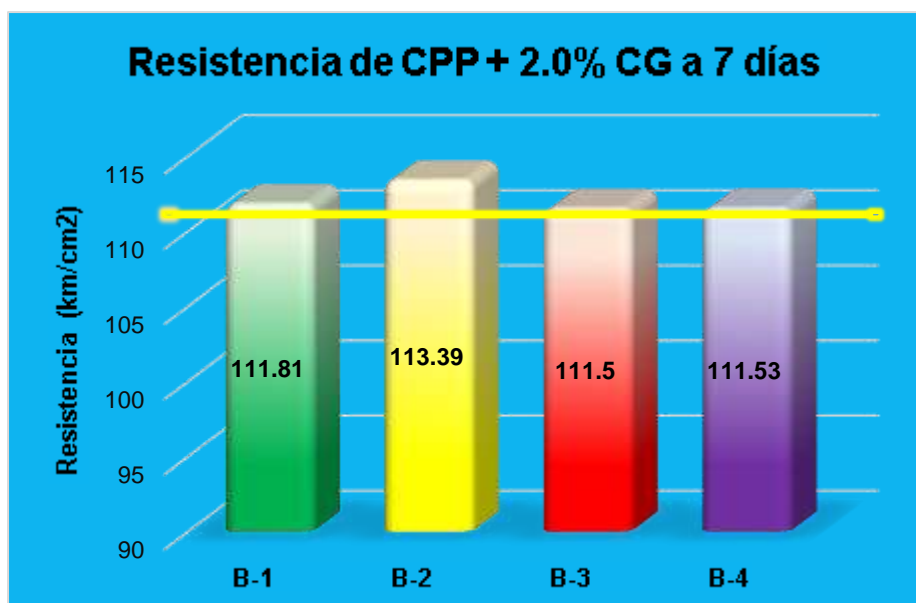
Resistencia del CPP + 2.0% CG

Resistencia a compresión CPP+2.0% CG			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	111.81	112.00	-0.17
B-2	113.39		1.24
B-3	111.50		-0.45
B-4	111.53		-0.42
\bar{X}	112.06	-	0.05

La tabla 27, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 2.0% CG, obteniendo una resistencia superior al 65% tras 7 días de curado, con una desviación media del 0.05%.

Figura 22

Variación del CPP + 2.0% CG



La figura 22, muestra la variación del CPP con adición de 2.0% de caucho granulado, con un promedio de 112.06 kg/cm² que supera los 112.00 kg/cm² de diseño tras 7 días de fraguado.

4.3.1.5. Resistencia a compresión del CPP + 2.0% CG a 14 Días

Tabla 28

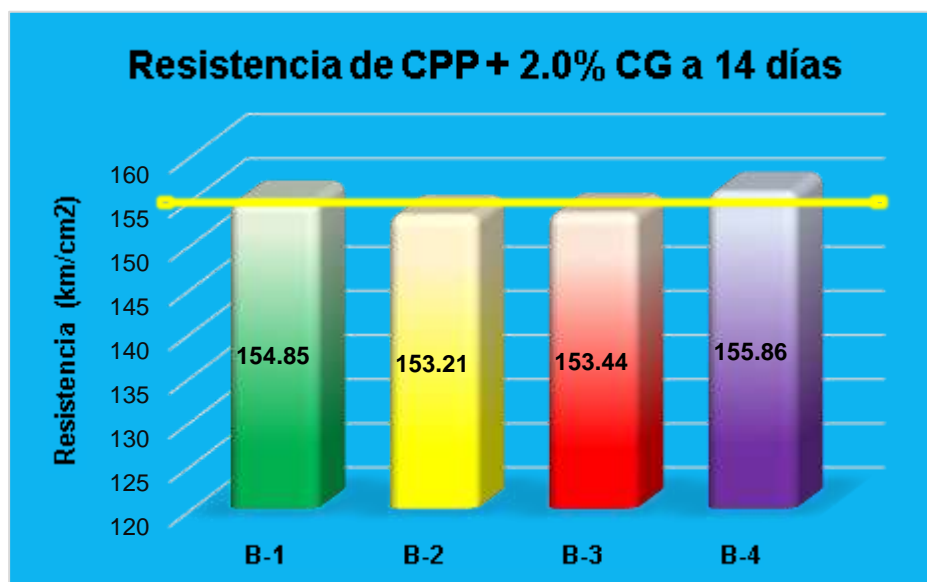
Resistencia del CPP + 2.0% CG

Resistencia a compresión CPP+2.0% CG			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	154.85		-0.58
B-2	153.21		-1.63
B-3	153.44	155.75	-1.48
B-4	155.86		0.07
\bar{X}	154.34	-	-0.91

La tabla 28, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 2.0% CG, obteniendo un descenso en la resistencia inferior al 90% tras 14 días de curado, con una desviación descendiente de 0.91%.

Figura 23

Variación del CPP + 2.0% CG



La figura 23, muestra la variación del CPP con adición de 2.0% de caucho granulado, con un promedio de 154.34 kg/cm² que desciende los 155.75 kg/cm² de diseño tras 14 días de fraguado.

4.3.1.6. Resistencia a compresión del CPP + 2.0% CG a 28 Días

Tabla 29

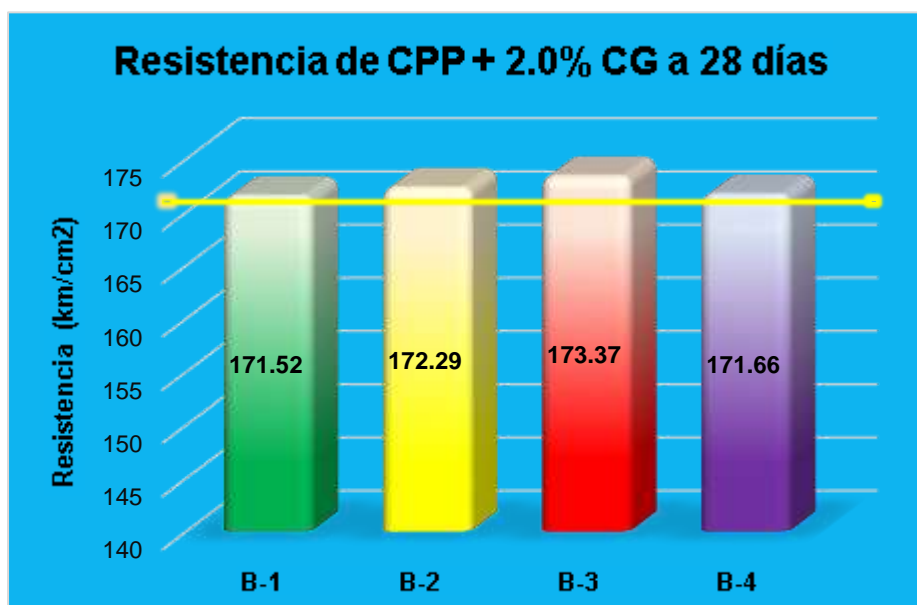
Resistencia del CPP + 2.0% CG

Resistencia a compresión CPP+2.0% CG			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	171.52	173.25	-1.00
B-2	172.29		-0.55
B-3	173.37		0.07
B-4	171.66		-0.92
\bar{X}	172.21	-	-0.60

La tabla 29, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 2.0% CG, obteniendo un descenso en la resistencia inferior al 100% tras 28 días de curado, con una desviación descendiente de 0.60%.

Figura 24

Variación del CPP + 2.0% CG



La figura 24, muestra la variación del CPP con adición de 2.0% de caucho granulado, con un promedio de 172.21 kg/cm² que desciende los 173.25 kg/cm² de diseño tras 28 días de curado.

4.3.1.7. Resistencia a compresión del CPP + 2.5% CG a 7 Días

Tabla 30

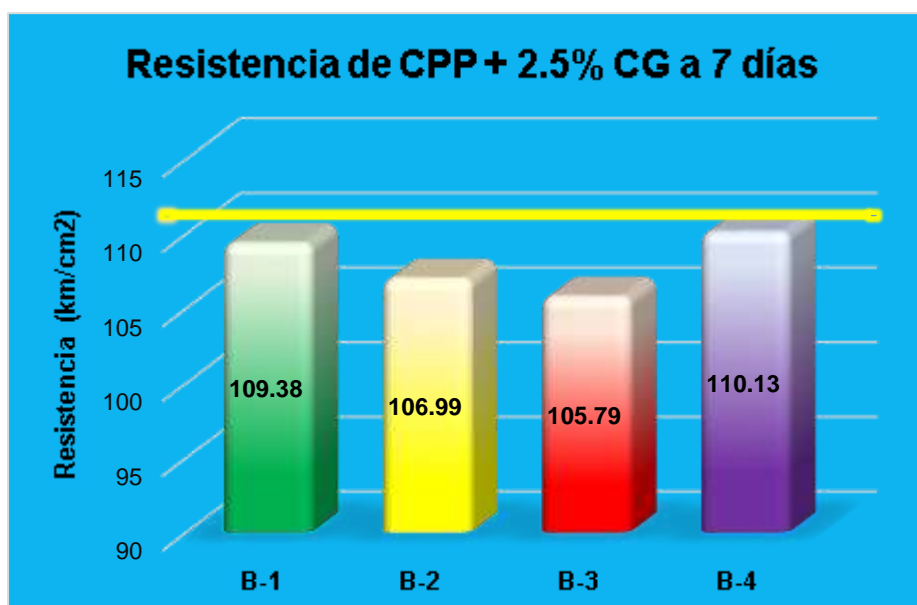
Resistencia del CPP + 2.5% CG

Resistencia a compresión CPP+2.5% CG			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	109.38	112.00	-2.34
B-2	106.99		-4.47
B-3	105.79		-5.54
B-4	110.13		-1.67
\bar{X}	108.07	-	-3.51

La tabla 30, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 2.5% CG, obteniendo un descenso en la resistencia inferior al 65% tras 7 días de curado, con una desviación descendiente de 3.51%.

Figura 25

Variación del CPP + 2.5% CG



La figura 25, muestra la variación del CPP con adición de 2.5% de caucho granulado, con un promedio de 108.07 kg/cm² que desciende los 112.00 kg/cm² de diseño tras 7 días de fraguado.

4.3.1.8. Resistencia a compresión del CPP + 2.5% CG a 14 Días

Tabla 31

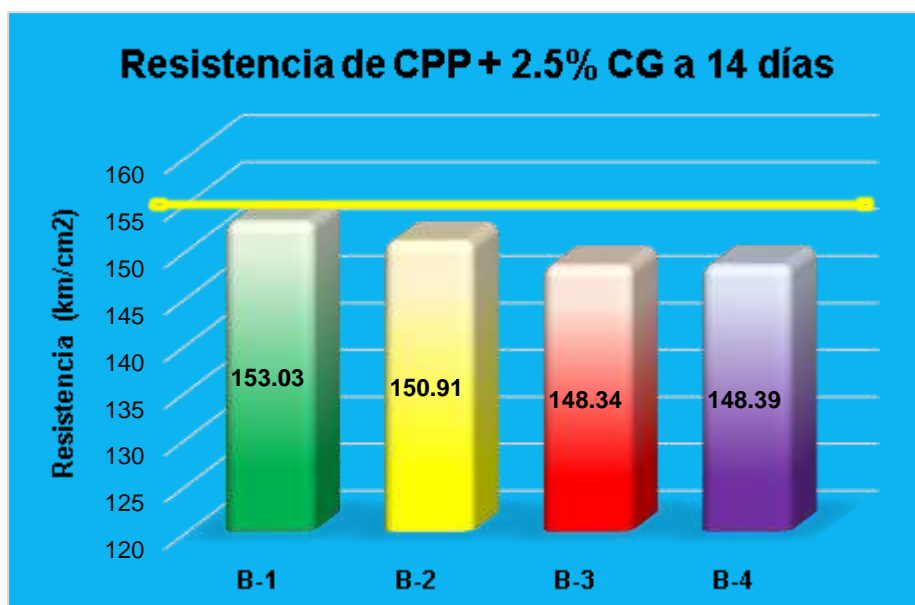
Resistencia del CPP + 2.5% CG

Resistencia a compresión CPP+2.5% CG			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	153.03	155.75	-1.75
B-2	150.91		-3.11
B-3	148.34		-4.76
B-4	148.39		-4.73
\bar{X}	150.17	-	-3.59

La tabla 31, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 2.5% CG, obteniendo un descenso en la resistencia inferior al 90% tras 14 días de curado, con una desviación descendiente de 3.59%.

Figura 26

Variación del CPP + 2.5% CG



La figura 26, muestra la variación del CPP con adición de 2.5% de caucho granulado, con un promedio de 150.17 kg/cm² que desciende los 155.75 kg/cm² de diseño tras 14 días de fraguado.

4.3.1.9. Resistencia a compresión del CPP + 2.5% CG a 28 Días

Tabla 32

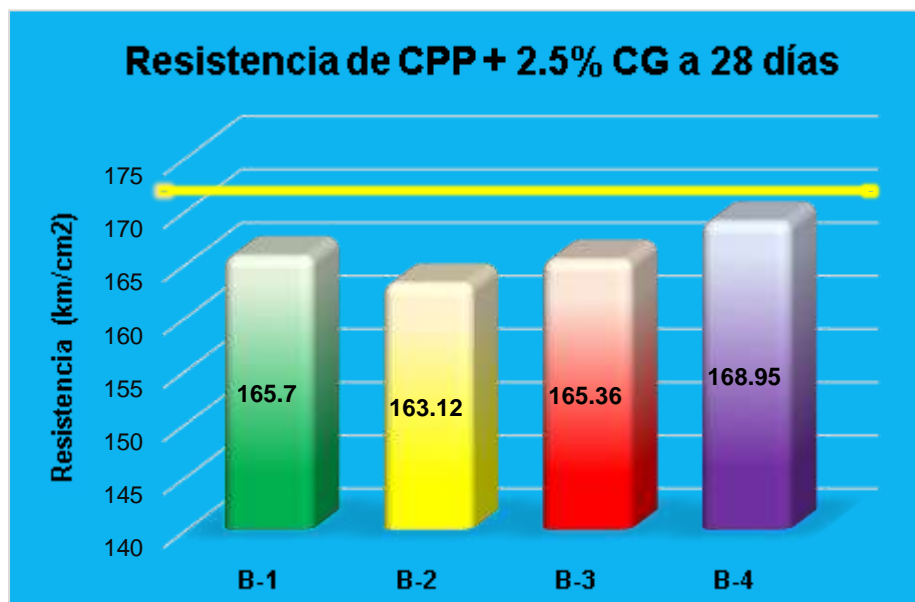
Resistencia del CPP + 2.5% CG

Resistencia a compresión CPP + 2.5% FV			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	165.70	173.25	-4.36
B-2	163.12		-5.85
B-3	165.36		-4.55
B-4	168.95		-2.48
\bar{X}	165.78	-	-4.31

La tabla 32, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 2.5% CG, obteniendo un descenso en la resistencia inferior al 100% tras 28 días de curado, con una desviación descendiente de 4.31%.

Figura 27

Variación del CPP + 2.5% CG



La figura 27, muestra la variación del CPP con adición de 2.5% de caucho granulado, con un promedio de 165.78 kg/cm² que desciende los 173.25 kg/cm² de diseño tras 28 días de fraguado.

4.3.2. Resistencia a compresión del CPP + Fibra de Vidrio

4.3.2.1. Resistencia a compresión del CPP + 0.3% FV a 7 Días

Tabla 33

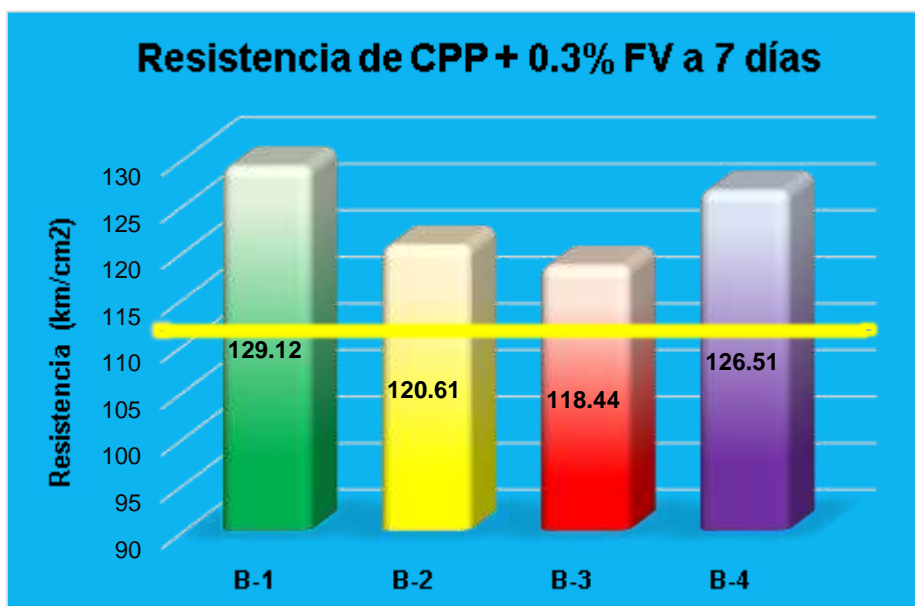
Resistencia del CPP + 0.3% FV

Resistencia a compresión CPP+0.3% FV			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	129.12	112.00	15.29
B-2	120.61		7.69
B-3	118.44		5.75
B-4	126.51		12.96
\bar{X}	123.67	-	10.42

La tabla 33, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 0.3% FV, obteniendo una resistencia a compresión superior al 65% tras 7 días de curado, con una variación media del 10.42%.

Figura 28

Variación del CPP + 0.3% FV



La figura 28, muestra la variación del CPP con adición de 0.3% de FV, con un promedio de 123.67 kg/cm² que supera los 112.00 kg/cm² de diseño tras 7 días de fraguado.

4.3.2.2. Resistencia a Compresión del CPP + 0.3% FV a 14 Días

Tabla 34

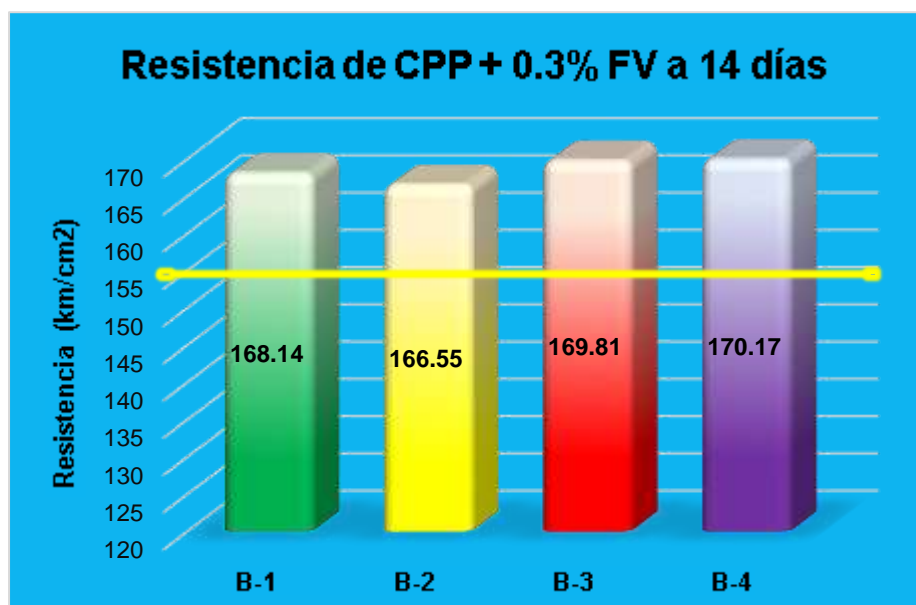
Resistencia del CPP + 0.3% FV

Resistencia a compresión CPP+0.3% FV			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	168.14		7.96
B-2	166.55		6.93
B-3	169.81	155.75	9.03
B-4	170.17		9.26
\bar{X}	168.67	-	8.30

La tabla 34, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 0.3% FV, obteniendo una resistencia a compresión superior al 90% tras 14 días de curado, con una desviación media del 8.30%.

Figura 29

Variación del CPP + 0.3% FV



La figura 29, muestra la variación del CPP con adición de 0.3% de FV, con un promedio de 168.67 kg/cm² que supera los 155.75 kg/cm² de diseño tras 14 días de fraguado.

4.3.2.3. Resistencia a compresión del CPP + 0.3% FV a 28 Días

Tabla 35

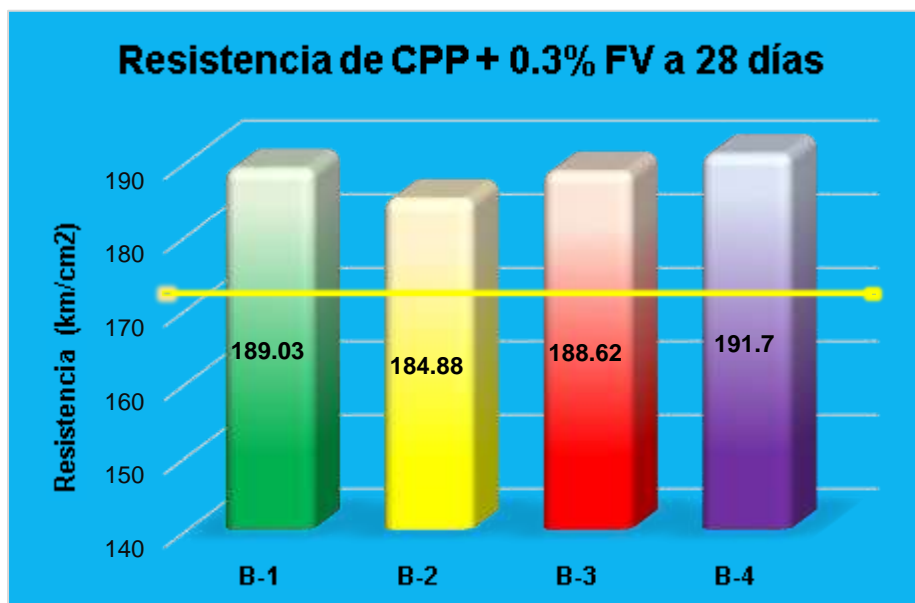
Resistencia del CPP + 0.3% FV

Resistencia a compresión CPP+0.3 FV			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	189.03	173.25	9.11
B-2	184.88		6.71
B-3	188.62		8.87
B-4	191.70		10.65
\bar{X}	188.56	-	8.84

La tabla 35, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 0.3% FV, obteniendo una resistencia superior al 100% tras 28 días de curado, con una variación media del 8.84%.

Figura 30

Variación del CPP + 0.3% FV



La figura 30, muestra la variación del CPP con adición de 0.3% de FV, con un promedio de 188.56 kg/cm² que supera los 173.25 kg/cm² de diseño tras 28 días de fraguado.

4.3.2.4. Resistencia a compresión del CPP + 0.6% FV a 7 Días

Tabla 36

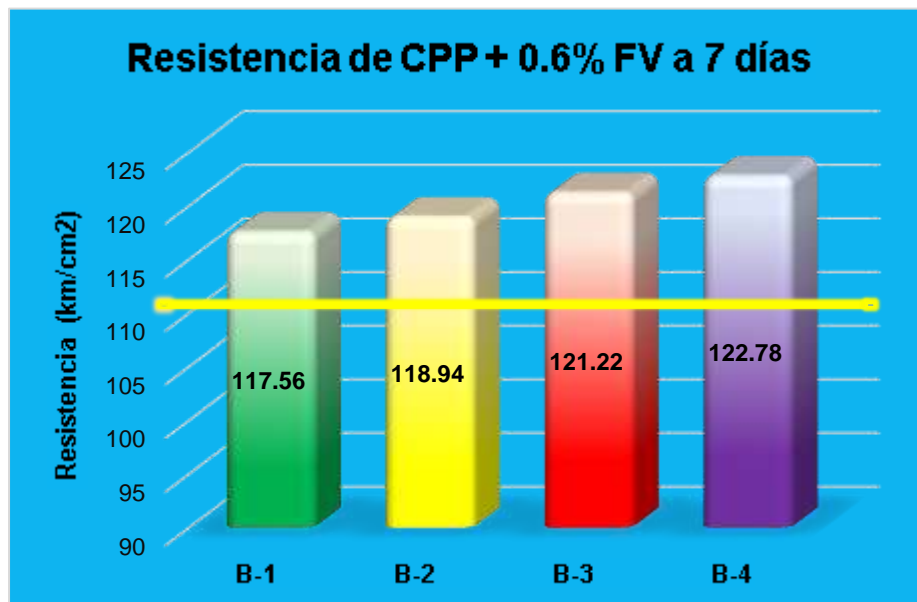
Resistencia del CPP + 0.6% FV

Resistencia a compresión CPP+0.6% FV			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	117.56		4.96
B-2	118.94		6.20
B-3	121.22	112.00	8.23
B-4	122.78		9.63
\bar{X}	120.13	-	7.26

La tabla 36, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 0.6% FV, obteniendo una resistencia superior al 65% tras 7 días de curado, con una desviación media del 7.26%.

Figura 31

Variación del CPP + 0.6% FV



La figura 31, muestra la variación del CPP con adición de 0.6% de FV, con un promedio de 120.13 kg/cm² que supera los 112.00 kg/cm² de diseño tras 7 días de fraguado.

4.3.2.5. Resistencia a compresión del CPP + 0.6% FV a 14 Días

Tabla 37

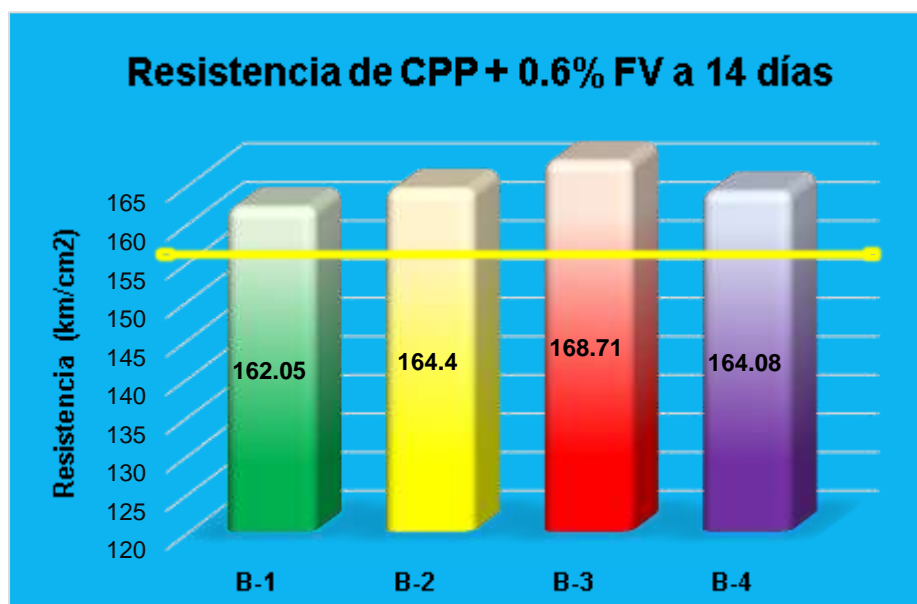
Resistencia del CPP + 0.6% FV

Resistencia a compresión CPP+0.6% FV			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	162.05		4.04
B-2	164.40		5.55
B-3	168.71	155.75	8.32
B-4	164.08		5.35
\bar{X}	164.81	-	5.82

La tabla 37, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 0.6% FV, obteniendo una resistencia superior al 90% tras 14 días de curado, con una desviación media del 5.82%.

Figura 32

Variación del CPP + 0.6% FV



La figura 32, muestra la variación del CPP con adición de 0.6% de FV, con un promedio de 164.81 kg/cm² que supera los 155.75 kg/cm² de diseño tras 14 días de fraguado.

4.3.2.6. Resistencia a compresión del CPP + 0.6% FV a 28 Días

Tabla 38

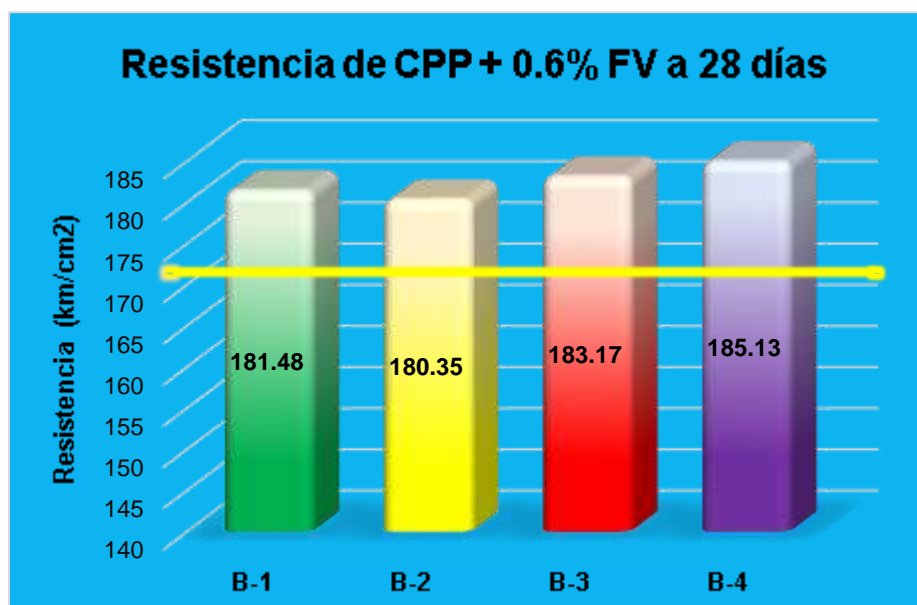
Resistencia del CPP + 0.6% FV

Resistencia a compresión CPP+0.6% FV			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	181.48	173.25	4.75
B-2	180.35		4.10
B-3	183.17		5.73
B-4	185.13		6.86
\bar{X}	182.53	-	5.36

La tabla 38, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 0.6% FV, obteniendo una resistencia a compresión superior al 100% tras 28 días de curado, con una desviación media del 5.36%.

Figura 33

Variación del CPP + 0.6% FV



La figura 33, muestra la variación del CPP con adición de 0.6% de FV, con un promedio de 182.53 kg/cm² que supera los 173.25 kg/cm² de diseño tras 28 días de fraguado.

4.3.2.7. Resistencia a compresión del CPP + 0.9% FV a 7 Días

Tabla 39

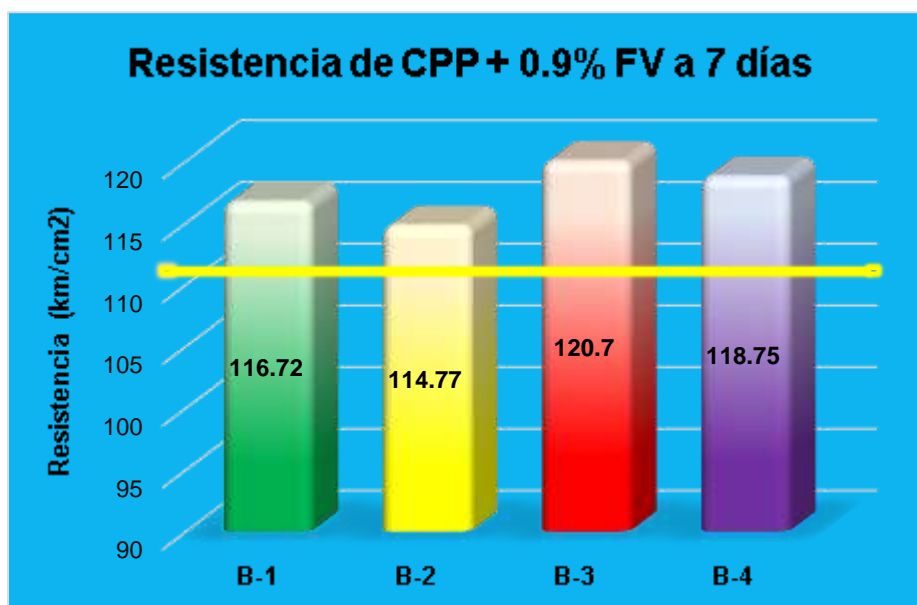
Resistencia del CPP + 0.9% FV

Resistencia a compresión CPP+0.9% FV			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	116.72		4.21
B-2	114.77		2.47
B-3	120.70	112.00	7.77
B-4	118.75		6.03
\bar{X}	117.74	-	5.12

La tabla 39, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 0.9% FV, obtuvo una resistencia a compresión superior al 65% tras 7 días de curado, con una desviación media del 5.12%.

Figura 34

Variación del CPP + 0.9% FV



La figura 34, muestra la variación del CPP con adición de 0.9% de FV, con un promedio de 117.74 kg/cm² que supera los 112.00 kg/cm² de diseño tras 7 días de fraguado.

4.3.2.8. Resistencia a compresión del CPP + 0.9% FV a 14 Días

Tabla 40

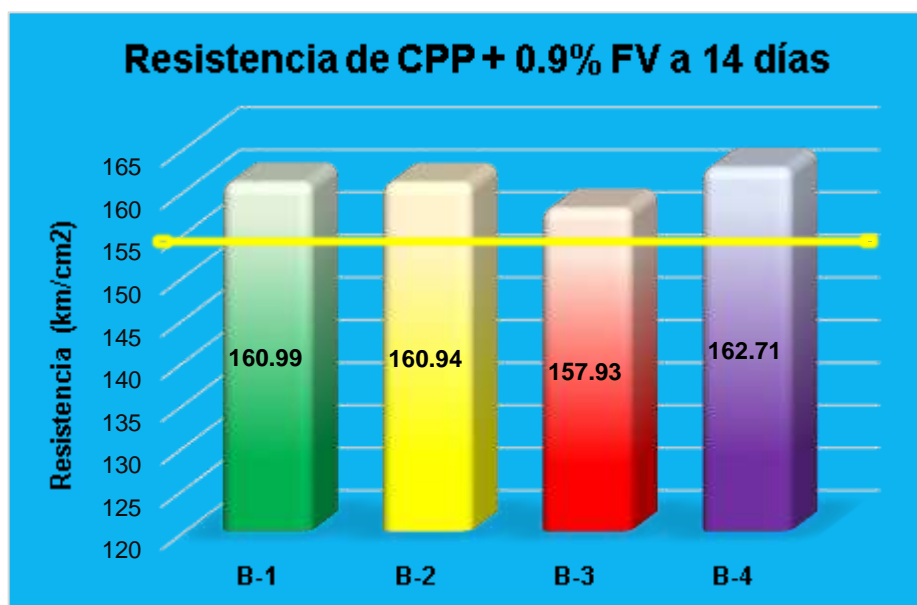
Resistencia del CPP + 0.9% FV

Resistencia a compresión CPP+0.9% FV			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	160.99		3.36
B-2	160.94		3.33
B-3	157.93	155.75	1.40
B-4	162.71		4.47
\bar{X}	160.64	-	3.14

La tabla 40, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 0.9% FV, obtuvo una resistencia a compresión superior al 90% tras 14 días de curado, con una desviación media del 3.14%.

Figura 35

Variación del CPP + 0.9% FV



La figura 35, muestra la variación del CPP con adición de 0.9% de FV, con un promedio de 160.64 kg/cm² que supera los 155.75 kg/cm² de diseño tras 14 días de curado.

4.3.2.9. Resistencia a compresión del CPP + 0.9% FV a 28 Días

Tabla 41

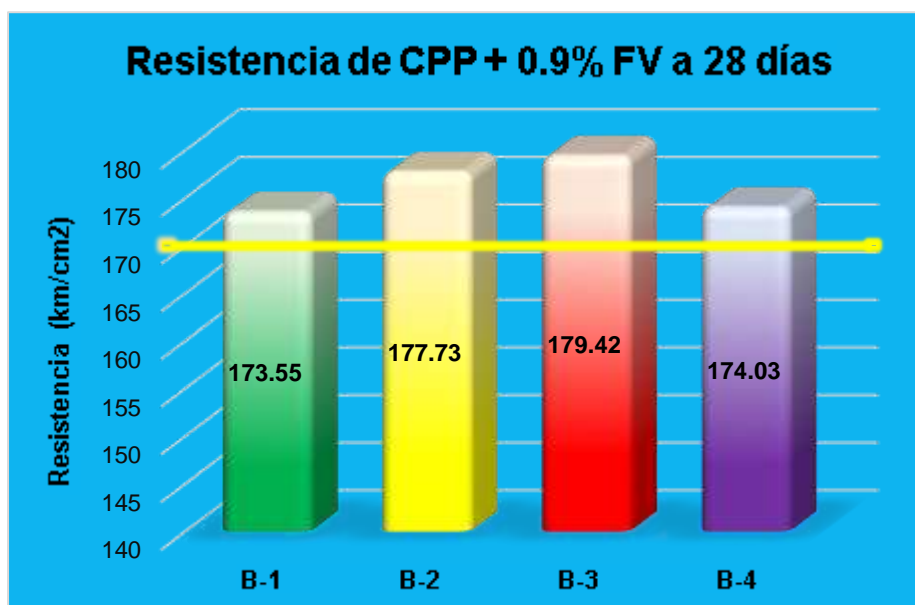
Resistencia del CPP + 0.9% FV

Resistencia a compresión CPP			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
B-1	173.55		0.17
B-2	177.73		2.59
B-3	179.42	173.25	3.56
B-4	174.03		0.45
\bar{X}	176.18	-	1.69

La tabla 41, presenta las resistencias del CPP, con una adición de 0.9% FV, obteniendo una resistencia a compresión superior al 100% tras 28 días de curado, con una desviación media del 1.69%.

Figura 36

Variación del CPP + 0.9% FV



La figura 36, muestra la variación del CPP con adición de 0.9% de FV, con un promedio de 176.18 kg/cm² que supera los 173.25 kg/cm² de diseño tras 28 días de fraguado.

4.3.3. Comparativo de resistencias a la compresión de CPP, +%CG y +%FV

4.3.3.1. Comparativo de las resistencias del concreto + CG a 7 Días

El reporte presenta los promedios de resistencia después de 7 días de curado:

Tabla 42

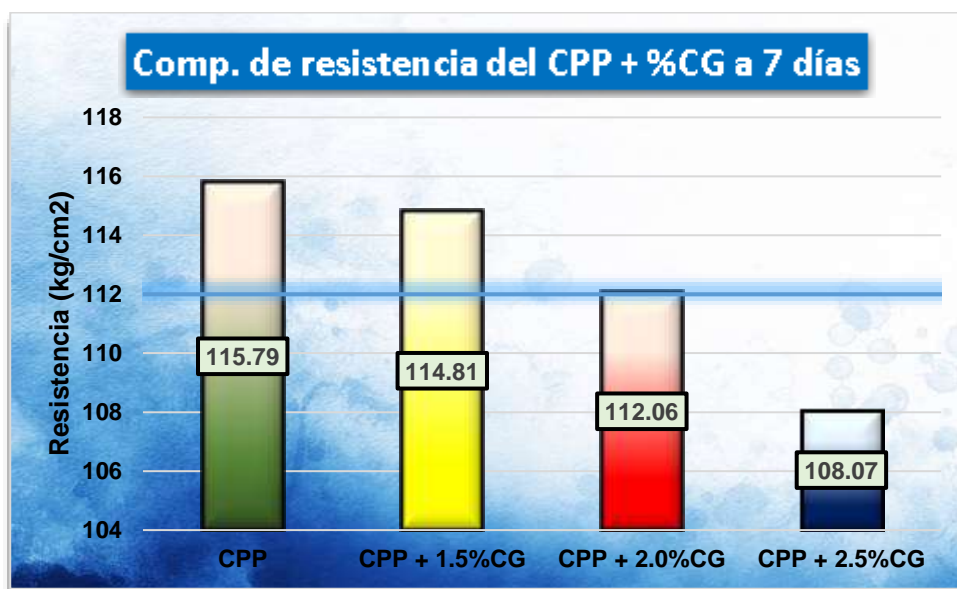
Resistencias del concreto + CG a 7 días de fraguado

Comparativo de Resistencias			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
CPP	115.79		3.39
CPP + 1.5%CG	114.81	112.00	1.51
CPP + 2.0%CG	112.06		0.05
CPP + 2.5%CG	108.07		-3.51

La tabla 42, muestra un comparativo de las resistencias medias alcanzadas tras 7 días de curado, demostrando un crecimiento gradual de la resistencia de más del 1.51% en relación con el CPP.

Figura 37

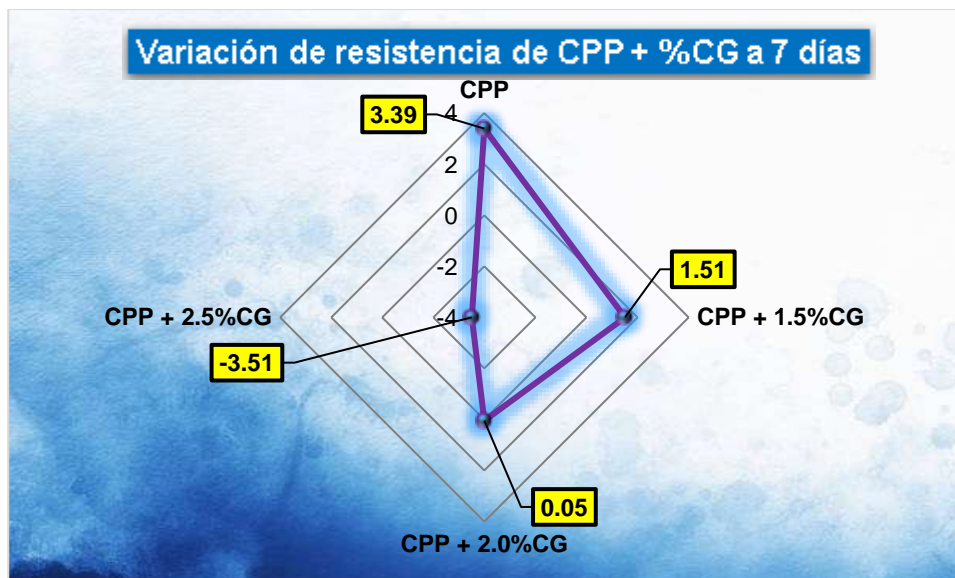
Comparativo de la resistencia del concreto + % CG a 7 días



La figura 37, muestra las resistencias medias alcanzadas tras 7 días de curado. La combinación de CPP + 1,5% CG dio una resistencia de 114,81 kg/cm², que es la más próxima a la resistencia del CP.

Figura 38

Variación del CPP + % CG a 7 días



La figura 38, muestra el cambio porcentual en la resistencia después de 7 días de curado, dando una pérdida de la resistencia de 1.51% en comparación con la resistencia de diseño estimada del 65%. Además, se observa una variación del 1.88% en relación con el CPP.

4.3.3.2. Comparativo de las resistencias del concreto + CG a 14 Días

El reporte presenta los promedios de resistencia después de 14 días de curado:

Tabla 43

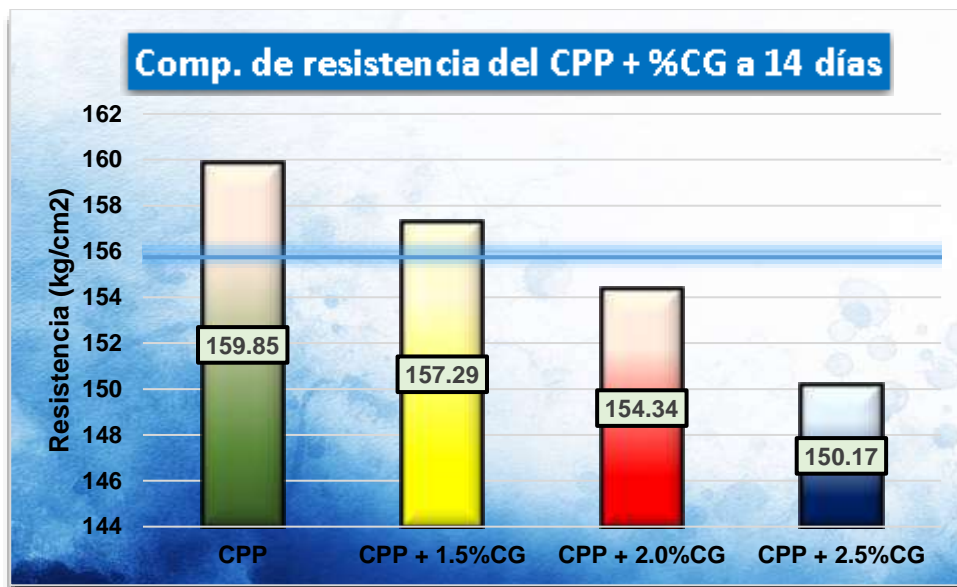
Resistencias del concreto + CG a 14 días de fraguado

Comparativo de Resistencias			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
CPP	159.85		2.64
CPP + 1.5%CG	157.29	155.75	0.99
CPP + 2.0%CG	154.34		-0.91
CPP + 2.5%CG	150.17		-3.59

La tabla 43, muestra un comparativo de las resistencias medias alcanzadas tras 14 días de curado, demostrando un crecimiento gradual de la resistencia de más del 0.99% en relación con el CPP.

Figura 39

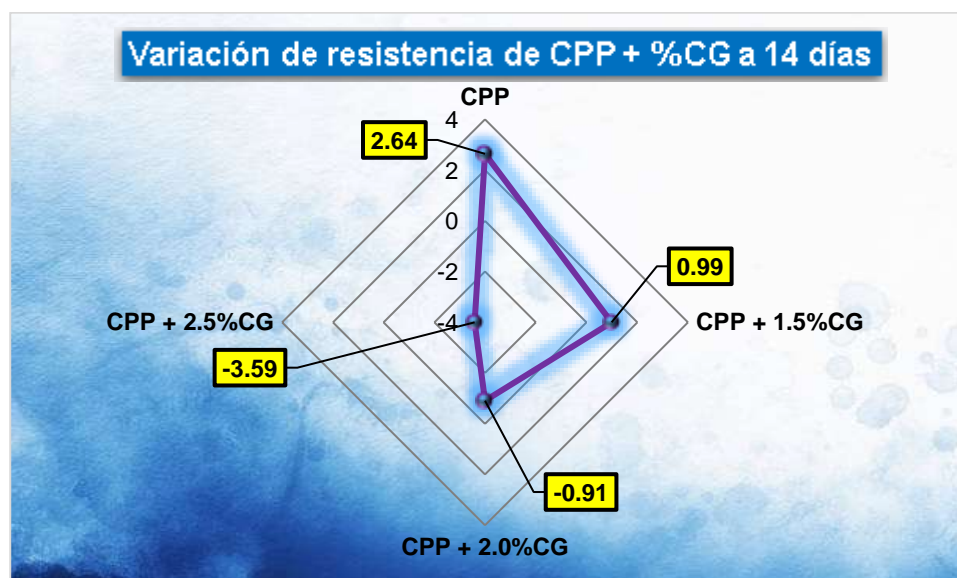
Comparativo de la resistencia del concreto + % CG a 14 días



La figura 39, muestra las resistencias medias alcanzadas tras 14 días de curado. La combinación de CPP + 1,5% CG dio una resistencia de 157.29 kg/cm², que es la más próxima a la resistencia del CP.

Figura 40

Variación del CPP + % CG a 14 días



La figura 40, muestra el cambio porcentual en la resistencia después de 14 días de curado, dando una pérdida de la resistencia de 0.99% en comparación con la resistencia de diseño estimada del 90%. Además, se observa una variación del 1.65% en relación con el CPP.

4.3.3.3. Comparativo de la compresión del concreto + CG a 28 Días

El reporte presenta los promedios de resistencia después de 28 días de fraguado:

Tabla 44

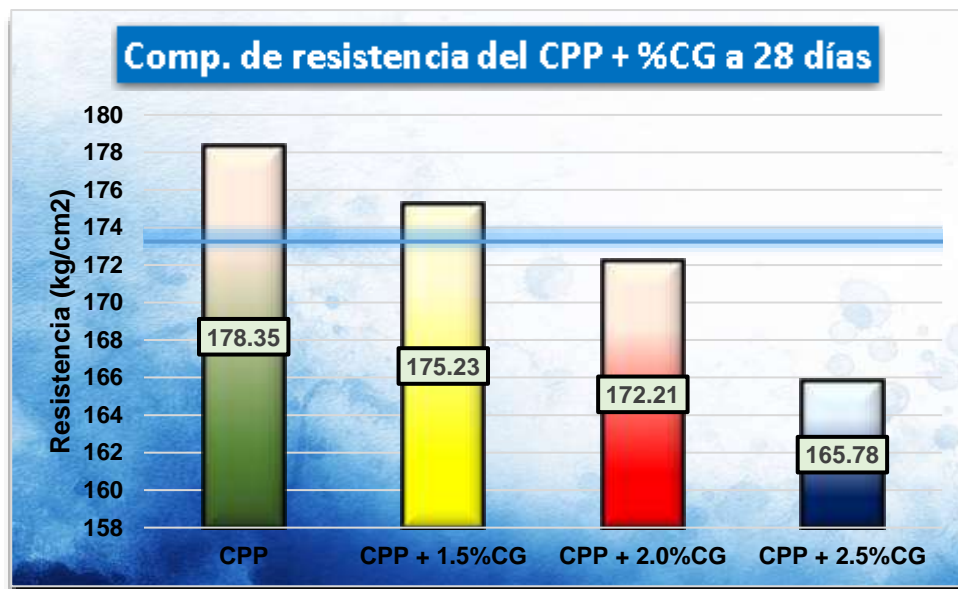
Resistencias del concreto + CG a 28 días de fraguado

Comparativo de Resistencias			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
CPP	178.35		2.95
CPP + 1.5%CG	175.23	173.25	1.15
CPP + 2.0%CG	172.21		-0.60
CPP + 2.5%CG	165.78		-4.31

La tabla 44, muestra un comparativo de las resistencias medias alcanzadas tras 28 días de curado, demostrando un crecimiento gradual de la resistencia de más del 1.15% en relación con el CPP.

Figura 41

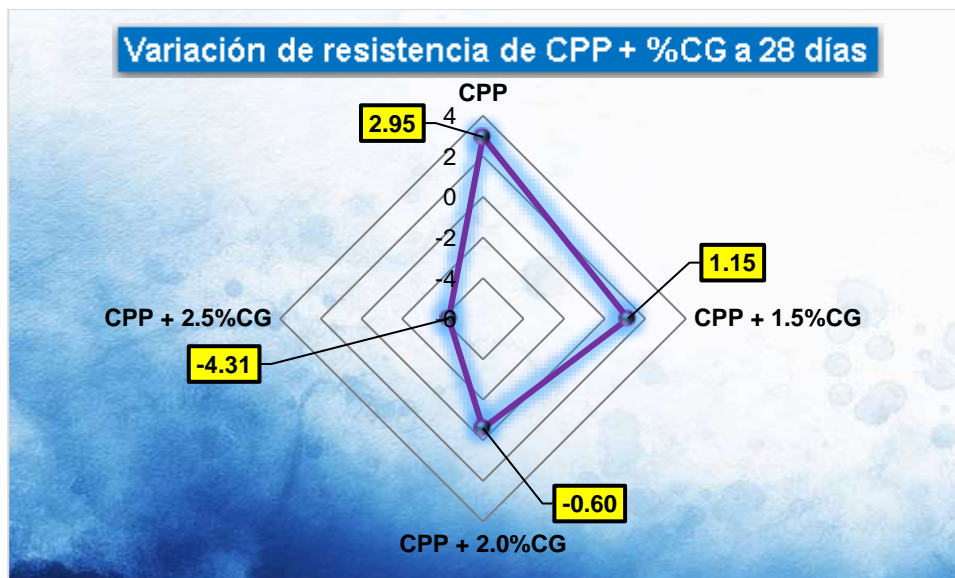
Comparativo de la resistencia del concreto + % CG a 28 días



La figura 41, muestra las resistencias medias alcanzadas tras 28 días de curado. La combinación de CPP + 1,5% CG dio una resistencia de 175.23 kg/cm², que es la más próxima a la resistencia del CP.

Figura 42

Variación del CPP + % CG a 28 días



La figura 42, muestra el cambio porcentual en la resistencia después de 28 días de curado, dando una pérdida de la resistencia de 1.15% en comparación con la resistencia de diseño estimada del 100%. Además, se observa una variación del 1.80% en relación con el CPP.

4.3.3.4. Comparativo de la compresión del concreto + FV a los 7 Días

El reporte presenta los promedios de resistencia después de 7 días de fraguado:

Tabla 45

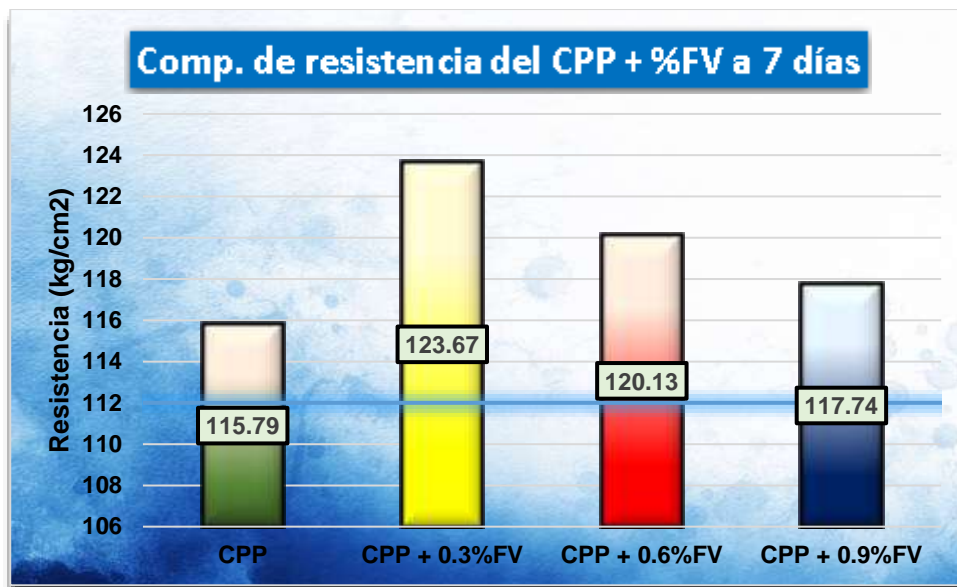
Resistencias del concreto + FV a 7 días de fraguado

Comparativo de Resistencias			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
CPP	115.79		3.39
CPP + 0.3%FV	123.67	112.00	10.42
CPP + 0.6%FV	120.13		7.26
CPP + 0.9%FV	117.74		5.12

La tabla 45, muestra un comparativo de las resistencias medias alcanzadas tras 7 días de curado, demostrando un crecimiento gradual de la resistencia de más del 10.42% en relación con el CPP.

Figura 43

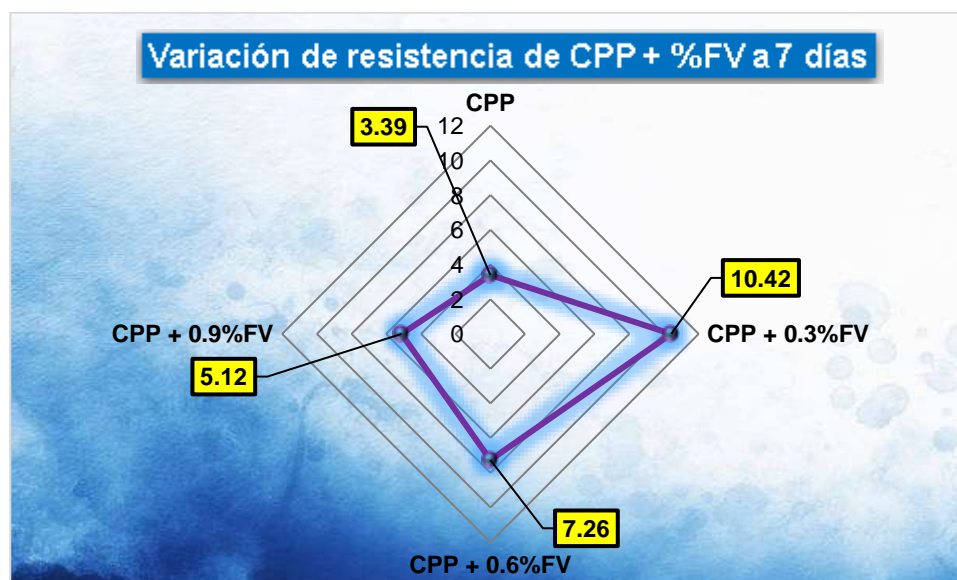
Comparativo de la resistencia del concreto + % FV a 7 días



La figura 43, muestra las resistencias medias alcanzadas tras 7 días de curado. La combinación de CPP + 0.3% FV dio una resistencia de 123.67 kg/cm², que es la más alta resistencia en relación con el CP.

Figura 44

Variación del CPP + % FV a 7 días



La figura 44, muestra el cambio porcentual en la resistencia tras 7 días de curado, dando una subida de la resistencia al 10.42% en referencia a la resistencia de diseño estimada del 65%. Además, se observa una variación de 7.03% en relación con el CPP.

4.3.3.5. Comparativo de la compresión del concreto + FV a los 14 Días

El reporte presenta los promedios de resistencia después de 14 días de fraguado:

Tabla 46

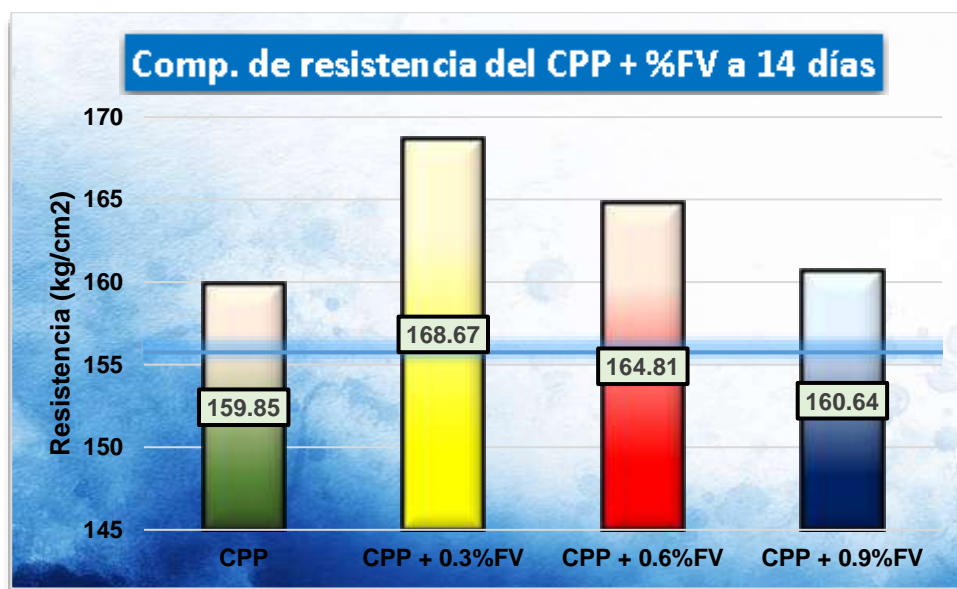
Resistencias del concreto + FV a 14 días de fraguado

Comparativo de Resistencias			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
CPP	159.85		2.64
CPP + 0.3%FV	168.67	155.75	8.30
CPP + 0.6%FV	164.81		5.82
CPP + 0.9%FV	160.64		3.14

La tabla 46, muestra un comparativo de las resistencias medias alcanzadas tras 14 días de curado, demostrando un crecimiento gradual de la resistencia de más del 8.30% en relación con el CPP.

Figura 45

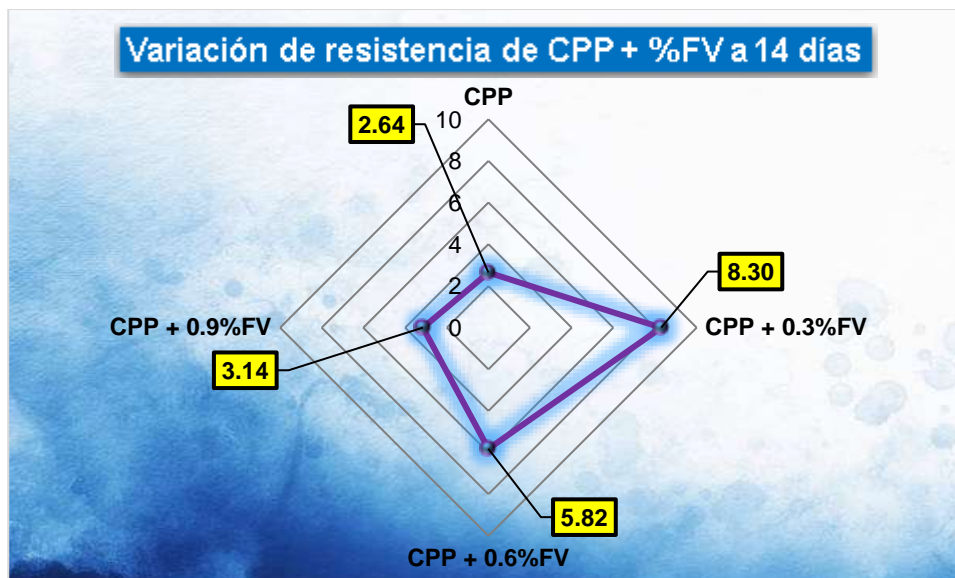
Comparativo de la resistencia del concreto + % FV a 14 días



La figura 45, muestra las resistencias medias alcanzadas tras 14 días de curado. La combinación de CPP + 0.3% FV dio una resistencia de 168.67 kg/cm², que es la más alta resistencia con respecto del CP.

Figura 46

Variación del CPP + % FV a 14 días



La figura 46, muestra el cambio porcentual en la resistencia tras 14 días de curado, dando una subida de la resistencia al 8.30% en referencia a la resistencia de diseño estimada del 90%. Además, se observa una variación de 5.66% en relación con el CPP.

4.3.3.6. Comparativo de la compresión del concreto + FV a los 28 Días

El reporte presenta los promedios de resistencia después de 28 días de fraguado:

Tabla 47

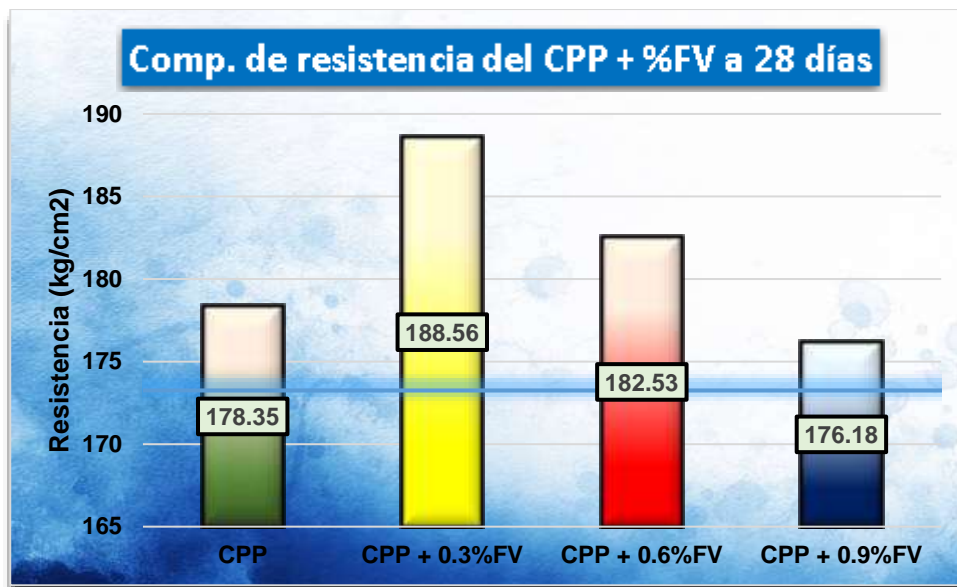
Resistencias del concreto + FV a 28 días de fraguado

Comparativo de Resistencia			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Variación
CPP	178.35		2.95
CPP + 0.3%FV	188.56	173.25	8.84
CPP + 0.6%FV	182.53		5.36
CPP + 0.9%FV	176.18		1.69

La tabla 47, muestra un comparativo de las resistencias medias alcanzadas tras 28 días de curado, demostrando un crecimiento gradual de la resistencia de más del 8.84% en relación con el CPP.

Figura 47

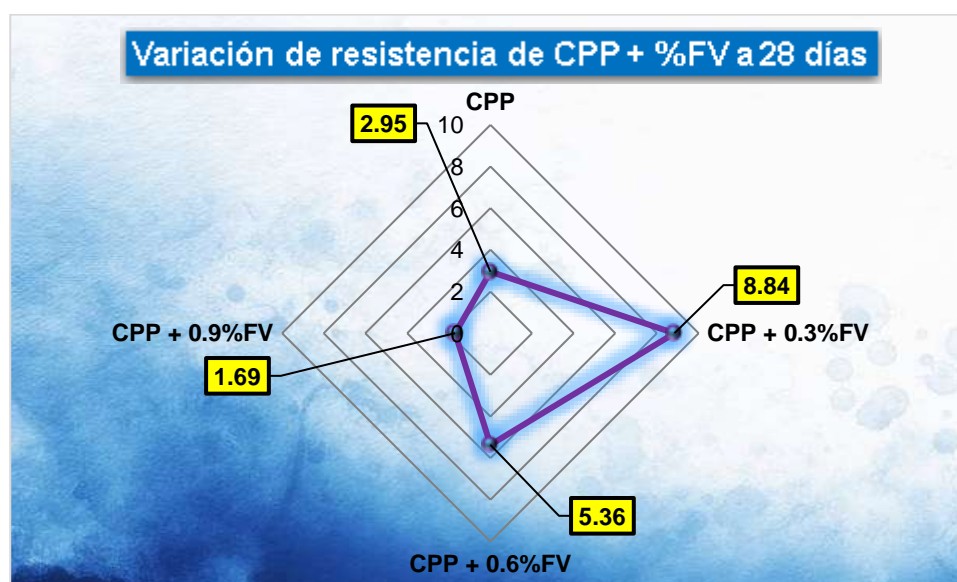
Comparativo de la resistencia del concreto + % FV a 28 días



La figura 47, muestra las resistencias medias alcanzadas tras 28 días de curado. La combinación de CPP + 0.3% FV dio una resistencia de 188.56 kg/cm², que es la más alta resistencia con respecto del concreto patrón.

Figura 48

Variación del CPP + % FV a 28 días



La figura 48, muestra el cambio porcentual en la resistencia tras 28 días de curado, dando una subida de la resistencia al 8.84% en referencia a la resistencia de diseño estimada del 100%. Además, se observa una variación de 5.89% en relación con el CPP.

4.4. Permeabilidad del concreto permeable

4.4.1. Permeabilidad del CPP

Seguidamente se indica la permeabilidad del CPP:

Tabla 48

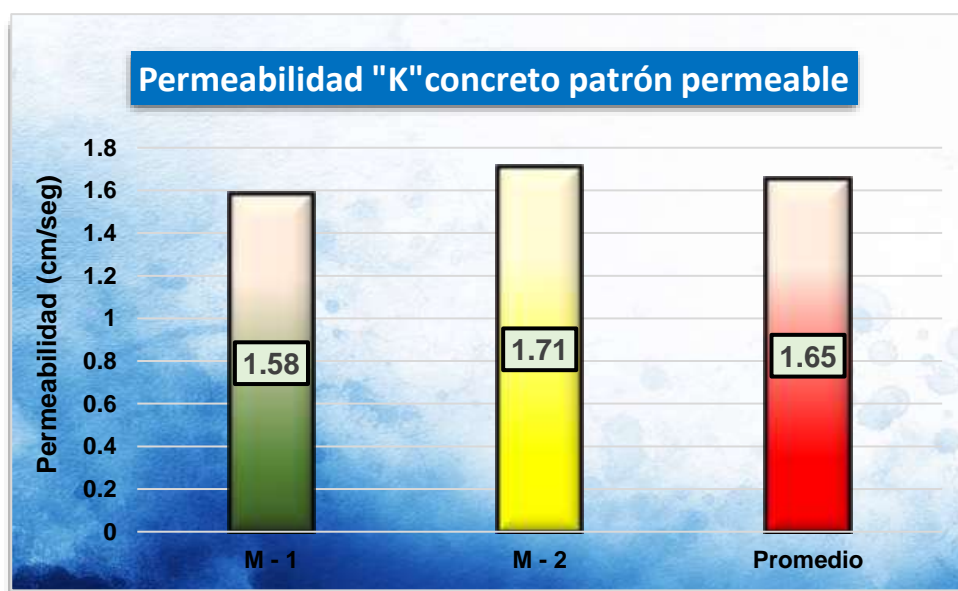
Permeabilidad del CPP f'c 175 kg/cm²

Permeabilidad CPP		
Muestra	Tiempo (seg.)	Coefficiente de Permeabilidad (cm/seg)
M-1	10	1.58
M-2	10	1.71
\bar{X}	10	1.65

La tabla 48, muestra la permeabilidad del CPP, indicando una duración media de 10 segundos y un K = 1,58 y 1,71 cm/seg para las muestras 1 y 2, para cada una de ellas.

Figura 49

Permeabilidad "k" del CPP f'c 175 kg/cm²



La figura 49, presenta la permeabilidad del CP, con un coeficiente de permeabilidad medio de 1.65 cm/seg.

4.4.2. Permeabilidad del CPP + Caucho granulado

Seguidamente se indica la permeabilidad del CPP con el CG añadido:

Tabla 49

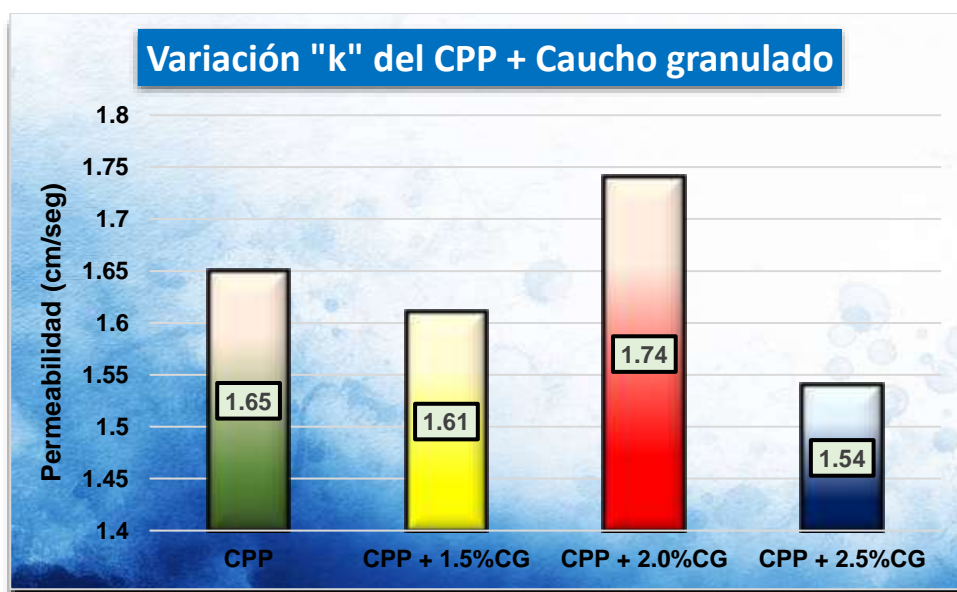
Permeabilidad del CPP + CG

Permeabilidad de CPP + CG				
Adición	Muestra	Tiempo (seg.)	C. Perm. "k" (cm/seg)	Media "k" (cm/seg)
CPP	M-1	10	1.58	1.65
	M-2	10	1.71	
CPP + 1.5%CG	M-3	13	1.53	1.61
	M-4	11	1.68	
CPP + 2.0%CG	M-5	10	1.83	1.74
	M-6	15	1.65	
CPP + 2.5%CG	M-7	9	1.48	1.54
	M-8	12	1.59	

La tabla 49, muestra la permeabilidad del CPP con la adición de caucho granulado, con un coeficiente de permeabilidad que aumenta con el porcentaje de caucho granulado.

Figura 50

Variación "k" del CPP y caucho granulado



La figura 50, presenta la desviación de la permeabilidad del CPP + caucho granulado, con coeficientes de variación que aumenta a medida que se añade el caucho granulado en 1.61 cm/seg., 1.74 cm/seg. y 1.54 cm/seg., donde el mayor $K = 1.74$ cm/seg logrado con la composición de CPP + 2.0% CG.

4.4.3. Permeabilidad del CPP + Fibra de Vidrio

Seguidamente se indica la permeabilidad del CPP con la FV añadida:

Tabla 50

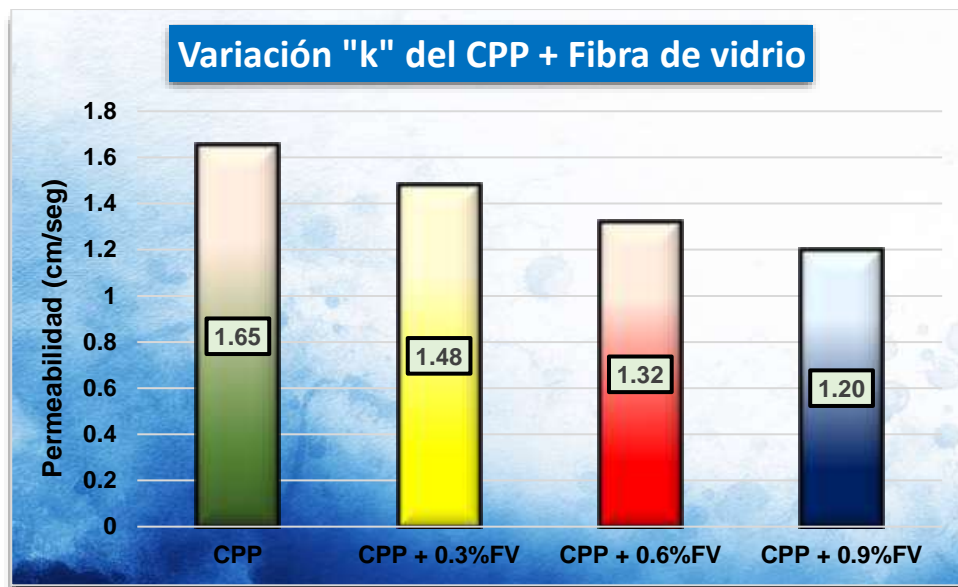
Permeabilidad del CPP + FV

Permeabilidad de CPP + FV				
Combinación	Muestra	Tiempo (seg.)	C. Perm. "k" (cm/seg)	Media "k" (cm/seg)
CPP	M-1	10	1.58	1.65
	M-2	10	1.71	
CPP + 0.3%FV	M-3	14	1.42	1.48
	M-4	13	1.53	
CPP + 0.6%FV	M-5	12	1.38	1.32
	M-6	15	1.25	
CPP + 0.9%FV	M-7	11	1.39	1.20
	M-8	14	1.01	

La tabla 50, muestra los resultados de la permeabilidad del CPP con la adición de la fibra de vidrio, con un coeficiente de permeabilidad que desciende con el porcentaje de FV.

Figura 51

Variación "k" del CPP y FV



La figura 51, presenta una desviación en la permeabilidad del CPP + fibra de vidrio, con coeficientes de variación que aumenta a medida que se añade la FV en 1.48 cm/seg., 1.32 cm/seg. y 1.20 cm/seg., ya que no alcanza la permeabilidad media de CP que es 1.65 cm/seg. Así mismo, el "K" más próximo es de 1.48 cm/seg. logrado con la composición de CPP + 0.3% FV.

4.5. Discusión de Resultados

La discusión se analiza conjuntamente con las investigaciones a las que se hace referencia en el capítulo II, comparando los datos recogidos por estos autores con los recogidos en este estudio.

Al determinar la resistencia del concreto permeable con la adición de caucho granulado y la fibra de vidrio en la resistencia de un CP en el distrito de Azángaro, en este estudio se obtuvieron resistencias del CPP a los 7, 14 y 28 días de 115.79 kg/cm², 159.85 kg/cm² y 178.35 para cada una de ellas, para el CPP con adición de caucho granulado en 1.5% se tiene resistencias de 114.81 kg/cm², 157.29 kg/cm² y 175.23 kg/cm² para cada una de ellas, mientras que para la adición de 2.0% se obtuvieron resistencias promedio de 112.06 kg/cm², 154.34 kg/cm² y 172.21 respectivamente, mientras que para la adición de 2.5% se obtuvieron resistencias promedio de 108.07 kg/cm², 150.17 kg/cm² y 165.78 kg/cm²; el cual indica, que a mayor es el incremento del caucho granulado se produce una pérdida en la resistencia de manera progresiva. Para el CPP con adición de fibra de vidrio en 0.3% se tiene resistencias de 123.67 kg/cm², 168.67 kg/cm² y 188.56 kg/cm² para cada una de ellas, mientras que para la adición de 0.6% se obtuvieron resistencias promedio de 120.13 kg/cm², 164.81 kg/cm² y 182.53 kg/cm² para cada una de ellas, mientras que para la adición de 0.9% se obtuvieron resistencias promedio de 117.74 kg/cm², 160.64 kg/cm² y 176.18 kg/cm²; el cual indica, que a mayor es el incremento de fibra de vidrio la resistencia mejora de manera progresiva específicamente con la adición de CPP + 0.3%FV.

Según, Casilla y Condori (2023) adicionan fibra de vidrio en 0.5%, 1.0% y 1.5%, en el que obtiene la resistencia más alta con el porcentaje 1.0%; este estudio presenta los resultados de las resistencias que obtuvieron del concreto permeable sin la adición de aditivos a los 7, 14 y 28 días de 133.3 kg/cm², 158.0 kg/cm² y 212.5 en cada caso, para el concreto permeable con adición de fibra de vidrio en un porcentaje de 0.5% se tiene resistencias de 143.4 kg/cm², 169.0 kg/cm² y 224.2 kg/cm² en cada caso, mientras que



para la adición de 1.0% se obtuvieron resistencias de 153.8 kg/cm², 177.4 kg/cm² y 234.5 respectivamente, mientras que para la adición de 1.5% se obtuvieron resistencias promedio de 127.4 kg/cm², 153.1 kg/cm² y 203.2 kg/cm², respectivamente.

Los resultados del citado autor son parecidos a los de este estudio, ya que según los resultados de la resistencia en ambos casos, se pudo determinar que existe una influencia debido a que se obtuvieron mayores resistencias a los 28 días, con los porcentajes de menor adición y con una adición intermedio. En nuestro caso con la adición de 0.3% se logro alcanzar un porcentaje alto de la resistencia de 188.56 kg/cm², mientras que en el caso de Casilla y Condori (2023) lograron alcanzar su porcentaje mas alto con la dición de 1.0% llegando a una resistencia de 234.5 kg/cm² respectivamente.

La discrepancia de resultados entre Casilla y Condori (2023) y nuestra investigación reside en la metodología empleada. Casilla y Condori utilizaron porcentajes de adición en relación al peso total del diseño, que fue de 210kg/cm². En contraste, nuestra investigación utilizó porcentajes de FV en relación al peso del cemento, con una resistencia de diseño de 175 kg/cm². Además, se incorporó una mayor proporción de fibra de vidrio, aunque con una distribución distinta de los tamaños de grano de los agregados. Por ejemplo, Casilla y Condori (2023) emplearon un agregado grueso con un TMN de 1/2", mientras que nuestro estudio utilizó un TMN de 3/4". No obstante, en ambos estudios se observó un aumento de la resistencia a la compresión cuando se añadieron las cantidades adecuadas de fibra de vidrio.

CONCLUSIONES

C1, el efecto de la aplicación de caucho granulado y las fibras de vidrio en la trabajabilidad fueron los siguientes; con la incorporación del CG en proporciones de 1.5%, 2.0%, 2.5%, las medidas del asentamiento fueron 0.25", 0.10" y 0.0", Esto indica que el asentamiento desciende al aumentar la cantidad de CG. Mientras que con la incorporación de las FV en proporciones de 0.3%, 0.6%, 0.9%, las medidas del asentamiento fueron 0.10", 0.20" y 0.35". Esto indica que el asentamiento incrementa mínimamente al aumentar la cantidad de FV.

C2, el estudio examinó el efecto de la adición de caucho granulado y fibras de acero sobre la resistencia del concreto permeable. Se comprobó que el CPP alcanza una resistencia de 178,35 kg/cm² a los 28 días, lo que supone una variación positiva del 2,95% respecto a la resistencia esperada. Cuando se añade un 1,5% de caucho granulado, la resistencia máxima alcanzada es de 175,23 kg/cm². Del mismo modo, la adición de 0,3% de FV da como resultado una resistencia máxima de 188,56 kg/cm².

C3, El estudio examinó cómo la adición de caucho granulado y fibra de vidrio afecta a la permeabilidad del concreto permeable y a su resistencia. Los resultados mostraron que la permeabilidad para el CPP es de 1,65 cm/seg. Sin embargo, cuando se incorporó un 2,0% de caucho granulado y FV, la permeabilidad aumentó a 1,74 cm/seg con una variación mínima. El coeficiente medio de permeabilidad para el concreto permeable con la inclusión de caucho granulado es de 1,74 cm/seg, alcanzado con una incorporación del 2,0% de caucho granulado. Para el concreto permeable con inclusión de FV, el coeficiente de permeabilidad medio es de 1,48 cm/seg, alcanzado con una adición de 0,3% de fibra de vidrio. La permeabilidad inicial del concreto es de 65 cm/seg.



RECOMENDACIONES

R1, Se recomienda optimizar la mezcla de estos materiales para lograr un equilibrio adecuado entre la trabajabilidad y la estabilidad del concreto.

R2, Se recomienda emplear los ensayos de resistencia a tracción para evaluar la factibilidad y viabilidad técnica del uso de este tipo de hormigones en carreteras con poco tráfico automovilístico. Así mismo garantizar un proceso de curado adecuado es crucial para alcanzar la máxima resistencia posible.

R3, Se recomienda controlar la compactación y el curado del concreto ya que puede ayudar a preservar la permeabilidad deseada.



BIBLIOGRAFÍA

- Alegre, B., & Valdez, F. (2020). *Influencia del carbón activado en la filtración del agua del río Muyurina para mantener la resistencia del concreto, Ayacucho*. Lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65462/Alegre_GBF-Valdez_BFY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Amorós, C. E., & Bendezú, J. C. (2019). *Diseño de la mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm²*. Lima - Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626313/BENDEZU_UJ.pdf?isAllowed=y&sequence=3
- Arango, S. (2022). *Concreto permeable: Desarrollo urbano de bajo impacto*. Colombia. Obtenido de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/concreto-permeable-desarrollo-urbano-de-bajo-impacto/>
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica*. Episteme. Obtenido de <file:///C:/Users/INTEL/Downloads/FidiasG.Arias.ElProyectedelInvestigacin6ta.Edicion.pdf>
- Beltrán, A. M., & Villalba, S. (2020). *Diseño de mezcla para concreto permeable con fibra de vidrio*. Bogota - Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/25180/BeltranMichellVillalbaSusana2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Casi
- Chaparro, A. L. (2021). *Comportamiento a la compresión y flexión de un pavimento en concreto poroso con adición de fibras sintéticas*. Tunja - Colombia: Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia. Obtenido de https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/8817/Comportamiento_a_la_compresion_y_flexion.pdf?sequence=1&isAllowed=y



- Creswell, J., & Creswell, D. (2017). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications. Obtenido de https://spada.uns.ac.id/pluginfile.php/510378/mod_resource/content/1/creswell.pdf
- Fernández, R. (2012). *Concreto permeable*. Universidad de Illinois en Urbana - Champaign. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Dialnet-DisenodeMezclasParaEvaluarSuResistenciaALaCompresi-5051943.pdf
- García, A. N., & Paredes, V. S. (2022). *Diseño de concreto poroso $f'c= 210$ kg/cm² aplicando fibra de vidrio de tipo E para mejorar la permeabilidad*. Tarapoto 2022. Tarapoto - Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Garcia_FAN-Paredes_IVS-SD.pdf
- García, R. (2022). *Factores que afectan la trabajabilidad del concreto*. Mexico. Obtenido de <https://kkankrita.com.mx/blog/f/13-factores-que-afectar-la-trabajabilidad-del-concreto>
- Gástulo, J., & Villegas, R. (2021). *Caracterización física y mecánica de concreto permeable vs convencional utilizando fibras de vidrio en el centro poblado de San Luis*. Perú. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/G%C3%A1stulo_VJJ-Villegas_FR-SD.pdf
- Gonzales, F. (2015). *Manual de supervisor de obras de concreto*. Mexico. Obtenido de https://www.sancristoballibros.com/libro/manual-de-supervision-de-obras-de-concreto_21465
- Hernandez & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico. Obtenido de <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- Hernandez et al. (2019). *Resistencia a la compresión del concreto*. Universidad del Atlántico. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/INFORMECOMPRESINDELCONCRETO-converted.pdf
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES S.A.
- Huillcaya, M. (2019). *Influencia de la aplicación de fibra de vidrio y acero en el comportamiento mecánico del concreto para vías de bajo tránsito*. Perú:



Universidad César Vallejo. Obtenido de
file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Huillcaya_CME-SD.pdf

Mamani, B. (2022). *Especificaciones de los componentes del concreto*. Slideshare. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/especificaciones-de-los-componentes-del-concretopptx/254937223>

Mamani, H. Y., & Valera, I. (2022). *Influencia de la adición de fibras de vidrio en las propiedades mecánicas e hidráulicas del concreto permeable $f'c=175$ kg/cm² empleado para pavimentos en la ciudad de Juliaca*. Puno - Perú: Universidad Nacional del Altiplano Puno. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/19285/Mamani_Herbert_Valera_Ivan.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Morales, L. (2015). *Propiedades mecánicas del concreto*. Slideshare. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/propiedades-mecanicas-del-concreto/42315911>

Pacheco, L. (2017). *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido*. Perú: Universidad José Carlos Mariátegui. Obtenido de https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/226/Luis_TrabajoDeSuficienciaProfesional_titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pastrana, J. (2019). *Propiedades físico-mecánicas de concretos autocompactantes producidos con polvo de residuos de concreto*. Colombia: Universidad del Valle. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Dialnet-PropiedadesFisicomecanicasDeConcretosAutocompactan-7097640.pdf

Quizhpilema, J. C. (2022). *Evaluación de la macrotextura a una mezcla asfáltica permeable al incorporar fibra de vidrio como mejorador de las propiedades Marshall* (Vol. 6). Riobamba - Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9936/1/Quizhpilema%20Acero%20Julio%20Cesar%2C%20Evaluacion%20de%20la%20macrotextura%20a%20una%20mezcla%20asfaltica%20permeable%20al%20incorporar%20fibra%20de%20vidrio%20como%20mejorador%20de%20las%20propiedades%2>

Yangua, H. (2023). *Diseño de mezcla adicionando fibra de caucho sintético para mejorar las propiedades mecánicas del concreto*. Pimentel - Perú: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Yangua%20Criollo%20Hilmer.pdf



Yirda, A. (2023). *Concreto*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/concreto/>



ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO DE TRABAJOS EN LABORATORIO

Fotografía N° 01: Ensayo de análisis granulométrico



Fotografía N° 02: Tamizado de la muestra



Fotografía N° 03: Tamizado de la muestra



Fotografía N° 04: Tamizado de la muestra



Fotografía N° 05: Ensayo de peso específico



Fotografía N° 06: Registro del peso seco inicial



Fotografía N° 07: Medición del diámetro de la briqueta con vernier



Fotografía N° 08: Ensayo de resistencia a compresión



Fotografía N° 09: Resistencia a compresión



Fotografía N° 10: Cantidad de muestra evaluadas



Fotografía N° 11: Rotura de la briqueta



Fotografía N° 12: Pesado de molde para peso unitario



Fotografía N° 13: Llenado de la muestra seca para peso unitario



Fotografía N° 14: Varillado de muestra para peso unitario



Fotografía N° 15: Enrasado de muestra para peso unitario



Fotografía N° 16: Pesado de molde más muestra para peso unitario



Fotografía N° 17: Llenado de agregado grueso para peso unitario



Fotografía N° 18: Varillado del agregado grueso para peso unitario



Fotografía N° 19: Enrasado del agrado grueso para peso unitario



Fotografía N° 20: Pesado del agregado grueso





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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO
SOLICITANTE : Bch. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO
CANTERA : AZÁNGARO
LUGAR : AZÁNGARO
FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	PESO ESPECÍFICO A -Peso de muestra secada al horno = 483.62 B -Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00 Wc -Peso del picnómetro con agua = 1316.02 W -Peso del Pic. + muestra + agua = 1615.32 $Wc+B = 1816$ $Wc+B-W = 201$ $Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 2.49 \text{ gr/cm}^3$ ABSORCIÓN B = 500.00 B-A = 16.38 $Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 3.39 \%$
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 8	132.19	26.44	26.44	73.56	
N° 16	104.16	20.83	47.27	52.73	
N° 30	101.52	20.30	67.57	32.43	
N° 50	92.52	18.50	86.08	13.92	
N° 100	31.11	6.22	92.30	7.70	
N° 200	8.12	1.62	93.92	6.08	
FONDO	28.33	5.67	99.59	0.41	
SUMA	497.95	99.59			
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					
Mf = MÓDULO DE FINEZA			3.20		

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro
2"	0	0.00	0.00	100.00	PESO ESPECÍFICO A -Peso de muestra secada al horno = 775.63 B -Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00 Wc -Peso del picnómetro con agua = 1316.02 W -Peso del Pic. + muestra + agua = 1776.32 $Wc+B = 2116$ $Wc+B-W = 340$ $Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 2.36 \text{ gr/cm}^3$ ABSORCIÓN B = 800.00 B-A = 24.37 $Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 3.14 \%$
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	
1"	0	0.00	0.00	100.00	
3/4"	0	0.00	0.00	100.00	
1/2"	0	0.00	0.00	100.00	
3/8"	1348	38.51	38.51	61.49	
1/4"	2356	67.31	105.83	-5.83	
N° 4	2356	67.31	105.83	-5.83	
FONDO	0.00	0.00	105.83	-5.83	
SUMA	3704.00	105.83			
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - IAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnaldo Santa Torres
CIP 103257



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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

CANTERA : AZÁNGARO

LUGAR : AZÁNGARO

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	508.06
P.T.M. SECA	480.46
P.TARRO	43.52
P. AGUA	27.60
P.S.SECO	436.94
% HUMEDAD	6.32

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	636.22
P.T.M. SECA	612.15
P.TARRO	43.64
P. AGUA	24.07
P.S.SECO	568.51
% HUMEDAD	4.23

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
5982	1597	2722	1611
5969	1597	2722	1606
5958	1597	2722	1602
			1606

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
6338	1597	2722	1742
6329	1597	2722	1738
6323	1597	2722	1736
			1739

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
7168	1860	3524	1506
7160	1860	3524	1504
7152	1860	3524	1502
			1504

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
7694	1860	3524	1656
7682	1860	3524	1652
7649	1860	3524	1643
			1650

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - C.A.E. INGENIERÍA CIVIL

M.S.C.A.
FEATUE

Mg. Arnuldo Yuma Torres

BIE: B006 - 00296965



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 $F'c = 175 \text{ Kg./cm.}^2$

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO
SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO
CANTERA : AZÁNGARO
UBICACIÓN : AZÁNGARO
FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI-R522r-10

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 175 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días
entonces la resistencia promedio $F'cr = 259 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 0"

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI PORTLAND TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/8" (9.53mm)**

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.36	2.49
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1650	1739
P.U. Suelto	1504	1606
% de Absorción	3.14	3.39
% de Humedad Natural	4.23	6.32
Modulo de Fineza	-	3.20

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- La relación agua cemento se obtiene de las tablas proporcionadas por el ACI 522: **0.40**
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un DMN: **3/8" (9.53mm)**
- Contenido de vacíos: **USO N° 8 $C_v = 19\%$**
- Determinación de volumen de pasta: **= 0.23** Ligeramente compactado
- Cálculo de volúmenes

$$\text{Vol. A. Grueso (Vag)} = 1 - (V_p + C_v)$$

$$\text{Vol. A. Grueso (Vag)} = 0.58$$

$$\text{A. grueso} = 1448.506 \text{ kg}$$

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

M.S.C.A.
JEFE TURNO
Mg. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257

BIE: 8006 - 00296965



6. Cantidad de cemento

Cemento	=	306.31	kg
Volumen de cemento	=	0.107	m ³
Cont. de Agua	=	122.52	kg
Vol. de Agua	=	0.123	m ³
Volumen total de sólidos	=	0.81	m ³

7. Considerando un Porcentaje de Finos

Porcentaje de Finos:	5 %		
Vol. A. Grueso (Vag) =	0.551	Vol. A. Grueso (Vag): =	0.029
A grueso =	1376.081 kg	A. fino =	73.57 kg

Confirmar porcentajes de vacíos

19 % OK

8. Corrección por absorción, humedad y aportes

Aporte A. Grueso	1376	*	0.012	=	16.51
Aporte A. Fino	73.57	*	0.041	=	3.02
Total Aportes				=	19.528
Agua Efectiva					103.121 l/m ³

Valores de diseño corregidos por humedad:

A Grueso Húmedo	1376	*	1.046	=	1439.381 kg/m ³
A Grueso Fino	73.57	*	1.008	=	74.159 kg/cm ³

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)
Cemento	306.308	1.000	306.308
Agua	122.523	0.400	103.121
Agreg. Grueso	1376.081	4.492	1439.381
Agreg. Fino	73.570	0.240	74.159
Aire	19.0 %		19.0 %

7.21 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL
M.Sc. Arnaldo Yana Torres
C.I.P. 130001



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO: : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

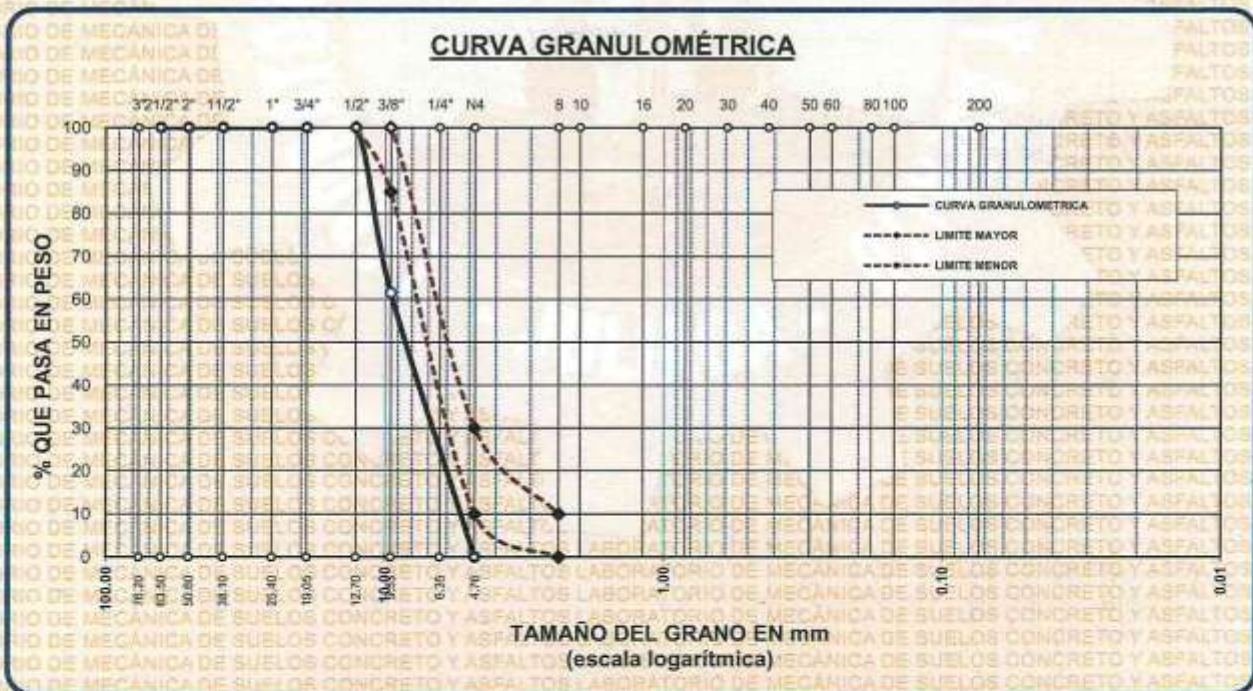
SOLICITANTE: : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

CANTERA: : AZÁNGARO

LUGAR: : AZÁNGARO

FECHA: : 23 DE ABRIL 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 = 3/8" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	100%T	
3/8"	9.525	1348.00	38.51	38.51	61.49	85 - 100 %	
1/4"	6.350						
Nº4	4.760	2356.00	67.31	105.83	-5.83	10 - 30 %	
BASE		0.00	0.00	105.8	-5.8		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A. [Signature]
 Mgtr. Arnoldo Yano Torres
 C.P. 103257

BIE : B006 - 00296965



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

CANTERA : AZÁNGARO

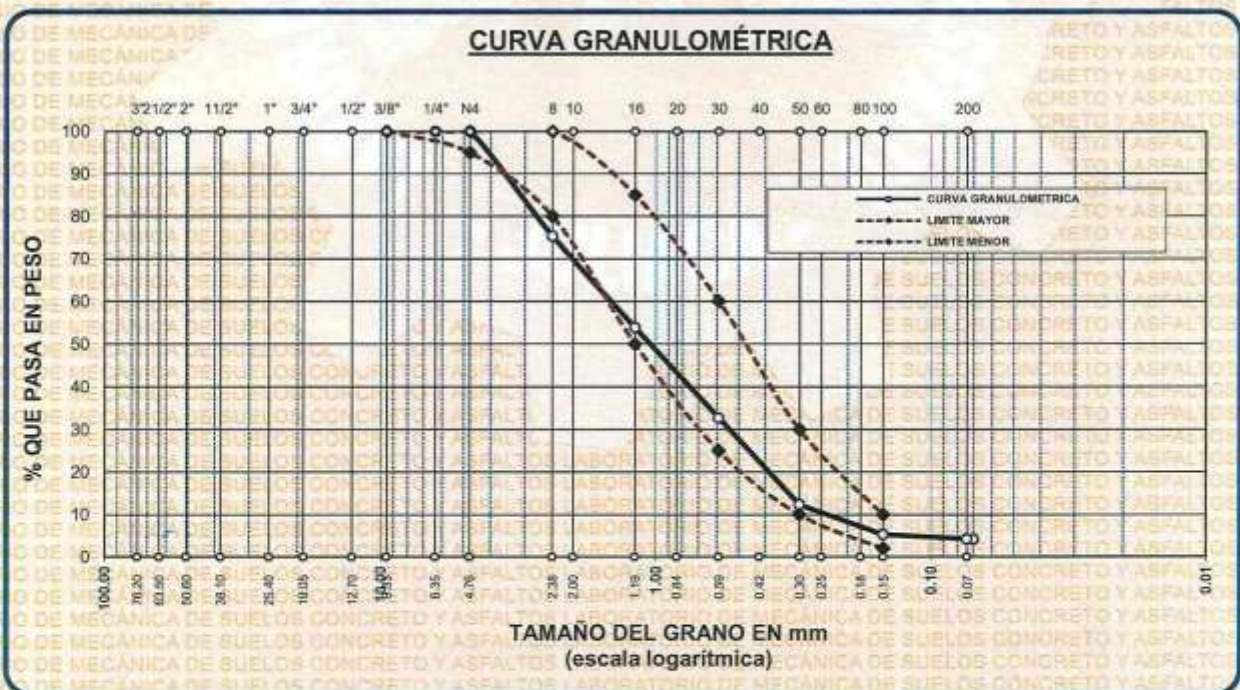
LUGAR : AZÁNGARO

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 3.20
No8	2.380	123.46	24.69	24.69	75.31		
No10	2.000						
No16	1.190	107.56	21.51	46.20	53.80	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	105.23	21.05	67.25	32.75	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	102.14	20.43	87.68	12.32	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	35.32	7.06	94.74	5.26		
No200	0.074	5.65	1.13	95.87	4.13	2-10%	
BASE		28.33	5.67				
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA							

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

M.S.C. *[Firma]*
Mtro. Arnaldo Yana Torrealba
C.I.M. 103237



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

CANTERA : AZÁNGARO

LUGAR : AZÁNGARO

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	1597 gr	1597 gr	1597 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	5982.00 gr	5969.00 gr	5958.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4385.00 gr	4372.00 gr	4361.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	2.111 gr/cm ³	2.105 gr/cm ³	2.099 gr/cm ³
PROMEDIO	2.105 gr/cm ³		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	1597 gr	1597 gr	1597 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	6338.00 gr	6329.00 gr	6323.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4741.00 gr	4732.00 gr	4726.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	2.282 gr/cm ³	2.278 gr/cm ³	2.275 gr/cm ³
PROMEDIO	2.278 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CIVIL

Kevin Guido Cañazaca Larico
23/04/2024



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

CANTERA : AZÁNGARO

LUGAR : AZÁNGARO

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	1860 gr	1860 gr	1860 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	7168.00 gr	7160.00 gr	7152.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	5308.00 gr	5300.00 gr	5292.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.659 gr/cm ³	1.656 gr/cm ³	1.654 gr/cm ³
PROMEDIO	1.656 gr/cm ³		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	1860 gr	1860 gr	1860 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	7694.00 gr	7682.00 gr	7649.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5834.00 gr	5822.00 gr	5789.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.823 gr/cm ³	1.819 gr/cm ³	1.809 gr/cm ³
PROMEDIO	1.817 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

 Mgtr. Arnoldo Yana Torres
 D.P. 103257

BIE : B006 - 00296965



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

CANTERA : AZÁNGARO

LUGAR : AZÁNGARO

FECHA : 23 DE ABRIL DEL 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	508.06
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	480.46
PESO DEL TARRO (gr.)	43.52
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	464.54
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	436.94
PESO DEL AGUA (gr.)	27.60
% HUMEDAD	6.32

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	636.22
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	612.15
PESO DEL TARRO (gr.)	43.64
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	592.58
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	568.51
PESO DEL AGUA (gr.)	24.07
% HUMEDAD	4.23

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

Armando Yana Torres
CIP: 192257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : Bach. KEVIN-GUIDO CAÑAZACA LARICO

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

FECHA : ABRIL - MAYO 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO CONVENCIONAL

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	ÁREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	20741	14.98	176.24	117.68	175	25/04/2024	02/05/2024	7	67.25
2	BRIQUETA DE PRUEBA	20241	14.98	176.24	114.85	175	25/04/2024	02/05/2024	7	65.63
3	BRIQUETA DE PRUEBA	20568	15.01	176.95	116.24	175	25/04/2024	02/05/2024	7	66.42
4	BRIQUETA DE PRUEBA	20163	14.98	176.24	114.40	175	25/04/2024	02/05/2024	7	65.37
Promedio De Esf. Rotura					115.79					66.17

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	BRIQUETA DE PRUEBA	28256	14.98	176.24	160.32	175	25/04/2024	09/05/2024	14	91.61
2	BRIQUETA DE PRUEBA	28399	14.98	176.24	161.14	175	25/04/2024	09/05/2024	14	92.08
3	BRIQUETA DE PRUEBA	27945	15.01	176.95	157.93	175	25/04/2024	09/05/2024	14	90.24
4	BRIQUETA DE PRUEBA	28318	15.01	176.95	160.03	175	25/04/2024	09/05/2024	14	91.45
Promedio De Esf. Rotura					159.85					91.35

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	BRIQUETA DE PRUEBA	31288	15.01	176.95	176.82	175	25/04/2024	23/05/2024	28	101.04
2	BRIQUETA DE PRUEBA	31821	15.01	176.95	179.83	175	25/04/2024	23/05/2024	28	102.76
3	BRIQUETA DE PRUEBA	31297	14.98	176.24	177.58	175	25/04/2024	23/05/2024	28	101.47
4	BRIQUETA DE PRUEBA	31581	14.98	176.24	179.19	175	25/04/2024	23/05/2024	28	102.39
Promedio De Esf. Rotura					178.35					101.92

RESERVACIONES

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Mg. Arnaldo Yana Torres
CAP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

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

FECHA : ABRIL - MAYO 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADICION DE FIBRAS DE VIDRIO AL 0.15%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	20158	15.01	176.95	113.92	175	25/04/2024	02/05/2024	7	65.10
2	BRIQUETA DE PRUEBA	19775	14.98	176.24	112.20	175	25/04/2024	02/05/2024	7	64.12
3	BRIQUETA DE PRUEBA	20474	14.98	176.24	116.17	175	25/04/2024	02/05/2024	7	66.38
4	BRIQUETA DE PRUEBA	20613	14.98	176.24	116.96	175	25/04/2024	02/05/2024	7	66.83
Promedio De Esf. Rotura					114.81					65.61

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	BRIQUETA DE PRUEBA	27048	15.01	176.95	152.86	175	25/04/2024	09/05/2024	14	87.35
2	BRIQUETA DE PRUEBA	27324	15.01	176.95	154.42	175	25/04/2024	09/05/2024	14	88.24
3	BRIQUETA DE PRUEBA	28586	14.98	176.24	162.20	175	25/04/2024	09/05/2024	14	92.68
4	BRIQUETA DE PRUEBA	28148	14.98	176.24	159.71	175	25/04/2024	09/05/2024	14	91.26
Promedio De Esf. Rotura					157.29					89.88

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	BRIQUETA DE PRUEBA	31042	15.01	176.95	175.43	175	25/04/2024	23/05/2024	28	100.24
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30775	14.98	176.24	174.62	175	25/04/2024	23/05/2024	28	99.78
3	BRIQUETA DE PRUEBA	31102	14.98	176.24	176.47	175	25/04/2024	23/05/2024	28	100.84
4	BRIQUETA DE PRUEBA	30741	14.98	176.24	174.42	175	25/04/2024	23/05/2024	28	99.67
Promedio De Esf. Rotura					175.23					100.13

OBSERVACIONES

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA DE CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
JULIACA
Kevin Alfredo Yano Torres
CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTOR 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 COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

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

FECHA : ABRIL - MAYO 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVO PLASTIFICANTE 0.59%

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	BRIQUETA DE PRUEBA	19785	15.01	176.95	111.81	175	25/04/2024	02/05/2024	7	63.89
2	BRIQUETA DE PRUEBA	19984	14.98	176.24	113.39	175	25/04/2024	02/05/2024	7	64.79
3	BRIQUETA DE PRUEBA	19652	14.98	176.24	111.50	175	25/04/2024	02/05/2024	7	63.72
4	BRIQUETA DE PRUEBA	19657	14.98	176.24	111.53	175	25/04/2024	02/05/2024	7	63.73
Promedio De Esf. Rotura					112.06					64.03

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	BRIQUETA DE PRUEBA	27291	14.98	176.24	154.85	175	25/04/2024	09/05/2024	14	88.48
2	BRIQUETA DE PRUEBA	27002	14.98	176.24	153.21	175	25/04/2024	09/05/2024	14	87.55
3	BRIQUETA DE PRUEBA	27151	15.01	176.95	153.44	175	25/04/2024	09/05/2024	14	87.68
4	BRIQUETA DE PRUEBA	27489	14.98	176.24	155.86	175	25/04/2024	09/05/2024	14	89.06
Promedio De Esf. Rotura					154.34					88.19

19	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	BRIQUETA DE PRUEBA	30351	15.01	176.95	171.52	175	25/04/2024	23/05/2024	28	98.01
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30486	15.01	176.95	172.29	175	25/04/2024	23/05/2024	28	98.45
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30555	14.98	176.24	173.37	175	25/04/2024	23/05/2024	28	99.07
4	BRIQUETA DE PRUEBA	30254	14.98	176.24	171.66	175	25/04/2024	23/05/2024	28	98.09
Promedio De Esf. Rotura					172.21					98.41

OBSERVACIONES:

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

UNIVERSIDAD ANDINA "MESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CARRERAS DE INGENIERÍA CIVIL

[Firma]
Ing. Arnoldo Yana Torres
C.I. 19227



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

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

FECHA : ABRIL - MAYO 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVO PLASTIFICANTE 0.59%

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	BRIQUETA DE PRUEBA	19355	15.01	176.95	109.38	175	25/04/2024	02/05/2024	7	62.50
2	BRIQUETA DE PRUEBA	18857	14.98	176.24	106.99	175	25/04/2024	02/05/2024	7	61.14
3	BRIQUETA DE PRUEBA	18645	14.98	176.24	105.79	175	25/04/2024	02/05/2024	7	60.45
4	BRIQUETA DE PRUEBA	19410	14.98	176.24	110.13	175	25/04/2024	02/05/2024	7	62.93
Promedio De Esf. Rotura					108.07					61.76

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	BRIQUETA DE PRUEBA	26971	14.98	176.24	153.03	175	25/04/2024	09/05/2024	14	87.45
2	BRIQUETA DE PRUEBA	26597	14.98	176.24	150.91	175	25/04/2024	09/05/2024	14	86.23
3	BRIQUETA DE PRUEBA	26248	15.01	176.95	148.34	175	25/04/2024	09/05/2024	14	84.76
4	BRIQUETA DE PRUEBA	26152	14.98	176.24	148.39	175	25/04/2024	09/05/2024	14	84.79
Promedio De Esf. Rotura					150.17					85.81

19	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	BRIQUETA DE PRUEBA	29321	15.01	176.95	165.70	175	25/04/2024	23/05/2024	28	94.69
2	BRIQUETA DE PRUEBA	28864	15.01	176.95	163.12	175	25/04/2024	23/05/2024	28	93.21
3	BRIQUETA DE PRUEBA	29144	14.98	176.24	165.36	175	25/04/2024	23/05/2024	28	94.49
4	BRIQUETA DE PRUEBA	29777	14.98	176.24	168.95	175	25/04/2024	23/05/2024	28	96.54
Promedio De Esf. Rotura					165.78					94.73

OBSERVACIONES:

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



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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 DIR. COM. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : ABRIL - MAYO 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON AGREGADOS ARTIFICIALES

N°	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	BRIQUETA DE PRUEBA	22848	15.01	176.95	129.12	175	25/04/2024	02/05/2024	7	73.78
2	BRIQUETA DE PRUEBA	21257	14.98	176.24	120.61	175	25/04/2024	02/05/2024	7	68.92
3	BRIQUETA DE PRUEBA	20875	14.98	176.24	118.44	175	25/04/2024	02/05/2024	7	67.68
4	BRIQUETA DE PRUEBA	22386	15.01	176.95	126.51	175	25/04/2024	02/05/2024	7	72.29
Promedio De Esf. Rotura					123.67					70.67

N°	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	BRIQUETA DE PRUEBA	29633	14.98	176.24	168.14	175	25/04/2024	09/05/2024	14	96.08
2	BRIQUETA DE PRUEBA	29353	14.98	176.24	166.55	175	25/04/2024	09/05/2024	14	95.17
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30048	15.01	176.95	169.81	175	25/04/2024	09/05/2024	14	97.03
4	BRIQUETA DE PRUEBA	30111	15.01	176.95	170.17	175	25/04/2024	09/05/2024	14	97.24
Promedio De Esf. Rotura					168.67					96.38

N°	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	BRIQUETA DE PRUEBA	33315	14.98	176.24	189.03	175	25/04/2024	23/05/2024	28	108.02
2	BRIQUETA DE PRUEBA	32584	14.98	176.24	184.88	175	25/04/2024	23/05/2024	28	105.65
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33421	15.02	177.19	188.62	175	25/04/2024	23/05/2024	28	107.78
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33786	14.98	176.24	191.70	175	25/04/2024	23/05/2024	28	109.54
Promedio De Esf. Rotura					188.56					107.75

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Ing. *Armando Yana Torres*
C.P. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : ABRIL - MAYO 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON AGREGADOS ARTIFICIALES

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	BRIQUETA DE PRUEBA	20802	15.01	176.95	117.56	175	25/04/2024	02/05/2024	7	67.18
2	BRIQUETA DE PRUEBA	20962	14.98	176.24	118.94	175	25/04/2024	02/05/2024	7	67.96
3	BRIQUETA DE PRUEBA	21365	14.98	176.24	121.22	175	25/04/2024	02/05/2024	7	69.27
4	BRIQUETA DE PRUEBA	21726	15.01	176.95	122.78	175	25/04/2024	02/05/2024	7	70.16
Promedio De Esf. Rotura					120.13					68.64

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	BRIQUETA DE PRUEBA	28560	14.98	176.24	162.05	175	25/04/2024	09/05/2024	14	92.60
2	BRIQUETA DE PRUEBA	28975	14.98	176.24	164.40	175	25/04/2024	09/05/2024	14	93.94
3	BRIQUETA DE PRUEBA	29853	15.01	176.95	168.71	175	25/04/2024	09/05/2024	14	96.40
4	BRIQUETA DE PRUEBA	29034	15.01	176.95	164.08	175	25/04/2024	09/05/2024	14	93.76
Promedio De Esf. Rotura					164.81					94.18

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	BRIQUETA DE PRUEBA	31985	14.98	176.24	181.48	175	25/04/2024	23/05/2024	28	103.70
2	BRIQUETA DE PRUEBA	31786	14.98	176.24	180.35	175	25/04/2024	23/05/2024	28	103.06
3	BRIQUETA DE PRUEBA	32455	15.02	177.19	183.17	175	25/04/2024	23/05/2024	28	104.67
4	BRIQUETA DE PRUEBA	32628	14.98	176.24	185.13	175	25/04/2024	23/05/2024	28	105.79
Promedio De Esf. Rotura					182.53					104.30

OBSERVACIONES:

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

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

(Firma)
 Mgr. Arnoldo Yana Torres
 CIP. 103257



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



NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

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

FECHA : ABRIL - MAYO 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON AGREGADOS ARTIFICIALES

N°	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	BRIQUETA DE PRUEBA	20653	15.01	176.95	116.72	175	25/04/2024	02/05/2024	7	66.70
2	BRIQUETA DE PRUEBA	20228	14.98	176.24	114.77	175	25/04/2024	02/05/2024	7	65.58
3	BRIQUETA DE PRUEBA	21273	14.98	176.24	120.70	175	25/04/2024	02/05/2024	7	68.97
4	BRIQUETA DE PRUEBA	21013	15.01	176.95	118.75	175	25/04/2024	02/05/2024	7	67.86
Promedio De Esf. Rotura					117.74					67.28

N°	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	BRIQUETA DE PRUEBA	28373	14.98	176.24	160.99	175	25/04/2024	09/05/2024	14	91.99
2	BRIQUETA DE PRUEBA	28364	14.98	176.24	160.94	175	25/04/2024	09/05/2024	14	91.96
3	BRIQUETA DE PRUEBA	27946	15.01	176.95	157.93	175	25/04/2024	09/05/2024	14	90.25
4	BRIQUETA DE PRUEBA	28792	15.01	176.95	162.71	175	25/04/2024	09/05/2024	14	92.98
Promedio De Esf. Rotura					160.64					91.80

N°	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	BRIQUETA DE PRUEBA	30587	14.98	176.24	173.55	175	25/04/2024	23/05/2024	28	99.17
2	BRIQUETA DE PRUEBA	31324	14.98	176.24	177.73	175	25/04/2024	23/05/2024	28	101.56
3	BRIQUETA DE PRUEBA	31791	15.02	177.19	179.42	175	25/04/2024	23/05/2024	28	102.53
4	BRIQUETA DE PRUEBA	30672	14.98	176.24	174.03	175	25/04/2024	23/05/2024	28	99.45
Promedio De Esf. Rotura					176.18					100.68

OBSERVACIONES:

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


 Mg. Arnaldo Yano Torres
 CIP. 133257



BIE : B006 - 00296965



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

PERMEABILIDAD

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO
SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO
LUGAR : AZÁNGARO
FECHA : 24 DE ABRIL DEL 2024

Muestra	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	F'c Kg/cm2	Diámetro de la muestra ∅	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de carga (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
					t	L	A	a	h1	h2	k	k
M-1	CPP	24/04/2024	175	14.61	10.00	30.00	167.64	19.63	91	1	1.58	15.85
M-2	CPP	24/04/2024	175	14.03	10.00	30.00	154.60	19.63	89	1	1.71	17.10
M-3	CPP + 0.3% FV	24/04/2024	175	13.82	14.00	30.00	150.00	19.63	158	1	1.42	14.20
M-4	CPP + 0.3% FV	24/04/2024	175	13.91	13.00	30.00	151.97	19.63	172	1	1.53	15.34
M-5	CPP + 0.6% FV	24/04/2024	175	14.98	12.00	30.00	176.24	19.63	143	1	1.38	13.82
M-6	CPP + 0.6% FV	24/04/2024	175	14.43	15.00	30.00	163.54	19.63	181	1	1.25	12.48
M-7	CPP + 0.9% FV	24/04/2024	175	15.72	11.00	30.00	194.09	19.63	155	1	1.39	13.91
M-8	CPP + 0.9% FV	24/04/2024	175	15.05	16.00	30.00	177.89	19.63	134	1	1.01	10.13

Mr. Arnulfo Yano Torres
C.P. 103257

BIE : B006 - 00296965



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

PERMEABILIDAD

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZÁNGARO

SOLICITANTE : Bach. KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

LUGAR : AZÁNGARO

FECHA : 24 DE ABRIL DEL 2024

Muestra	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	F'c Kg/cm ²	Diámetro de la muestra ∅	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de carga (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coeficiente de permeabilidad (mm/seg)
M-1	CPP	24/04/2024	175	14.61	10.00	30.00	167.64	19.63	91	1	1.58	15.85
M-2	CPP	24/04/2024	175	14.03	10.00	30.00	154.60	19.63	89	1	1.71	17.10
M-3	CPP + 1.5% CG	24/04/2024	175	14.95	13.00	30.00	175.54	19.63	374	1	1.53	15.29
M-4	CPP + 1.5% CG	24/04/2024	175	15.62	11.00	30.00	191.62	19.63	411	1	1.68	16.81
M-5	CPP + 2.0% CG	24/04/2024	175	15.76	10.00	30.00	195.08	19.63	433	1	1.83	18.33
M-6	CPP + 2.0% CG	24/04/2024	175	13.65	15.00	30.00	146.34	19.63	475	1	1.65	16.54
M-7	CPP + 2.5% CG	24/04/2024	175	15.75	9.00	30.00	194.83	19.63	83	1	1.48	14.84
M-8	CPP + 2.5% CG	24/04/2024	175	13.42	12.00	30.00	141.45	19.63	98	1	1.59	15.91



[Signature]
Msc. Arlindo Juan Torres
CIP. 103257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 04-10-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: KEVIN GUIDO CAÑAZACA LARICO

Dirección: Jr. LA AMISTAD

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 74574481

Teléfono: 910 000 055 email: kevinguidoel@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. MILTHON QUISPE HUANCA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO PERMEABLE

CON LA INCORPORACIÓN DE CAUCHO GRANULADO Y FIBRA

DE VIDRIO EN EL DISTRITO DE AZANGARO

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCRETO PERMEABLE, CAUCHO GRANULADO, FIBRA DE VIDRIO, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, PERMEABILIDAD

¿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 MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

04-10-2024

Fecha