



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



**EFFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO
RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO CONVENCIONAL EN EL
DISTRITO DE SAN MIGUEL**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ILBIS FREDY ZAPANA PARI

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

**EFFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO
RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO CONVENCIONAL EN EL
DISTRITO DE SAN MIGUEL**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ILBIS FREDY ZAPANA PARI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE	:	 _____ Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
PRIMER MIEMBRO	:	 _____ Dr. ARNALDO YANA TORRES
SEGUNDO MIEMBRO	:	 _____ Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
ASESOR DE TESIS	:	 _____ Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	:	TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1150-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 011827 presentado por el (la) Bachiller: **ILBIS FREDY ZAPANA PARI** 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. **ILBIS FREDY ZAPANA PARI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EFFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, 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 mérito 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. - **AFROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- **2do Miembro** : Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

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

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **ILBIS FREDY ZAPANA PARI**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EFFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Jueves 03 de octubre del 2024
- **HORA** : 9:00 a.m.
- **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47793



.....
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 203-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 24 de abril del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-04873 presentado por el señor (a) **ILBIS FREDY ZAPANA PARI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 248 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 034 - 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: **ILBIS FREDY ZAPANA PARI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, 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° 034 - 2024 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, 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 merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **ILBIS FREDY ZAPANA PARI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL** 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. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
MILTON GLISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 034-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de marzo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-001643, presentado por el señor (a) **ILBIS FREDY ZAPANA PARI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 044-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 002-2024 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: **ILBIS FREDY ZAPANA PARI** ha presentado su propuesta de investigación **Titulado: EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, 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° 002-2024- aprobando la propuesta de investigación **titulado: EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**.

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: **ILBIS FREDY ZAPANA PARI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL** 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. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


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


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

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



EFFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	9%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	docplayer.fi Fuente de Internet	1%
6	docplayer.org Fuente de Internet	<1%
7	btdt-dev.sc.usp.br Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
EFEECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Ilbis Fredy Zapana Pari
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	44110889
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-0978-2514
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
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	Heman Pedro Martinez Ramos
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	01316765
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: San Miguel Latitud: S 15° 28' 43" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/sRv2M7R1wK3gJ4nL7</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2024 – Setiembre 2024
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de Materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00</p>


 DIRECTOR
 Vicerrectorado de Investigación
 UANCV
 Dr. Efraín Paredón
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ILBIS FREDY ZAPANA PARI, identificado con DNI
Nro. 44110889, 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:

EFFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN
LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL
EN LA DISTRITO DE SAN MIGUEL

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 28 de octubre del 2024


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

A mis queridos padres,

Con profundo amor y gratitud, dedico esta tesis a ustedes, mis pilares inquebrantables. Han sido mi fuente constante de inspiración y apoyo incondicional a lo largo de todo este viaje académico.

Gracias por creer en mí incluso en los momentos en que yo dudaba de mis propias capacidades. Su sabiduría, sacrificio y ejemplo de perseverancia han sido los motores que me han impulsado a seguir adelante.

Cada logro mío es también suyo. Esta tesis es un reflejo del esfuerzo conjunto y del amor que han depositado en mi formación y en mi vida.

Con todo mi amor,



AGRADECIMIENTO

Primero que todo, quiero agradecer a Dios Todopoderoso por haberme dado la vida, la salud y la fuerza para alcanzar esta meta. Gracias por guiarme, iluminar mi camino y darme la sabiduría necesaria para superar los desafíos que se presentaron a lo largo de este trayecto académico. Sin Tu gracia y bendiciones, nada de esto hubiera sido posible.

A mis estimados catedráticos de la carrera de Ingeniería Civil, les expreso mi más sincero agradecimiento. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi formación profesional y personal. Gracias por su paciencia, dedicación y compromiso con la enseñanza. Sus conocimientos, consejos y el tiempo que han invertido en mi educación han sido fundamentales para mi crecimiento académico.

Sus lecciones no solo me han brindado las herramientas técnicas necesarias para ser un buen ingeniero, sino que también me han enseñado la importancia de la ética, la responsabilidad y la pasión por la profesión. A todos ustedes, les debo una parte significativa de este logro. Gracias por haber sido una fuente constante de inspiración y apoyo.



ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

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



**CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO**

- 2.1 Antecedentes de la investigación..... 20
 - 2.1.1 Antecedentes internacionales..... 20
 - 2.1.2 Antecedentes nacionales..... 22
 - 2.1.3 Antecedentes regionales 24
- 2.2 Marco teórico..... 25
 - 2.2.1 Fibras sintéticas..... 25
 - 2.2.2 Césped sintético 28
 - 2.2.3 Materiales reciclados en el concreto..... 31
 - 2.2.4 Concreto..... 32
 - 2.2.5 Propiedades del concreto 36
 - 2.2.6 Diseño de mezcla 50
- 2.3 Marco conceptual 51

**CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

- 3.1 Diseño de la investigación 54
- 3.2 Métodos de la investigación..... 54
- 3.3 Nivel y tipo de investigación..... 55
 - 3.3.1 Tipo de la investigación 55
 - 3.3.2 Nivel de la investigación 56
- 3.4 Población y muestra de la investigación 56
 - 3.4.1 Población..... 56
 - 3.4.2 Muestra 57
- 3.5 Técnicas e instrumentos..... 59
 - 3.5.1 Técnicas..... 59
 - 3.5.2 Instrumentos..... 59
- 3.6 Validación y confiabilidad del instrumento 60
 - 3.6.1 Validación de los instrumentos 60
 - 3.6.2 Confiabilidad de instrumentos..... 60
- 3.7 Procedimiento de recolección de datos 61
 - 3.7.1 Procedimiento..... 61
 - 3.7.2 Ensayos en laboratorio 63
- 3.8 Procesamiento y análisis de datos..... 76



CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados 77

 4.1.1 Efecto del césped sintético reciclado en el asentamiento 85

 4.1.2 Efecto del césped sintético reciclado en la resistencia a compresión 86

 4.1.3 Efecto del césped sintético reciclado en la resistencia a flexión 107

4.2 Discusión de resultados..... 126

CONCLUSIONES..... 130

RECOMENDACIONES..... 131

BIBLIOGRAFÍA..... 132

ANEXOS 136



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables	19
Tabla 2	Cantidad de muestras para el asentamiento	58
Tabla 3	Cantidad de muestras para los ensayos de resistencia	58
Tabla 4	Cantidad de agua en los agregados	77
Tabla 5	Información detallada sobre la gravedad específica y la absorción.....	78
Tabla 6	Datos del peso específico y la capacidad de absorción	79
Tabla 7	Peso unitario no consolidada (suelta)	79
Tabla 8	Peso unitario consolidado(compactado)	80
Tabla 9	Análisis granulométrico del agregado grueso	80
Tabla 10	Análisis granulométrico de agregado fino	81
Tabla 11	Dosificación de materiales para concreto.....	84
Tabla 12	Dosificación con césped sintético reciclado (CSR)	85
Tabla 13	Slump de las muestras	85
Tabla 14	Rotura a compresión-muestra patron-7	86
Tabla 15	Rotura a compresión-adicionando el 0.25% de CSR-7	87
Tabla 16	Rotura a compresión-adicionando el 0.5% de CSR-7	88
Tabla 17	Rotura a compresión-adicionando el 1% de CSR-7	89
Tabla 18	Rotura a compresión-adicionando el 2% de CSR-7	90
Tabla 19	Comparativa de roturas a compresión de las muestras-7 días.....	91
Tabla 20	Rotura a compresión-muestra patron-14	92
Tabla 21	Rotura a compresión-adicionando el 0.25% de CSR-14	93
Tabla 22	Rotura a compresión-adicionando el 0.5% de CSR-14	94
Tabla 23	Rotura a compresión-adicionando el 1% de CSR-14	95
Tabla 24	Rotura a compresión-adicionando el 2% de CSR-14	96
Tabla 25	Comparativa de roturas a compresión de las muestras-14 días.....	97
Tabla 26	Rotura a compresión-muestra patron-28	98



Tabla 27	Rotura a compresión-adicionando el 0.25% de CSR-28	99
Tabla 28	Rotura a compresión-adicionando el 0.5% de CSR-28	100
Tabla 29	Rotura a compresión-adicionando el 1% de CSR-28	101
Tabla 30	Rotura a compresión-adicionando el 2% de CSR-28	102
Tabla 31	Comparativa de roturas a compresión de las muestras-28 días.....	103
Tabla 32	Recopilación de resistencias de las diferentes muestras	104
Tabla 33	Comparativa de resistencias logradas en porcentajes	105
Tabla 34	Recopilación de resistencia alcanzada en porcentajes	106
Tabla 35	Rotura a flexión-muestra patrón -7	107
Tabla 36	Rotura a flexión-adicionando el 0.25% de CSR-7	108
Tabla 37	Rotura a flexión-adicionando el 0.5% de CSR-7	109
Tabla 38	Rotura a flexión-adicionando el 1% de CSR-7	110
Tabla 39	Rotura a flexión-adicionando el 2% de CSR-7	111
Tabla 40	Comparativa de roturas a flexión de las muestras-7 días.....	112
Tabla 41	Rotura a flexión-muestra patrón -14.....	113
Tabla 42	Rotura a flexión-adicionando el 0.25% de CSR-14	114
Tabla 43	Rotura a flexión-adicionando el 0.5% de CSR-14	115
Tabla 44	Rotura a flexión-adicionando el 1% de CSR-14	116
Tabla 45	Rotura a flexión-adicionando el 2% de CSR-14	117
Tabla 46	Comparativa de roturas a flexión de las muestras-14 días.....	118
Tabla 47	Rotura a flexión-muestra patrón -14.....	119
Tabla 48	Rotura a flexión-adicionando el 0.25% de CSR-28	120
Tabla 49	Rotura a flexión-adicionando el 0.5% de CSR-28	121
Tabla 50	Rotura a flexión-adicionando el 1% de CSR-28	122
Tabla 51	Rotura a flexión-adicionando el 2% de CSR-28	123
Tabla 52	Comparativa de roturas a flexión de las muestras-28 días.....	124
Tabla 53	Recopilación de resistencias de las diferentes muestras	125



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Césped sintético reciclado	30
Figura 2	Resistencia a flexión	46
Figura 3	Fibra de césped sintético	62
Figura 4	Granulometría de agregado grueso	81
Figura 5	Curva granulométrica de la arena	82
Figura 6	Proporciones del diseño de mezcla.....	84
Figura 7	Slump de las muestras.....	86
Figura 8	Rotura a compresión-muestra patron-7	87
Figura 9	Rotura a compresión- adicionando el 0.25% de CSR-7.....	88
Figura 10	Rotura a compresión- adicionando el 0.5% de CSR-7.....	89
Figura 11	Rotura a compresión- adicionando el 1% de CSR-7	90
Figura 12	Rotura a compresión- adicionando el 2% de CSR-7	91
Figura 13	Comparativa de roturas a compresión de las muestras-7 días	92
Figura 14	Rotura a compresión-muestra patron-14.....	93
Figura 15	Rotura a compresión- adicionando el 0.25% de CSR-14.....	94
Figura 16	Rotura a compresión- adicionando el 0.5% de CSR-14.....	95
Figura 17	Rotura a compresión- adicionando el 1% de CSR-14.....	96
Figura 18	Rotura a compresión- adicionando el 2% de CSR-14.....	97
Figura 19	Comparativa de roturas a compresión de las muestras-14 días	98
Figura 20	Rotura a compresión-muestra patron-28.....	99
Figura 21	Rotura a compresión- adicionando el 0.25% de CSR-28.....	100
Figura 22	Rotura a compresión- adicionando el 0.5% de CSR-28.....	101
Figura 23	Rotura a compresión- adicionando el 1% de CSR-28.....	102
Figura 24	Rotura a compresión- adicionando el 2% de CSR-28.....	103
Figura 25	Comparativa de roturas a compresión de las muestras-28 días	104
Figura 26	Comparativa de las roturas a compresión en diferentes periodos	105



Figura 27	Comparativa de resistencias logradas en porcentajes.....	106
Figura 28	Evaluación de las discrepancias porcentuales en las resistencias	107
Figura 29	Rotura a flexión-muestra patron-7	108
Figura 30	Rotura a flexión- adicionando el 0.25% de CSR-7.....	109
Figura 31	Rotura a flexión- adicionando el 0.5% de CSR-7.....	110
Figura 32	Rotura a flexión- adicionando el 1% de CSR-7	111
Figura 33	Rotura a flexión- adicionando el 2% de CSR-7	112
Figura 34	Comparativa de roturas a compresión de las muestras-7 días	113
Figura 35	Rotura a flexión-muestra patron-14.....	114
Figura 36	Rotura a flexión- adicionando el 0.25% de CSR-14.....	115
Figura 37	Rotura a flexión- adicionando el 0.5% de CSR-14.....	116
Figura 38	Rotura a flexión- adicionando el 1% de CSR-14	117
Figura 39	Rotura a flexión- adicionando el 2% de CSR-14	118
Figura 40	Comparativa de roturas a compresión de las muestras-14 días	119
Figura 41	Rotura a flexión-muestra patron-28.....	120
Figura 42	Rotura a flexión- adicionando el 0.25% de CSR-28.....	121
Figura 43	Rotura a flexión- adicionando el 0.5% de CSR-28.....	122
Figura 44	Rotura a flexión- adicionando el 1% de CSR-28	123
Figura 45	Rotura a flexión- adicionando el 2% de CSR-28	124
Figura 46	Comparativa de roturas a compresión de las muestras-28 días	125
Figura 47	Comparativa de las roturas a flexión en diferentes periodos	126



RESUMEN

En este estudio titulado "Efecto del empleo de césped sintético reciclado en las propiedades del concreto convencional en el distrito de San Miguel", se llevó a cabo con el objetivo de analizar la influencia del césped sintético reciclado en las características del concreto. Para lograr esto, se implementó un diseño experimental con 15 muestras para el ensayo de asentamiento, 75 para el ensayo a compresión y 75 para el ensayo de flexión. Todos los ensayos se realizaron en el laboratorio de la universidad. En cuanto al ensayo de asentamiento, el diseño patrón mostró un valor de slump de 3.96". Al introducir un 0.25% de fibras de césped sintético reciclado, el asentamiento disminuyó a 3.83". Con una adición del 0.5%, el valor fue de 3.70", mientras que con un 1%, el slump fue de 3.53", y con un 2%, el asentamiento se redujo a 3.47". En relación al ensayo de resistencia a compresión después de 28 días, la muestra patrón presentó una resistencia de 218.11 kg/cm². Al incorporar un 0.25% de césped sintético reciclado, la resistencia aumentó a 219.03 kg/cm². Con una adición del 0.5%, la resistencia alcanzó los 225.73 kg/cm², y con el 1% de adición, se registró una resistencia de 228.53 kg/cm². Aunque, con el aumento de la proporción al 2%, se registró una baja en la resistencia a 219.46 kg/cm². En relación al ensayo de flexión, la muestra patrón exhibió un módulo de rotura de 33.07 kg/cm². Al incorporar un 0.25% de césped sintético reciclado, el módulo de rotura aumentó a 33.93 kg/cm². Con una adición del 0.5%, la resistencia a flexión alcanzó los 35.05 kg/cm². En el caso del 1%, se registró un módulo de rotura de 39.51 kg/cm², mientras que con el 2%, la resistencia fue de 33.58 kg/cm². En conclusión, los resultados sugieren que la inclusión de fibras de césped sintético puede mejorar significativamente las propiedades del concreto, siendo el porcentaje óptimo del 1%.

Palabras Clave: Césped sintético, reciclaje, concreto y propiedades del concreto.



ABSTRACT

This study entitled "Effect of the use of recycled synthetic turf on the properties of conventional concrete in the district of San Miguel" was carried out with the objective of analyzing the influence of recycled synthetic turf on the characteristics of concrete. To achieve this, an experimental design was implemented with 15 samples for the slump test, 75 for the compression test and 75 for the flexural test. All tests were performed in the university laboratory. For the slump test, the standard design showed a slump value of 3.96". By introducing 0.25% recycled synthetic turf fibers, the slump decreased to 3.83". With an addition of 0.5%, the value was 3.70", while with 1%, the slump was 3.53", and with 2%, the slump was reduced to 3.47". In relation to the compressive strength test after 28 days, the standard sample presented a strength of 218.11 kg/cm². When 0.25% of recycled synthetic turf was added, the strength increased to 219.03 kg/cm². With 0.5% addition, the strength reached 225.73 kg/cm², and with 1% addition, a strength of 228.53 kg/cm² was recorded. However, by increasing the proportion to 2%, the strength decreased slightly to 219.46 kg/cm². In relation to the flexural test, the standard sample exhibited a modulus of rupture of 33.07 kg/cm². By incorporating 0.25% recycled synthetic turf, the modulus of rupture increased to 33.93 kg/cm². With an addition of 0.5%, the flexural strength reached 35.05 kg/cm². In the case of 1%, a modulus of rupture of 39.51 kg/cm² was recorded, while with 2%, the strength was 33.58 kg/cm². In conclusion, the results suggest that the inclusion of synthetic turf fibers can significantly improve the properties of concrete, the optimum percentage being 1%.

Keywords: Synthetic turf, recycling, concrete, concrete properties.



INTRODUCCIÓN

El crecimiento constante de la población y la urbanización acelerada plantean desafíos significativos en la gestión de recursos naturales y en la búsqueda de soluciones sostenibles en la ingeniería civil. En este entorno, la investigación y la puesta en práctica de materiales alternativos y prácticas innovadoras en la construcción se han convertido en imperativos cruciales para mitigar el impacto ambiental y optimizar el rendimiento de las estructuras.

El presente trabajo aborda un aspecto fundamental de esta problemática: la incorporación de césped sintético reciclado en el diseño y la fabricación del concreto convencional. San Miguel, como distrito urbano en constante desarrollo, ofrece un marco idóneo para evaluar las implicaciones de esta práctica emergente en las cualidades y el comportamiento del concreto, considerando tanto aspectos técnicos como ambientales.

El uso de césped sintético reciclado como adición al concreto presenta la oportunidad de abordar la creciente problemática de los desechos plásticos, al tiempo que se exploran posibles mejoras en la durabilidad, resistencia y sostenibilidad del material resultante. Este enfoque no solo busca optimizar el desempeño del concreto, sino también contribuir al manejo responsable de los residuos plásticos, promoviendo así una economía circular en la industria edificadora.

La relevancia de esta investigación radica en su potencial para ofrecer una alternativa eco-amigable en la ingeniería civil, fomentando prácticas más sostenibles y eficientes. A medida que la sociedad enfrenta desafíos ambientales cada vez más urgentes, la integración de tecnologías y materiales innovadores en la construcción se presenta como un paso fundamental hacia un futuro más resiliente y respetuoso con el entorno.



En el primer capítulo, se identificaron las variables esenciales que guiarían el análisis a lo largo de toda la investigación, además de profundizar en el tema principal. Asimismo, se trazaron los objetivos y se justificó la importancia de llevar a cabo este estudio. En este apartado, también se formularon las hipótesis correspondientes.

El segundo capítulo se dedicó a establecer los fundamentos teóricos, recopilando estudios previos relevantes. En esta sección, se ofreció una síntesis de los enfoques teóricos y conceptuales más destacadas, aportadas por expertos y trabajos anteriores en el ámbito en cuestión.

El tercer capítulo se centró en describir las técnicas y procesos utilizados durante la investigación, incluyendo la identificación de los sujetos o grupos que constituyen el foco del estudio.

En el cuarto capítulo, se presentaron los resultados de manera clara y organizada, empleando tablas y gráficos para hacer más accesible la información. A continuación, se compararon los resultados obtenidos con aquellos hallados en estudios previos, facilitando así su comprensión.

Finalmente, se expusieron las primordiales conclusiones derivadas del estudio, junto con recomendaciones prácticas. Además, se incluyó una lista detallada de las fuentes bibliográficas consultadas.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

La gestión de residuos y la búsqueda de soluciones sostenibles para la construcción son preocupaciones compartidas. Diversos países enfrentan desafíos similares en cuanto a la acumulación de residuos y la necesidad de adoptar prácticas constructivas más respetuosas con el medio ambiente. La adopción de tecnologías innovadoras, como el empleo de materiales reciclados en la construcción, ha sido un tema de interés global para reducir la huella ecológica de la industria de la construcción.

En Perú, se ha observado un incremento en la producción de residuos y una progresiva conciencia sobre la necesidad de encontrarse este problema. La industria de la construcción en el país busca constantemente métodos para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las estructuras, al tiempo que enfrenta retos específicos relacionados con las condiciones climáticas, los materiales disponibles y las demandas locales. El Perú, al ser un país con una rica diversidad geográfica, enfrenta la necesidad de encontrar soluciones prácticas y adaptables a las diversas realidades climáticas y geográficas presentes en su territorio.

En el Distrito de San Miguel, la acumulación de residuos plásticos, incluyendo césped sintético desechado, ha alcanzado niveles preocupantes. La falla de una gestión



adecuada de estos residuos no solo perturba al medio ambiente local, sino que también plantea desafíos para la salud pública y la estética del distrito. Al mismo tiempo, la construcción y mantenimiento de estructuras en el distrito requieren soluciones que sean específicas para las condiciones locales y las características de la comunidad. En este contexto, surge la pregunta sobre si el empleo de césped sintético reciclado en el concreto convencional podría ser una solución eficiente para abordar ambas problemáticas: la gestión de residuos plásticos y la mejora de las propiedades del concreto.

Hasta ahora, se percibe una carencia de investigación integral sobre cómo la incorporación de césped sintético reciclado podría influir en las propiedades del concreto. Esta brecha en el conocimiento motiva la necesidad de llevar a cabo un estudio detallado que evalúe el impacto del césped sintético reciclado en las mezclas de concreto convencional utilizadas en la construcción local.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuál es el efecto del empleo de césped sintético reciclado en las propiedades del concreto convencional en el distrito de San Miguel?

1.2.2 *Problemas específicos*

- a. ¿Cuál es el efecto del empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% sobre el asentamiento del concreto?
- b. ¿Cuál es el efecto del empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% sobre la resistencia a compresión?
- c. ¿Cuál es el efecto del empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% sobre la resistencia a flexión?



1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Analizar el efecto del empleo de césped sintético reciclado en las propiedades del concreto convencional en el distrito de San Miguel.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- a. Determinar el efecto del empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% sobre el asentamiento del concreto.
- b. Determinar el efecto del empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% sobre la resistencia a compresión.
- c. Determinar el efecto del empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% sobre la resistencia a flexión.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 *Justificación técnica*

Desde un punto de vista técnico, la utilización de césped sintético reciclado en mezclas de hormigón estándar constituye un tema de estudio tan importante como prometedor. Las cualidades mecánicas y estructurales del hormigón podrían verse afectadas por la integración de este material de vanguardia, lo que podría tener profundas implicaciones. Además, la investigación de los impactos a nivel técnico puede aportar información útil que puede utilizarse para optimizar la mezcla de ingredientes y mejorar la eficacia del hormigón en términos de durabilidad y resistencia.



1.4.2 Justificación económica

Desde una perspectiva económica, la implementación de césped sintético reciclado en la producción de concreto podría tener implicaciones significativas en términos de costos y sostenibilidad a largo plazo. La evaluación de los aspectos económicos no solo se centraría en los costos inmediatos de producción, sino también en los beneficios potenciales derivados de la reducción de la demanda de materiales convencionales y la gestión de residuos. Este enfoque puede tener repercusiones positivas tanto en la industria de la construcción como en la economía local.

1.4.3 Justificación social

Desde una perspectiva social, la investigación sobre el uso de césped sintético reciclado en el concreto convencional tiene el potencial de generar impactos positivos en la comunidad. El fomento de prácticas sostenibles en la construcción puede contribuir a la conciencia ambiental de la sociedad, promoviendo un desarrollo más responsable y respetuoso con el medio ambiente. Además, podría generar oportunidades de empleo en el ámbito de la gestión de residuos y la producción de materiales sostenibles, beneficiando así a la comunidad local.

1.4.4 Justificación ambiental

Para justificar la tesis desde el punto de vista medioambiental, es necesario abordar las actuales dificultades medioambientales asociadas a la gestión de residuos y la utilización de recursos naturales en la industria de la construcción. El uso de césped sintético recuperado en la mezcla de hormigón es un intento de reducir la dependencia de los materiales convencionales, al tiempo que se aprovechan las ventajas del reciclaje de recursos. La adopción de esta estrategia puede contribuir a reducir la huella de carbono y a fomentar prácticas más sostenibles en el sector de la construcción.



1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 *Hipótesis general*

El efecto del empleo de césped sintético reciclado será de manera positiva en las propiedades del concreto convencional en el distrito de San Miguel.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- a. El empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% tendrá un efecto significativo sobre el asentamiento del concreto.
- b. El empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% tendrá un efecto positivo sobre la resistencia a compresión del concreto.
- c. El empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% tendrá un efecto positivo sobre la resistencia a flexión del concreto.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 *Variable independiente*

Césped sintético

INDICADOR

Dosificación de 0.25%, 0.50%, 1% y 2%.

1.6.2 *Variable dependiente*

Propiedades del concreto convencional

INDICADOR

Asentamiento, resistencia a compresión y flexión.

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
CÉSPED SINTÉTICO	También conocido como césped artificial, es una superficie hecha de fibras sintéticas que imita la apariencia del césped natural.	Medir la cantidad de césped sintético reciclado.	Proporción de 0.25%, 0.50%, 1% y 2%.	Báscula Electrónica, Plantilla de toma de datos
PROPIEDADES DEL CONCRETO	Característica mecánica clave en la industria de la construcción, las propiedades se utilizan ampliamente en la evaluación de materiales como el hormigón. Se encargan de determinar la seguridad y durabilidad de los edificios, y también se utilizan para evaluar la durabilidad de las estructuras.	Propiedades mecánicas y físicas.	Asentamiento, resistencia a compresión y flexión.	Laboratorio de Suelos



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Fernandez et al., (2022), en su estudio titulado "Investigación sobre las propiedades físicas y mecánicas del caucho de neumático como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto", se proponen evaluar cómo afectan los restos de caucho de neumático y sus efectos en las cualidades del concreto cuando se usan como sustituto parcial de la arena. Para ello, sustituyeron la arena por RCN en cuatro proporciones distintas: 0% (control), 5 %, 10 % y 20 %, y analizaron las propiedades mecánicas - físicas. Los resultados alcanzados muestran una tendencia decreciente en las propiedades mecánicas y físicas conforme se incrementa la proporción de RCN, a excepción de la mezcla con un 5% de RCN, que presenta propiedades similares al concreto con arena natural. De esta manera, se concluye que es factible utilizar RCN hasta un 5% en la producción de concreto sin comprometer significativamente sus propiedades, lo que ofrece una solución sostenible. Sin embargo, el reemplazo de arena por RCN impacta negativamente la trabajabilidad y las propiedades mecánicas del concreto. Esta pérdida de trabajabilidad se agrava con mayores porcentajes de RCN, alcanzando hasta un 91.93%



con un 20% de RCN. En términos de propiedades mecánicas, se observa una disminución en la resistencia a la compresión, tracción y flexión con el aumento del contenido de RCN, siendo el 5% el nivel que muestra las menores diferencias en contraste con el concreto de referencia. El establecimiento de una interfaz débil entre el RCN y la matriz de cemento es la razón de la pérdida de propiedades mecánicas. Esta interfaz débil se genera por la naturaleza hidrofóbica del RCN, así como por sus características de bajo módulo de elasticidad.

Guerra & Eljach, (2021) en su estudio titulado "Desarrollo y análisis de morteros de cemento Portland reforzados con fibras de polipropileno derivadas de residuos sólidos industriales", se centraron en analizar la rotura a la flexión y compresión de morteros reforzados con fibras de polipropileno derivadas de zunchos de polipropileno, materiales comúnmente utilizados en operaciones logísticas y de embalaje en Colombia. Estos zunchos fueron recolectados como residuos y procesados para obtener las fibras de polipropileno necesarias. La obtención de las fibras implicó agrupar diferentes zunchos en una prensa, ajustar la elevación de la mordaza para asegurar una profundidad de corte adecuada, y cortar con una cuchilla delgada. En el estudio, se manejaron tres tipos de moldes para las probetas, en las que se vertió la mezcla de mortero con las fibras obtenidas de los zunchos. También se prepararon muestras de mortero sin fibra para realizar comparaciones. Tras un periodo de curado de 28 días en agua, las muestras fueron evaluadas conforme a la norma NSR-10. Los resultados mostraron que los morteros con un 0.9% de fibra de polipropileno alcanzaron una rotura a la compresión de 9.060 MPa y una rotura a la flexión de 3.040 MPa. Aunque las propiedades mecánicas del mortero con este porcentaje de fibra son inferiores en comparación con el mortero sin fibra, satisface las condiciones necesarias de la norma NSR-10, que exige un mínimo de 8.9 MPa de resistencia a compresión. En pruebas de flexión, se observó que el material se fracturaba cerca de una carga de 3 MPa. Sin embargo, se destacó que las fibras de polipropileno actuaban como un refuerzo, evitando una falla abrupta y permitiendo que el material

siguiera soportando carga. Este hallazgo sugiere que, a pesar de la disminución en la resistencia flexión, las fibras de polipropileno proporcionan al material una capacidad adicional de carga.

2.1.2 *Antecedentes nacionales*

Alfaro & De la Cruz, (2022) en su tesis titulada "Adición de fibra de polipropileno reciclado para incrementar la resistencia a compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm², Moyobamba 2022", se propusieron investigar el impacto que tendría la incorporación de fibra de polipropileno reciclada al hormigón, la resistencia a la compresión del hormigón aumentó hasta 210 kg/cm². En el desarrollo de la investigación se adoptó un enfoque cuantitativo y aplicado, el cual se llevó a cabo mediante una técnica que utilizó sólo experimentos. Los resultados proporcionaron información sobre las características del agregado fino, que incluye una finura de 2,70, un contenido de humedad de 6,00%, una absorción de 1,28%, un peso específico de 2608 kg/m³ y una densidad unitaria compactada de 1511 kg/m³. Por el contrario, se observó que el árido grueso con un tamaño de ½ pulgada tenía una finura de 6,74, un contenido de humedad de 1,00%, una absorción de 1,11%, un peso unitario suelto de 2567 kg/m³, un peso específico de 1823 kg/m³ y un peso unitario compactado de 1405 kg/m³. La investigación llega a la conclusión de que el diseño produce resultados favorables en las tres muestras examinadas. Tras un período de 28 días, la integración de un 0,25% de fibra de polipropileno produjo un aumento de 226,20 kg/cm² en el peso unitario suelto y consiguió una resistencia de 1611 kg/m². Alternativamente, la combinación que contenía 0,35% de fibra demostró una resistencia de 215,23 kg/cm² en comparación. La resistencia disminuyó a 187,29 kg/cm² al aumentar el contenido de fibra al 0,45%. Se ha observado que la combinación que contiene un 0,25% de fibra de polipropileno se considera la mejor opción, ya que produce una resistencia mejorada en contraste con el hormigón convencional. La utilización de este porcentaje



concreto permite alcanzar una tensión de resistencia mayor, lo que se ha demostrado útil para mejorar las cualidades del hormigón.

Jove Pantoja, (2023) en su tesis titulada "Evaluación de las características físicas y mecánicas del concreto modificado con fibras de polipropileno reciclado, San Martín de Porres, Lima 2023", propugnaba la creación de un concreto que tuviera una f_c 210 kg/cm² y que se elaborara utilizando fibras de polipropileno reciclado. Para determinar la proporción óptima de fibras a añadir, se realizaron experimentos con varias cantidades de fibra (0,5%, 1%, 1,5% y 2%) en el hormigón estándar. Se analizaron los resultados de estas pruebas. Tras la verificación de los áridos de acuerdo con los requisitos especificados, se manejó la técnica ACI para obtener el diseño estándar. Esto se hizo para garantizar que el diseño fuera adecuado. A continuación, el hormigón se sometió a una serie de pruebas tanto en su fase fresca como endurecida, y se añadió polipropileno reciclado a la mezcla para analizar los impactos en ambas situaciones. Los resultados mostraron que las fibras de polipropileno mejoran el rendimiento del hormigón tanto en su forma fresca como endurecida, a pesar de que reducen la trabajabilidad del hormigón en su estado fresco. Además, se descubrió que las fibras aumentan la capacidad del hormigón para absorber agua y mejoran su permeabilidad. La resistencia a la compresión del hormigón modificado osciló entre 218,97 y 231,33 kg/cm² cuando se añadieron fibras de polipropileno reciclado. Se utilizó el diseño M2 y se empleó un 1% de polipropileno reciclado en lugar del 1% del cemento. La resistencia media óptima a la compresión fue de 231,33 kg/cm². Además, la inclusión de fibras de polipropileno reciclado dio lugar a diferencias en la capacidad a flexión del hormigón modificado, cuyo valor osciló entre 44,63 y 50,7 kg/cm². La media deseada de 50,7 kg/cm² fue alcanzada por el diseño M4, que fue capaz de producir buenos resultados utilizando un 2% de polipropileno reciclado en lugar de un 2% de cemento.



2.1.3 Antecedentes regionales

Quisocala Benavente, (2021) en su tesis titulada "Estudio comparativo de la resistencia a la compresión del concreto 280kg/cm² con adición de fibras PET recicladas en Juliaca - Puno", realizó una investigación experimental con la finalidad de medir la resistencia a la compresión de un concreto estándar con una resistencia nominal de 280 kg/cm², comparándolo con un concreto que incluye fibras PET recicladas en la municipalidad de Juliaca, Puno. Nuestra investigación se realizó en la ciudad de Juliaca, ubicada en Puno. Se utilizó cemento Portland tipo 1, agregados gruesos y finos extraídos del río Isla y plástico PET producido por la trituración de botellas de plástico recicladas. Adicionalmente, se agregó tres por ciento, siete por ciento y diez por ciento de plástico PET reciclado a una variedad de mezclas de concreto que se hicieron para el estudio. Esta combinación se utilizó en el proceso de preparación de especímenes, que luego se curaron en agua. Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se compararon con los de una probeta estándar a los 7, 14 y 28 días después de someter la probeta a las pruebas por primera vez. Al final del período de 28 días, los resultados demostraron que el hormigón que no incluía PET tenía una resistencia a la compresión de 285,07 kg/cm². Sin embargo, las resistencias a la compresión de las mezclas que contenían adiciones de 3%, 7% y 10% de PET fueron, respectivamente, de 291,64 kg/cm², 267,58 kg/cm² y 260,89 kg/cm². Estos valores se determinaron comparando las distintas mezclas. Los resultados de este estudio llevaron a la conclusión de que la resistencia a la compresión del hormigón disminuye en proporción a la cantidad de PET presente en la mezcla.

Ramos & López, (2019) en su estudio titulado "Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto F'c 210 kg/cm² con cemento Ico y distintos porcentajes de fibra de caucho reciclado", el objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades mecánicas del hormigón con una resistencia F'c 210 kg/cm² utilizando cemento Ico y diferentes proporciones de fibras de caucho reciclado (5%, 10%, 15%). Para obtener la resistencia objetivo de 210 kg/cm², el proyecto fue ejecutado empleando la



técnica ACI 211 y se basó en una formulación de hormigón estándar (C.P). Tras los debidos ajustes de las dosis, se realizaron mezclas de hormigón individuales, teniendo en cuenta los estudios de los áridos y llevando a cabo ensayos tanto en hormigón fresco como endurecido. En el transcurso de estas pruebas, se midieron numerosas características, como la temperatura, el peso y el porcentaje de aire. A continuación, el hormigón endurecido se sometió a evaluaciones para verificar su resistencia tanto a la compresión como a la flexión en intervalos establecidos de tres, siete, veintiún y veintiocho días. En el diseño se utilizaron diferentes cantidades de caucho reciclado para mejorar determinadas cualidades. Esto se hizo de acuerdo con nuestros resultados. Se eligieron el cinco, el diez y el quince por ciento como porcentajes de adición de caucho para determinar cuál sería el más eficaz. La investigación demostró que la cantidad óptima de caucho reciclado para incluir en el hormigón ordinario es del 5%, lo que da como resultado una resistencia de 152,4 kg/cm² después de siete días. Así lo determinó el estudio. Este estudio ha ofrecido una buena información sobre la inclusión de caucho reciclado en el hormigón, destacando el hecho de que un porcentaje del 5% mejora de forma sustancial la capacidad a compresión F'c 210 kg/cm². En conclusión, este estudio ha aportado información valiosa.

2.2 Marco teórico

2.2.1 *Fibras sintéticas*

En la actualidad, el empleo de fibras de refuerzo como adición al concreto ha tenido un impacto significativo en los diseños y procesos de mezcla. Es crucial señalar que esta técnica no es novedosa en el ámbito de la construcción. Antes de la introducción del cemento Portland y el concreto, cuando se utilizaba adobe, se incorporaban materiales como pasto, hilo, vara e incluso pelo de animales con el intento de prevenir fisuras y mejorar la capacidad a tensión.



Con el avance de la industria, han surgido nuevas técnicas y materiales para la fabricación de fibras destinadas a integrarse en la matriz de concreto. Estas fibras se distinguen principalmente por su resistencia a los álcalis, siendo los materiales más comúnmente empleados para su producción el polietileno, el acero, el polipropileno, el carbono, entre otros (Antillón, 2016). Este desarrollo ha ampliado considerablemente las posibilidades de mejora en las cualidades de durabilidad del concreto, proporcionando soluciones más eficientes y versátiles en el ámbito de la construcción.

Según (Coavas & Segrera, 2020) las ventajas derivadas del uso de fibras en el concreto son significativas, destacándose:

- Reducción de fisuras por asentamiento: La incorporación de fibras contribuye a minimizar las fisuras resultantes del asentamiento del concreto.
- Menor fisuración por contracción plástica: Las fibras también ayudan a disminuir las fisuras ocasionadas por la contracción plástica del material.
- Perfeccionamiento de la impermeabilidad del concreto: La presencia de fibras contribuye a la obtención de concretos menos permeables, fortaleciendo su durabilidad y resistencia a factores ambientales.
- Aumento de la resistencia al desgaste y al impacto: El concreto con fibras integradas presenta una resistencia superior tanto al desgaste como al impacto, proporcionando una mayor robustez en aplicaciones estructurales.

La propiedad mecánica más destacada en el concreto reforzado con fibras es el incremento de los esfuerzos de tensión en la matriz. Esto es particularmente relevante, ya que el concreto por sí solo exhibe un comportamiento deficiente bajo los efectos de tracción. Sin embargo, la evaluación de esta propiedad se vuelve compleja mediante ensayos uniaxiales que solo miden la resistencia a la tensión, dado que el concreto, al ser



un material quebradizo, dificulta la predicción de su respuesta después de aplicar cargas máximas (Coavas & Segrera, 2020).

Otra consideración fundamental en la construcción es la trabajabilidad del concreto fortalecido con fibras. Esta característica se basa en elementos como la dosificación en volumen y la representación de las fibras, el estado superficial de las mismas, la calidad del enlace entre ellas, así como las dimensiones y la cantidad relativa de los agregados. Para evaluar la fluidez en este tipo de concreto, es esencial aplicar la técnica del cono invertido con la ayuda de vibración interna. El método tradicional de revenimiento con el cono de Abrams no es recomendable para concretos con fibras, ya que tienden a ser altamente cohesivos y presentan dificultades para lograr el flujo libre necesario para este tipo de ensayo (Antillón, 2016).

Las fibras sintéticas son resultado de investigaciones en las industrias petroquímicas y textiles, representando fibras artificiales con propiedades específicas. Se distinguen en dos formas: multifilamentos y aquellas producidas a partir de cinta de fibrilla. Su principal característica radica en su elevada resistencia a la tensión. En el ámbito del reforzamiento de concretos y morteros, las fibras de polipropileno son las más manejadas en la actualidad (Ureña & Castro, 2016).

En la totalidad de las diligencias, las fibras sintéticas se incorporan en proporciones que varían entre el 0.1% y el 0.2% x volumen. La cuantía de fibras que fueron incorporadas en la mezcla, se refleja como un porcentaje del volumen global del material compuesto, abarcando tanto el concreto como las fibras. Es importante señalar que un mayor porcentaje de fibras en la mezcla puede conducir a problemas de trabajabilidad, ya que tienden a "agruparse", afectando la homogeneidad de la mezcla (Coavas & Segrera, 2020). Por lo tanto, es crucial encontrar un equilibrio óptimo en la dosificación para garantizar la



eficacia de las fibras sintéticas en la mejora de las propiedades sin comprometer su manejabilidad durante la aplicación.

Las fibras sintéticas se integran comúnmente al concreto con el fin de resolver una serie de problemas que suelen presentarse durante su aplicación. Entre los beneficios que se busca obtener con su incorporación se encuentran la reducción de las fisuras que surgen debido al asentamiento y la contracción plástica, así como la mejora en la impermeabilidad del material. Además, estas fibras incrementan las cualidades del concreto frente a impactos, su capacidad de soportar la abrasión y su tenacidad general.

Estas fibras están específicamente fabricadas para su uso en el concreto, elaboradas a partir de compuestos sintéticos que tienen la capacidad de soportar el entorno alcalino del concreto sin degradarse a lo largo del tiempo. Al añadirse de manera estratégica en la mezcla, contribuyen de manera considerable al mejoramiento de las propiedades tanto mecánicas como de durabilidad del concreto, brindando soluciones efectivas para enfrentar diversos retos relacionados con su estructura y rendimiento (De Moya, 2021).

2.2.2 Césped sintético

La fibra del césped artificial es la parte visible y tangible que imita las hojas del césped natural. Generalmente, se fabrica con polietileno y se teje sobre la base del césped artificial (Rayma).

El césped sintético, inicialmente concebido para su aplicación en canchas deportivas, ha experimentado una notable expansión en su uso. Actualmente, se ha convertido en una opción popular para la decoración en jardines, terrazas, áreas comunes de residencias y establecimientos comerciales. Su versatilidad destaca al ser adaptable a diversas necesidades y espacios, ya sea en interiores o exteriores (Stadium Source).

Según (Líder grass Perú) los materiales de la fibra de césped sintético son:

Polietileno (PE): Las fibras de polietileno se han desarrollado específicamente para ser utilizadas en la creación de superficies de césped artificial, como las que se encuentran en campos de fútbol, golf y otros espacios deportivos. Estas fibras se caracterizan por su capacidad para resistir manchas y ofrecen una durabilidad excepcional frente a una amplia gama de condiciones climáticas. Hoy en día, este material es ampliamente empleado en la fabricación de césped sintético debido a su habilidad para recrear tanto la apariencia como la textura del césped natural, ofreciendo una solución estéticamente atractiva y funcional para diversas instalaciones deportivas.

Nylon: Este polímero sintético es otro de los materiales utilizados frecuentemente en la producción de césped artificial, destacándose por ser particularmente adecuado para superficies deportivas como canchas de tenis y campos de golf. Las canchas que emplean césped sintético para estos deportes suelen estar construidas con nylon, debido a sus propiedades de durabilidad y resistencia, lo que garantiza un buen rendimiento en actividades deportivas intensivas y prolongadas.

Polipropileno (PP): El polipropileno es otro material comúnmente usado en campos deportivos con césped artificial. Su uso, sin embargo, requiere la aplicación de una cantidad específica de relleno, generalmente arena de sílice, para garantizar que el césped funcione de manera óptima. Este relleno cumple una doble función: ayuda a mantener la firmeza del césped y evita que las fibras se enreden o pierdan su estructura con el uso continuo. Es importante señalar que, con el tiempo, la ausencia de este relleno puede ocasionar que el césped artificial se endurezca en exceso, lo que impacta negativamente en el rendimiento deportivo al generar una superficie más rígida y menos cómoda para los jugadores.

Césped sintético reciclado

Este tipo de césped sintético busca reducir la huella ambiental al reutilizar materiales en lugar de depender exclusivamente de recursos nuevos. Las fibras de plástico reciclado pueden provenir de diversas fuentes, como botellas de agua recicladas u otros productos de plástico reciclables. Además, algunos fabricantes también utilizan bases recicladas, como caucho reciclado de neumáticos usados, para mejorar la sostenibilidad del producto.

El césped sintético reciclado generalmente mantiene las ventajas asociadas con el césped artificial convencional, como la resistencia a las condiciones climáticas, la durabilidad y la baja necesidad de mantenimiento. Al incorporar materiales reciclados, se contribuye a la gestión responsable de los recursos y a la reducción de residuos plásticos en el medio ambiente.

Figura 1

Césped sintético reciclado



Nota: Tomada de Google

2.2.3 *Materiales reciclados en el concreto*

Conforme a la investigación de (Perez & Rodriguez, 2022), la inclusión de fibra de polipropileno reciclada tiene un impacto notable en la mezcla estándar utilizada en la elaboración de pavimentos rígidos. Este agregado contribuye significativamente a mejorar diversas propiedades del concreto, generando beneficios económicos sustanciales. La cantidad precisa de fibra de polipropileno reciclada es un factor crucial para lograr la máxima resistencia y, por ende, optimizar los aspectos económicos asociados con el concreto.

Según (Jove, 2023), se incorporaron fibras de polipropileno reciclado en mezclas de concreto, y se llevaron a cabo evaluaciones en las diferentes etapas del proceso. A partir de los resultados obtenidos, se observó que las fibras ejercieron un impacto positivo tanto en el concreto en estado fresco como en su fase endurecida. No obstante, se debe resaltar que la adición de estas fibras afectó de manera significativa la capacidad de manejo del concreto en su fase fresca, reduciéndola considerablemente.

En cuanto al comportamiento del concreto endurecido, se evidenció un notable incremento en el comportamiento resistente a compresión y flexión, lo cual constituye uno de los hallazgos más relevantes de este estudio. Estos aumentos en resistencia destacan como los resultados más significativos al evaluar el concreto en su forma final. Asimismo, se identificó que la inclusión de fibras mejoró sustancialmente la capacidad del concreto para absorber agua y permitir su paso, lo que sugiere una mejora en las propiedades de permeabilidad del material tras la incorporación de las fibras.

Según un estudio realizado por (Yangua, 2023), se llevó a cabo una investigación adicional sobre la incorporación de caucho sintético reciclado en el concreto. Donde se muestra que la incorporación de fibras de caucho sintético indicó de manera concluyente que este componente mejoró significativamente las propiedades del concreto.

2.2.4 Concreto

Los concretos son materiales ampliamente utilizados a nivel mundial, destacándose por su versatilidad en una variedad de entornos y aplicaciones. Su resistencia y flexibilidad han sido probadas en numerosas situaciones para cumplir con especificaciones específicas. A pesar de ser frágiles y tener baja resistencia a la tensión, los concretos muestran una notable capacidad a compresión. No obstante, debido a su alta dureza, son susceptibles a agrietarse bajo deformaciones.

Por otro lado, el mortero es una mezcla de diversos materiales inorgánicos y agregados finos, a la que se añade agua y, en ocasiones, aditivos para mejorar sus propiedades según la aplicación deseada. Su principal función es facilitar las uniones en construcciones, como la unión de ladrillos, piedras y bloques de concreto. Además, se utiliza para rellenar los espacios entre bloques estructurales y para el revestimiento de paredes (Guerra & Eljach, 2021).

Aunque los morteros más comunes en la actualidad están fabricados con cemento, es importante destacar que históricamente se han elaborado con materiales como cal, tierra y yeso. Estos morteros se utilizan comúnmente como materiales de agarre en diversas aplicaciones, como revestimientos de paredes y otros acabados arquitectónicos.

El concreto es una mezcla homogénea compuesta por cemento, agua, y componentes granulares como el agregado fino, que generalmente es arena, y el agregado grueso, que suele ser grava. A menudo, también se incorporan aditivos para modificar sus propiedades. Este material, al endurecerse, se transforma en una sustancia sólida y compacta, capaz de soportar importantes cargas de compresión, siempre dependiendo de la resistencia para la cual ha sido diseñado (Gómez & Lenis, 2021).

Una de las primordiales ventajas del concreto es su elevada resistencia a esfuerzos de compresión, lo que lo convierte en una opción económica en relación con su capacidad estructural en este tipo de esfuerzo. Sin embargo, su comportamiento es considerablemente limitado cuando se enfrenta a otros tipos de esfuerzos, como la tracción, la flexión o el cortante, donde su desempeño no es tan favorable. Aunque existen otros materiales que ofrecen un rendimiento superior bajo estos tipos de esfuerzos, suelen ser más costosos y más complejos de fabricar y manejar, lo que hace que el concreto siga siendo una elección predominante en muchas aplicaciones constructivas debido a su equilibrio entre costo y resistencia a compresión. Por esta razón, se tiende a combinar el concreto con otros materiales, siendo común su asociación con el acero en forma de enrejados estructurales, dando lugar al denominado concreto armado. Este conjunto exhibe un comportamiento muy favorable frente a diversas sollicitaciones (Villao, 2022).

2.2.4.1 Componentes básicos del concreto

Cementos y áridos son las dos categorías principales que pueden utilizarse para clasificar los componentes esenciales que se emplean para fabricar hormigón. Cuando el cemento se combina con agua, pasa por una serie de procesos de hidratación que hacen que fragüe y se vuelva más rígido. Este proceso da lugar a la formación de nuevos áridos que son estables tanto en el aire como en el agua. Existen diversos tipos de cementos, cuyas propiedades están estrechamente vinculadas a su composición química. La designación de estos tipos se basa principalmente en los óxidos que los componen, los cuales conducen a diferentes reacciones de hidratación y, en consecuencia, a compuestos finales con usos y propiedades específicas.

a) Cemento

El cemento, en su papel de material aglutinante, se distingue por sus propiedades únicas de adherencia y cohesión, que permiten la unión eficaz de los fragmentos minerales que componen una mezcla. Estas características son esenciales para consolidar los

distintos elementos en una estructura compacta e integral. Durante este proceso, el cemento actúa como el elemento clave que facilita la vinculación entre los diversos componentes, dando lugar a una masa sólida y uniforme. Este mecanismo es crucial en la fabricación de materiales como el concreto, ya que la habilidad del cemento para unir y cohesionar los fragmentos contribuye directamente a la resistencia, estabilidad y durabilidad del producto final (Herrera, 2019).

El cemento, en su composición básica, consiste en una mezcla de piedra caliza, arcilla pulverizada y yeso. Cuando se combina con agua, se transforma en una sustancia blanda y adhesiva, que es capaz de formar enlaces sólidos a medida que se seca y endurece. Además, es posible añadir otros componentes a esta mezcla, lo que da lugar a variantes como el concreto hidráulico, un material ampliamente utilizado debido a su capacidad para endurecerse incluso bajo el agua, y que presenta numerosas aplicaciones en la construcción debido a su versatilidad y resistencia (Araujo, 2018).

b) Agregado

El término "agregado" se refiere al vincular las partículas que se incorporan para constituir la mezcla de cemento-agua, dando origen al concreto. Estas partículas, que pueden proceder tanto de fuentes naturales como artificiales, han sido sometidas a diversos tratamientos o procesos específicos para cumplir con ciertos estándares de calidad. Además, deben ajustarse a dimensiones reguladas por normativas específicas para asegurar su adecuado rendimiento en las aplicaciones de construcción. Los agregados se distribuyen en dos categorías esenciales: agregados gruesos y agregados finos. Los agregados gruesos comprenden aquellos materiales que quedan retenidos en el tamiz N° 4, que tiene una abertura de 4.75 mm. Por otro lado, los agregados finos, comúnmente referidos como arenas, son aquellos que logran pasar a través del tamiz N° 4, lo que garantiza que cumplan con las dimensiones requeridas para ser utilizados en diferentes mezclas de concreto y otros materiales de construcción.

La adecuada clasificación y selección de estos agregados es crucial, ya que afectan significativamente las propiedades físicas y mecánicas de los materiales a los que se incorporan. Los agregados gruesos aportan resistencia y estabilidad a las mezclas, mientras que los finos contribuyen a la cohesión y trabajabilidad, lo que permite obtener una mezcla uniforme y durable. Por tanto, la combinación de ambos tipos de agregados, en proporciones adecuadas, es fundamental para lograr las características deseadas en la producción de concreto y otros materiales utilizados en la industria de la construcción.

Los agregados finos y gruesos, como la grava y la arena, están compuestos por gránulos que se ajustan a unas dimensiones determinadas de acuerdo con las normas técnicas prescritas por el fabricante. Como resultado de las características específicas que poseen, estas partículas, al mezclarse con cemento y agua, contribuyen a la creación del concreto durante el proceso (Acevedo et al., 2022).

c) Agua

El agua de mezclado cumple una función fundamental en el proceso de elaboración del concreto, ya que facilita la hidratación de las partículas de cemento, desembocando en una mezcla que puede ser fácilmente trabajada y manejada. Este proceso es esencial para asegurar que los componentes del concreto se integren adecuadamente, produciendo una mezcla fluida y homogénea. Sin embargo, es crucial tener en cuenta que la cantidad de agua utilizada debe ser cuidadosamente controlada. Un exceso de agua puede comprometer seriamente la resistencia del concreto, ya que existe una relación inversamente proporcional entre ambos factores: a mayor cantidad de agua añadida, menor será la resistencia final del material. Por lo tanto, lograr un balance adecuado en la proporción de agua es esencial para obtener tanto una mezcla que sea fácil de manipular como un concreto que presente las propiedades de resistencia deseadas (Herrera, 2019).

Además, el agua juega un papel crítico no solo durante la mezcla, sino también en el proceso de curado del concreto. Es preferible emplear agua potable en lugar de agua que no ha sido procesada para el consumo humano, ya que el uso de esta última podría introducir impurezas o sustancias químicas que afectarían negativamente las propiedades tanto del concreto como del acero de refuerzo. Estas sustancias podrían alterar la durabilidad y la resistencia del concreto, así como comprometer la integridad estructural del acero utilizado en la construcción, lo que subraya la importancia de utilizar agua de calidad adecuada en todas las fases del proceso de elaboración del concreto (Pastor, 2017).

2.2.5 Propiedades del concreto

El entendimiento profundo y el análisis detallado de las propiedades del cemento ofrecen una visión clave acerca de las diversas características que exhibe este material. Dichas características pueden variar significativamente dependiendo del estado en el que se encuentre el componente cementante, ya sea en su fase inicial o después de su endurecimiento. Estas variaciones son fundamentales para determinar cómo se comportará el cemento bajo diferentes condiciones y aplicaciones en el ámbito de la construcción. A continuación, se presentan en detalle estas propiedades, con el objetivo de resaltar los aspectos más relevantes que influyen en su rendimiento y durabilidad en distintas etapas del proceso constructivo.

2.2.5.1 Concreto en estado fresco

a) Trabajabilidad

La consistencia del concreto es un factor determinante para evaluar la facilidad con la que puede ser colocado y distribuido de manera uniforme dentro de los encofrados. Esta consistencia está influenciada por diversos factores, entre los que se destacan la cantidad de agua utilizada, el tamaño y la forma de los agregados, la proporción de cemento en la



mezcla, la inscripción de aditivos, así como la adición de cenizas u otros componentes. Todos estos parámetros juegan un papel crucial en la osadía de la fluidez y manejabilidad del concreto. Un aspecto igualmente importante es la cohesión, es decir, la habilidad del concreto para soportar la segregación de sus componentes. La cohesión asegura que los materiales no se separen durante el transporte, vertido o compactación, lo que es esencial para mantener la integridad de la mezcla. Además, existe una estrecha relación entre el grado de compactación del concreto y su resistencia final una vez que ha endurecido. Por ello, la consistencia de la mezcla debe estar en un punto óptimo que permita su fácil transporte, colocación y finalización del proceso constructivo, evitando que se produzcan problemas de segregación.

Asimismo, es fundamental que la consistencia favorezca la eliminación eficiente de las burbujas de aire que puedan quedar atrapadas durante las fases de mezclado y vertido. La presencia de aire no deseado en la mezcla puede afectar de manera adversa las propiedades estructurales del concreto, por lo que la capacidad de liberar dichas burbujas contribuye a mejorar tanto su densidad como su resistencia final (Vásquez, 2022).

Algunos de los elementos principales que influyen en la manejabilidad del concreto incluyen:

- **Relación(a/c):** La proporción entre el agua y el cemento en la mezcla de concreto es un aspecto fundamental que influye directamente en su comportamiento. Si bien una mayor cantidad de agua puede facilitar la manipulación y aumentar la fluidez de la mezcla, también disminuye su resistencia y durabilidad a largo plazo. Esto se debe a que un exceso de agua genera una estructura interna más porosa en el concreto, lo que compromete su capacidad para aguantar cargas y resistir agresiones ambientales.
- **Agregados:** La proporción y el tamaño de las partículas de los agregados, como la grava y la arena, también juegan un papel esencial en la trabajabilidad del concreto.



Una distribución adecuada y equilibrada de los tamaños de los agregados contribuye a mejorar la cohesión de la mezcla, lo que a su vez facilita su manipulación y compactación. Un correcto equilibrio de agregados asegura que la mezcla sea lo suficientemente estable y no presente segregación de sus componentes.

- **Aditivos:** La utilización de aditivos químicos, incluyendo superplastificantes o retardadores, es una estrategia eficaz para modificar las propiedades del concreto fresco. Estos aditivos pueden mejorar significativamente la trabajabilidad sin necesidad de aumentar la cantidad de agua. Por ejemplo, los superplastificantes permiten que el concreto sea más fluido sin comprometer su resistencia. Además, la inclusión de adiciones minerales, como ceniza volante o humo de sílice, puede modificar la consistencia de la mezcla, mejorar la resistencia a largo plazo y optimizar otras propiedades como la impermeabilidad.
- **Temperatura:** Las circunstancias ambientales, en particular la temperatura, influyen considerablemente en el proceso de fraguado del concreto y, por ende, en su trabajabilidad. En tiempos calurosos, el concreto tiende a fraguar más rápidamente, lo que puede dificultar su manejo si no se toman medidas adecuadas, como el uso de aditivos retardadores. Por otro lado, en ambientes fríos, el fraguado puede ralentizarse, lo que puede requerir la implementación de técnicas con el propósito de sostener una temperatura adecuada durante el curado.
- **Tiempo de mezclado y transporte:** El tiempo que el concreto pasa en la mezcladora y durante su transporte también afecta de manera directa su trabajabilidad. Si el concreto se mezcla o transporta por un periodo demasiado prolongado, puede perder sus propiedades frescas, volviéndose más difícil de trabajar y compactar. Por esta razón, es fundamental controlar los tiempos y asegurar que el concreto llegue a su destino en condiciones óptimas para su colocación.



- **Consistencia:** La estabilidad y la fluidez del concreto recién preparado son referencias indicativas clave de su trabajabilidad. Un concreto con buena fluidez resulta más sencillo de colocar y compactar en el encofrado, lo que garantiza una mejor distribución y reduce el riesgo de vacíos o defectos en la estructura final. Estos factores deben ser monitoreados y ajustados según las necesidades del proyecto para asegurar un proceso constructivo eficiente y una estructura final de alta calidad.

b) Movilidad

La viscosidad, la cohesión y la resistencia al cizallamiento interno del concreto son tres factores clave que influyen en su capacidad para desplazarse bajo la aplicación de fuerzas externas. Estos factores determinan la facilidad o dificultad con la que el concreto puede ser manipulado durante los procesos de transporte, colocación y compactación. La viscosidad del concreto se refiere a la resistencia interna que se genera debido a la fricción entre las capas de la pasta de cemento. Este atributo está relacionado con la fluidez del concreto; una mezcla con menor viscosidad fluirá más fácilmente, mientras que una mezcla con mayor viscosidad será más espesa y, por lo tanto, más difícil de manipular.

Por otro lado, la cohesión alude a la fuerza de unión entre los diferentes componentes del concreto, es decir, entre la pasta de cemento y los agregados. Una mayor cohesión garantiza que los materiales permanezcan unidos durante su desplazamiento, lo que previene la segregación de los componentes, especialmente cuando el concreto está en estado fresco. La cohesión es fundamental para asegurar una mezcla homogénea y de alta calidad. Finalmente, la resistencia al cizallamiento interno del concreto está determinada por la interacción entre la viscosidad y la cohesión. Esta resistencia refleja la capacidad del concreto para conservar su estructura interna mientras las partículas de

agregado se mueven y giran dentro de la pasta de cemento. A medida que las partículas de agregado interactúan con la pasta, su capacidad para desplazarse sin perder estabilidad es lo que define la resistencia al cizallamiento interno. Si esta resistencia es alta, el concreto será más estable, pero menos fácil de trabajar, mientras que una resistencia al cizallamiento más baja facilitará su manipulación pero podría comprometer su integridad estructural (Vásquez, 2022).

c) Segregación

La segregación se refiere al fenómeno en el que los componentes de una mezcla heterogénea se separan, lo que provoca una distribución no uniforme de los tamaños de las partículas en la mezcla. Este proceso ocurre principalmente debido a las diferencias en el tamaño y la densidad de los materiales involucrados. Cuando los componentes más grandes o pesados se separan de los más finos o ligeros, se produce una distribución desigual, afectando la calidad y cohesión de la mezcla. Sin embargo, la magnitud de la segregación puede reducirse considerablemente mediante una selección cuidadosa de la granulometría, es decir, asegurando una distribución adecuada de los tamaños de las partículas dentro de la mezcla. Además, un manejo apropiado de los materiales durante su transporte y colocación también ayuda a minimizar este fenómeno.

Es fundamental controlar la segregación, ya que puede tener efectos adversos en la resistencia y durabilidad del concreto. La segregación puede generar zonas en la estructura con menor concentración de mortero, conocidas como "nidos de abeja", que son áreas vacías o porosas donde el concreto no se compacta adecuadamente. Estas zonas vulnerables comprometen la integridad estructural del concreto, afectando tanto su resistencia como su capacidad para soportar cargas a lo largo del tiempo, lo que a su vez puede poner en riesgo la seguridad de la construcción. Por lo tanto, controlar y prevenir la



segregación es clave para garantizar que el concreto satisfaga con los requisitos de seguridad y durabilidad esperados (Vásquez, 2022).

d) Exudación

Este fenómeno es una forma específica de segregación conocida como exudación, en la que el agua de amasado tiende a ascender hacia la superficie del concreto recién colocado debido a su mínima densidad en balance con los demás componentes de la mezcla. Este ascenso del agua genera un incremento en la relación agua-cemento en la parte superior del concreto, lo que da lugar a una capa más porosa y, por lo tanto, más susceptible al desgaste y a los efectos adversos de fenómenos como la congelación y descongelación.

La exudación no solo afecta la superficie del concreto, sino que también provoca la acumulación de agua en las zonas que rodean las partículas de agregado grueso. Estas bolsas de agua debilitan el contacto entre la pasta de cemento y los agregados, lo que disminuye la cohesión y resistencia del material en esas áreas. Además, este mismo proceso ocurre bajo las armaduras de acero, comprometiendo la calidad del vínculo entre el concreto y el acero de refuerzo, lo cual es esencial para la integridad estructural de elementos reforzados. La presencia de este exceso de agua en el concreto también origina la formación de estructuras capilares, lo que incrementa la permeabilidad del material. Este aumento en la permeabilidad facilita el ingreso de agentes agresivos como los cloruros y los sulfatos, que pueden acelerar procesos de degradación, como la corrosión del acero y la descomposición del concreto, afectando negativamente tanto la durabilidad como la resistencia de la estructura a largo plazo. Por ello, es fundamental controlar el fenómeno de la exudación para asegurar que el concreto mantenga sus propiedades mecánicas y estructurales óptimas (Vásquez, 2022).

2.2.5.2 Concreto en estado endurecido

La estructura interna del concreto endurecido está constituida por una combinación de elementos clave: el aglomerante, que se compone principalmente de la pasta formada por cemento y agua, y los agregados, que incluyen tanto la grava como la arena. Además, en su composición también se encuentran pequeñas cantidades de aire atrapado y vacíos. La capacidad de la pasta de cemento para adherirse eficazmente a los agregados y soportar los esfuerzos combinados de tracción y compresión desempeña un papel crucial en el comportamiento estructural y resistente del concreto (Rashad, 2018).

Debido a esta configuración, que no es completamente homogénea, el concreto presenta una estructura anisotrópica, lo que significa que sus propiedades mecánicas y físicas pueden variar dependiendo de la dirección en que se evalúen. Esta anisotropía es un factor importante a considerar en el diseño y aplicación de concreto en estructuras sometidas a diferentes tipos de esfuerzos. Asimismo, la presencia de vacíos o porosidades dentro del material es de gran relevancia, ya que estas imperfecciones influyen directamente en la permeabilidad del concreto. Una mayor cantidad de poros puede facilitar la penetración de fluidos y sustancias agresivas, lo que compromete la durabilidad y resistencia del concreto a largo plazo (Agreda & López, 2021).

a) Resistencia a compresión

La resistencia de los morteros es el factor más importante a la hora de determinar su idoneidad como material de construcción. Debido a las cualidades de adherencia de la pasta de cemento, la capacidad del concreto para soportar cargas y tensiones se demuestra más eficazmente en compresión que en tracción. Esto se debe a que la compresión es más compresiva que la tensión. Esta capacidad es directamente proporcional a la reunión de la pasta de cemento, que a menudo se especifica en términos de la proporción de agua y cemento dada en términos de peso (Diaz & Zaragoza, 2018).



La resistencia del concreto está influenciada por una serie de factores que también afectan las propiedades resistentes de la pasta de cemento, como la temperatura y el tiempo. Estos factores son determinantes en el desarrollo de las cualidades mecánicas del material a lo largo del proceso de fraguado y endurecimiento. Además, otros elementos clave, como el tipo de cemento utilizado, las características de resistencia propias del cemento y la calidad de los agregados que forman parte de la mezcla, tienen un impacto significativo en el rendimiento estructural del concreto. Uno de los aspectos indirectos, pero de vital importancia, en el desarrollo de la resistencia del concreto es el proceso de curado. Este proceso complementa la hidratación del cemento, lo cual es esencial para asegurar que el concreto alcance su máxima resistencia. Si el curado no se realiza de manera adecuada, el concreto no logra desarrollar completamente sus propiedades mecánicas, lo que puede comprometer su durabilidad y capacidad de carga (Orozco et al., 2018).

Al definir la capacidad del hormigón para soportar cargas o presiones externas sin fracturarse o experimentar deformaciones que influyan en su rendimiento, la resistencia es una de las cualidades más fundamentales del hormigón. La resistencia es también una de las características más importantes del hormigón. La resistencia a la compresión es una de las cualidades mecánicas más esenciales del hormigón, ya que indica la capacidad del material para soportar presiones de compresión. Otras propiedades mecánicas son la resistencia a la tracción y la resistencia a la tensión. La evaluación de esta resistencia se realiza mediante determinados ensayos que evalúan el comportamiento del hormigón cuando se somete a cargas de compresión. Esto se hace para garantizar que el hormigón satisface los criterios del diseño y las expectativas de rendimiento para aplicaciones estructurales. Como resultado, la resistencia a la compresión es uno de los atributos importantes que determina si el hormigón es funcional y seguro para su uso en proyectos de construcción.

Aquí hay algunos aspectos clave relacionados con la resistencia del concreto:

- Uno de los métodos más comunes y utilizados para determinar la capacidad del hormigón para soportar cargas de compresión es la prueba de capacidad de compresión. Este ensayo se considera el método estándar. Se vierten cilindros de hormigón y luego se exponen a una aplicación progresiva de fuerzas de compresión hasta que el cilindro se rompe. Esta prueba se realiza para determinar la resistencia del hormigón. La mayor fuerza que el hormigón es capaz de soportar por unidad de superficie se denomina resistencia a la compresión del hormigón. Esta resistencia suele medirse en megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi), según el contexto. Los resultados de este ensayo son muy importantes para determinar si el hormigón cumple o no los requisitos de resistencia necesarios para el proyecto.
- Relación agua-cemento (a/c): La relación agua-cemento es un factor determinante en la resistencia final del concreto. Una menor cantidad de agua en relación con el cemento (baja relación a/c) generalmente resulta en un aumento de la resistencia, ya que reduce la porosidad en la mezcla, permitiendo una estructura más compacta. Sin embargo, una relación a/c elevada puede reducir la resistencia, debido a que el exceso de agua incrementa la porosidad interna. Es importante destacar que si la cantidad de agua es insuficiente, se puede comprometer la trabajabilidad del concreto y dificultar su colocación, lo que afectaría la durabilidad y calidad general de la estructura.
- Curado adecuado: El curado es clave para garantizar el desarrollo completo de la resistencia del concreto. Un curado adecuado asegura que el cemento tenga el tiempo y las condiciones necesarias para hidratarse correctamente, lo que refuerza la formación de una matriz más fuerte y durable. Si el curado no se realiza de forma adecuada, el concreto puede perder una parte considerable de su resistencia potencial y ser más vulnerable a la fisuración y otros tipos de deterioro.



- **Calidad:** La eficacia de materiales utilizados en la mezcla, incluyendo el tipo de cemento, los agregados y cualquier aditivo, influye directamente en la resistencia final del concreto. Un cemento de alta calidad, junto con agregados bien seleccionados y aditivos apropiados, asegura que el concreto alcanzará las propiedades mecánicas esperadas.
- **Mezcla adecuada:** La correcta proporción del balance de los componentes en la mezcla y un mezclado apropiado son claves para asegurar la resistencia óptima. Un mezclado homogéneo garantiza que todos los componentes estén bien integrados, reduciendo el riesgo de defectos en el concreto, como segregación o falta de cohesión.
- **Edad del concreto:** No se produce un aumento repentino de la resistencia del hormigón, sino que se incrementa con el tiempo a medida que continúa el proceso de hidratación del cemento. Aunque el concreto puede alcanzar una parte significativa de su resistencia en los primeros días o semanas, generalmente continúa ganando fuerza durante varios meses. Este fenómeno es importante en el diseño y la planificación de la construcción, ya que permite ajustar los tiempos de ejecución y garantizar que el concreto haya alcanzado la resistencia necesaria en el momento adecuado.
- **Importancia de la resistencia en la construcción:** La resistencia del hormigón es un componente esencial en la construcción de edificios seguros y duraderos. Es posible que la resistencia del hormigón cambie en función de los requisitos de un proyecto concreto; en los planos de diseño estructural es donde los ingenieros indican la resistencia adecuada. Con el fin de garantizar que la estructura satisfice los criterios de seguridad, rendimiento y durabilidad necesarios para soportar las cargas a las que estará sometida a lo largo de su vida útil, la clasificación de la resistencia del hormigón es una métrica excepcionalmente importante.

b) Resistencia a flexión

La resistencia del concreto es una característica esencial que define la capacidad del material para soportar esfuerzos que tienden a inducir una deformación o curvatura en su estructura. Este tipo de esfuerzo ocurre cuando las cargas aplicadas provocan momentos de flexión, lo que genera tensiones tanto en la parte superior como en la inferior del elemento de concreto. La resistencia a la flexión es especialmente crítica en aplicaciones estructurales donde los elementos están sometidos a fuerzas que tienden a doblarlos, como sucede en vigas, losas, y otros componentes que experimentan este tipo de sollicitación durante su uso.

En estas situaciones, la resistencia del concreto a la flexión juega un papel determinante en la integridad y estabilidad de la estructura, ya que un concreto con baja resistencia a la flexión podría fracturarse o deformarse de manera inaceptable bajo las cargas aplicadas. La capacidad de un elemento para resistir la flexión viene determinada por una serie de elementos, algunos de los cuales incluyen la calidad de los materiales que se utilizan en la mezcla, la proporción adecuada de los componentes y el procedimiento de curado apropiado. A pesar de que es menos aparente que la resistencia a la compresión, esta forma de resistencia es vital para garantizar la longevidad y la seguridad de los edificios que soportan cargas dinámicas o distribuidas de forma desigual (Durand, 2021).

Figura 2

Resistencia a flexión



Nota: (Guerra & Eljach, 2021)



Existen diversos factores que pueden influir significativamente en la resistencia flexión del concreto, es decir, su capacidad para soportar esfuerzos que tienden a doblarlo o deformarlo bajo cargas. Estos factores están relacionados tanto con la calidad y proporción de los materiales manejados en la mezcla, como con el diseño estructural y el proceso de fabricación. Entre los factores más importantes que afectan esta resistencia se encuentran los siguientes:

- **Relación agua-cemento:** En el proceso de desarrollo de la resistencia del hormigón, la proporción de agua y cemento es un componente esencial. Una relación agua-cemento más baja, que implica una menor cantidad de agua en comparación con el cemento, tiende a producir un concreto más denso y menos poroso. Esta reducción en la porosidad fortalece la cohesión interna del material, lo que a su vez contribuye a mejorar su resistencia a la flexión. No obstante, es necesario encontrar un equilibrio, ya que una cantidad de agua insuficiente podría dificultar la trabajabilidad de la mezcla.
- **Tipo de agregados:** Los agregados, que incluyen materiales como la grava y la arena, desempeñan un papel fundamental en la resistencia a la flexión del concreto. La elección de agregados de alta calidad, con una correcta distribución de tamaños, es esencial para crear una estructura de concreto más robusta y uniforme. Los agregados bien clasificados permiten una mejor compactación y una mayor adherencia entre la pasta de cemento y los fragmentos de agregados, lo que se traduce en un mejor comportamiento del concreto frente a las tensiones de flexión.
- **Curado adecuado:** El proceso de curado es fundamental para garantizar que el concreto desarrolle su máxima resistencia a lo largo del tiempo. El curado consiste en mantener el concreto húmedo y protegido durante un periodo específico tras su colocación, permitiendo que el cemento se hidrate



completamente. Un curado adecuado previene la desecación prematura del concreto, lo que es crucial para evitar fisuras y asegurar que el material alcance una resistencia óptima tanto a la flexión como a otros tipos de esfuerzos.

- **Aditivos y adiciones:** La incorporación de aditivos y adiciones en la mezcla de concreto puede mejorar varias de sus propiedades, incluida la resistencia a la flexión. El uso de aditivos como los superplastificantes mejora la trabajabilidad sin aumentar la cantidad de agua, mientras que adiciones como la ceniza volante o el humo de sílice pueden contribuir a incrementar la resistencia mecánica del concreto al reducir su porosidad y aumentar la cohesión interna.
- **Diseño estructural:** El diseño y la geometría de los elementos de concreto juegan un papel esencial en su capacidad para resistir esfuerzos de flexión. La disposición y cantidad de las barras de refuerzo de acero dentro del concreto refuerzan significativamente la capacidad del material para soportar las tensiones inducidas por la flexión. Un diseño estructural adecuado, que tenga en cuenta la ubicación de las cargas y la disposición del refuerzo, es fundamental para garantizar que el concreto pueda resistir los momentos de flexión sin sufrir deformaciones o fallos estructurales.

La resistencia a flexión se analiza a través de ensayos de laboratorio, como pruebas de flexión estática o dinámica, en las que se aplican cargas controladas para evaluar la capacidad del concreto de soportar esfuerzos de flexión sin colapsar. Este tipo de análisis es crucial en el ámbito de la ingeniería civil y la construcción, ya que asegura que las estructuras sean seguras y cumplan con los requisitos de rendimiento establecidos.



Durabilidad

La durabilidad del concreto se relaciona con su facultad para resistir de manera efectiva tanto las acciones físicas como las interacciones químicas a las que estará expuesto a lo largo de su vida útil, protegiendo simultáneamente las armaduras y los elementos metálicos que forman parte de su estructura. En este sentido, es fundamental no solo considerar las cargas y tensiones que la estructura soportará, sino también las condiciones ambientales, tanto físicas como químicas, a las que estará expuesta. Al evaluar el entorno donde se situará la estructura, se presta especial cuidado a posibles efectos adversos, como la corrosión de las armaduras en ambientes con productos químicos agresivos o sustancias corrosivas. Para garantizar la longevidad del concreto y una protección efectiva contra la corrosión de las armaduras, es esencial diseñar la mezcla con baja permeabilidad. Esto se logra mediante la adopción de varias estrategias, como mantener una baja relación agua-cemento, asegurar una compactación conveniente, utilizar una igualdad adecuada de cemento, y promover una hidratación completa del material. Asimismo, el uso de agua adicional durante el curado asegura que el proceso de curado se realice de manera adecuada, favoreciendo el desarrollo de una matriz de concreto densa y resistente (Jácome, 2015).

En consecuencia, la durabilidad del hormigón se refiere a su capacidad para resistir el desgaste y el deterioro durante un periodo de tiempo, conservando sus capacidades físicas y mecánicas en circunstancias climáticas y de servicio particulares. Un concreto duradero debe ser capaz de soportar agresiones externas tales como la exposición a climas extremos, ataques químicos, la aplicación repetida de cargas y otros factores que podrían comprometer su integridad estructural. Este aspecto es especialmente relevante en la construcción de infraestructuras y edificaciones, ya que la durabilidad del concreto tiene un impacto directo en la vida útil de la estructura y en su capacidad para mantener un rendimiento óptimo durante todo su ciclo de vida.

2.2.6 *Diseño de mezcla*

El establecimiento de las proporciones adecuadas en una mezcla de concreto eficiente es un proceso fundamental que requiere de un diseño de mezcla meticuloso y detallado. Este diseño debe considerar múltiples factores clave, como las propiedades físicas y el comportamiento de los agregados, la proporción de agua-cemento, el contenido de aire, así como la cantidad y tipo de aditivos y adiciones que se emplearán (Novoa & García, 2021). Cada uno de estos elementos influye de manera directa en las propiedades finales del concreto, por lo que su correcto balance es esencial para obtener un material que cumpla con las especificaciones técnicas y de rendimiento requeridas para el proyecto.

El Instituto Americano de Concreto (ACI) proporciona directrices y pasos específicos para lograr una mezcla óptima que satisfaga las necesidades del proyecto en términos de resistencia, durabilidad y trabajabilidad. Este proceso no solo implica el diseño inicial de la mezcla, sino que también demanda la realización de pruebas para validar que el concreto cumple con los estándares deseados. Si los resultados no alcanzan las especificaciones previstas, es indispensable ajustar el diseño de la mezcla, considerando no solo factores técnicos como la resistencia, sino también aspectos como el costo y la disponibilidad de los materiales.

Este enfoque sistemático garantiza que la mezcla de concreto sea adecuada para las particularidades del proyecto, maximizando tanto la eficiencia como la durabilidad del material final. La evaluación cuidadosa de todos los componentes involucrados en el diseño de la mezcla es esencial para asegurar que el concreto cumpla con los estándares estructurales y las expectativas establecidas (Novoa & García, 2021).

Uno de los parámetros clave establecidos por el método del ACI es el asentamiento, el cual determina la consistencia y trabajabilidad de la mezcla. Se ha comprobado que al



augmentar la relación agua-cemento (a/c), la capacidad a compresión del concreto disminuye. Aunque un mayor contenido de agua facilita la colocación del concreto al mejorar su trabajabilidad, este incremento afecta negativamente la resistencia del material. De igual forma, el contenido de aire en la mezcla también juega un papel importante en la resistencia final; una mezcla sin aire tiende a presentar una mayor resistencia en comparación con una mezcla con aire incorporado, lo cual es especialmente relevante en aplicaciones donde se requiere alta durabilidad.

En cuanto a la cantidad de agua que debe añadirse a la mezcla, el método ACI proporciona directrices específicas que varían según el grado de asentamiento deseado y el contenido de aire presente. Es necesario calcular con precisión estos factores durante la fase de ensayo de las mezclas, ya que la cantidad de agua utilizada influye de manera directa en las propiedades finales del concreto. Además, el ACI incluye tablas que ofrecen recomendaciones detalladas sobre la granulometría de los agregados gruesos y finos, las cuales se ajustan en función del porcentaje de partículas que pasan a través de tamices específicos, lo que permite obtener una distribución óptima de los tamaños de agregados para mejorar las propiedades mecánicas del concreto (Amaya & Ramírez, 2019).

2.3 Marco conceptual

- a. Agregados: Son componentes granulares que suelen utilizarse en la producción de concreto. Se combinan con cemento y agua. Las cualidades y características del concreto dependen en gran medida de los agregados utilizados en su producción (Herrera, 2019).

- b. Césped sintético: También conocido como césped artificial, es un material fabricado a partir de fibras sintéticas que imitan la apariencia del césped natural. Se utiliza

comúnmente en campos deportivos y jardines como alternativa al césped natural. Aunque ofrece ventajas en términos de mantenimiento y durabilidad.

- c. **Concreto:** El cemento, el agua y los áridos (a menudo arena y grava o piedra triturada) son los tres componentes principales de este material de construcción. El cemento es el componente más importante. Cuando estos componentes se mezclan en las cantidades adecuadas, se produce una mezcla homogénea. Esta combinación, tras pasar por el proceso de fraguado y posterior endurecimiento, adquiere cualidades beneficiosas para la resistencia y la durabilidad (Herrera, 2019).

- d. **Resistencia a compresión:** Este es un atributo fundamental del concreto que está relacionado con su capacidad para resistir cargas que lo comprimen, lo que provoca una disminución en su volumen. Esta propiedad es esencial en estructuras donde el concreto se ve sometido a esfuerzos de compresión, siendo un aspecto clave de su desempeño (Farfán & Leonardo, 2018).

- e. **Resistencia a flexión:** Es la capacidad de un material para soportar cargas que lo doblan o flexionan. La resistencia a la flexión es una propiedad importante en la innovación de materiales y se puede comprobar mediante un ensayo de flexión (Farfán & Leonardo, 2018).

- f. **Trabajabilidad:** Se refiere a su facilidad para ser manejado y colocado durante la construcción. Esta propiedad está influenciada por factores como la cantidad de agua, la textura de los agregados y la naturaleza del aglutinante. Un mortero con buena trabajabilidad es más fácil de esparcir, compactar y dar forma, lo que facilita su aplicación (Herrera, 2019).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El método científico es el principal instrumento que se utiliza en la metodología de la investigación, que es un pilar vital para descubrir respuestas a los problemas que se plantean a la sociedad. En este libro se abordan diversos temas con la intención de presentar al lector una perspectiva más profunda y completa del tema investigado, permitir una adquisición más eficaz de la información y estimular el examen crítico de las cuestiones tratadas. Es esencial conocer a fondo los procesos que dan lugar a la elaboración de un esquema de investigación, un informe detallado o incluso una tesis completa para aprovechar al máximo el tiempo y mejorar la planificación de las tareas. Tener una idea clara de cómo llevar a cabo experimentos, recopilar información de fuentes pertinentes para el tema en cuestión y redactar el texto final ayuda en el proceso de investigación y conduce a un final más satisfactorio. Cuando los pasos del proceso están bien definidos, se incrementa la calidad del trabajo final, lo que no solo ahorra tiempo, sino que también asegura que cada etapa del proyecto esté orientada a los objetivos propuestos (Rodríguez, 2020).



3.1 Diseño de la investigación

La investigación experimental se centra en analizar las relaciones de causa y efecto que se manifiestan en un fenómeno determinado. Al igual que otros enfoques de investigación, este tipo de estudio comparte el objetivo fundamental de explorar y comprender los principios subyacentes de un fenómeno, pero lo hace de manera particular al buscar establecer conexiones directas entre variables. Su propósito principal es validar o refutar la veracidad de una hipótesis, una ley o un modelo teórico, mediante la realización de experimentos controlados. Además, este tipo de investigación no solo se enfoca en explicar lo que sucede, sino también en predecir y controlar los eventos que se derivan de las condiciones experimentales (Villanueva, 2022).

El estudio consiste en un experimento donde se llevó a cabo ensayos para determinar la relación de causa y efecto mediante la utilización de césped sintético en la mezcla de concreto.

3.2 Enfoque de la investigación

La investigación cuantitativa se caracteriza por el uso de técnicas estadísticas y matemáticas con el fin de medir, describir y analizar la frecuencia o incidencia de un fenómeno o acción específica. La recogida y el examen de datos mensurables, con el uso de métodos estadísticos, es la base de esta metodología, que se utiliza para evaluar hipótesis o ideas asociadas a un determinado fenómeno. El uso de aparatos de medición precisos, el control riguroso de las variables y la presentación de los resultados en representaciones numéricas, como porcentajes, probabilidades o frecuencias, son algunas de las características distintivas de este método. La investigación cuantitativa se enfoca en la cuantificación de los datos para proporcionar una comprensión objetiva y verificable de los fenómenos que estudia. Al aplicar métodos estadísticos, esta aproximación busca identificar patrones, relaciones y tendencias dentro de los datos recolectados, lo que



permite obtener conclusiones que son, en gran medida, sólidas y basadas en evidencia. (Villanueva, 2022).

Se siguió un enfoque cuantitativo para brindar una perspectiva objetiva sustentada en datos numéricos acerca de la influencia del cemento reciclado sintético en el concreto.

3.3 Método de la investigación

El método de investigación científica es un proceso cuidadosamente estructurado y sistemático diseñado para adquirir conocimiento preciso y confiable sobre fenómenos que pueden ser de naturaleza natural, social o tecnológica. Este enfoque se organiza en una serie de etapas claramente definidas, que guían al investigador desde la identificación inicial de un problema o pregunta de investigación hasta la obtención de conclusiones basadas en datos empíricos. El primer paso en este proceso es la identificación y definición clara del problema o la pregunta de investigación, lo cual establece el enfoque y los límites del estudio (Villanueva, 2022).

3.4 Nivel y tipo de investigación

3.4.1 Tipo de la investigación

La investigación aplicada se enfoca en la investigación científica con un propósito claro: abordar y resolver problemas prácticos. A diferencia de la investigación teórica, cuyo objetivo principal es expandir el conocimiento por el simple hecho de adquirirlo, la investigación aplicada se dirige hacia la obtención de resultados que puedan ser utilizados de manera directa para enfrentar desafíos concretos. Su propósito fundamental radica en generar conocimientos que sean inmediatamente aplicables a situaciones reales, con el fin de ofrecer soluciones a problemas cotidianos y desarrollar nuevas tecnologías o mejorar las existentes. Este tipo de investigación se estructura en torno a la utilización de elementos específicos derivados de teorías previamente acumuladas, así como en la utilización de

métodos, técnicas y conocimientos que han sido probados y validados científicamente. Sin embargo, lo que distingue a la investigación aplicada es su énfasis en la utilidad práctica de los resultado (Rodríguez, 2020).

Aplicada, poniendo en práctica soluciones para abordar la problemática relacionada con la mejora del concreto y esta vez mediante el uso de césped sintético reciclado.

3.4.2 Nivel de la investigación

La finalidad de la investigación explicativa es desentrañar las causas que subyacen a los fenómenos observados, así como comprender las circunstancias específicas bajo las cuales estos ocurren. Este enfoque se distingue por su propósito de explicar por qué y cómo se producen ciertos eventos o hechos, profundizando en un análisis detallado de las condiciones que los rodean y las interacciones entre las variables implicadas. A través de un estudio exhaustivo, la investigación explicativa busca identificar no solo las relaciones causales directas, sino también las dinámicas complejas que influyen en la manifestación del fenómeno en cuestión. El énfasis de este tipo de investigación recae en la justificación de los procesos subyacentes, proporcionando una explicación más profunda y matizada que permita entender plenamente el fenómeno. Para lograr esto, se recurre a métodos rigurosos y análisis detallados, que facilitan la exploración de las variables implicadas, su comportamiento y las correlaciones significativas entre ellas (Villanueva, 2022).

Adoptamos un nivel explicativo al llevar a cabo la comprensión detallada de los efectos derivados del uso de césped sintético en el concreto.

3.5 Población y muestra de la investigación

3.5.1 Población

En el ámbito de una investigación específica, el término "población" hace referencia a un conjunto completo de objetos, individuos o entidades que comparten características o



atributos particulares que son de interés para el estudio. Esta población constituye el universo sobre el cual se busca obtener información y es la base a partir de la cual se seleccionará una muestra representativa. La muestra, a su vez, será utilizada para llevar a cabo los análisis necesarios y extraer conclusiones relevantes que, idealmente, se podrán extrapolar a la totalidad de la población. Definir y delimitar adecuadamente la población en una investigación es un paso crucial, ya que de esta precisión depende que los resultados obtenidos sean válidos y aplicables a un ámbito más amplio. Si la población no se delimita correctamente o no refleja con exactitud las características que se desean estudiar, existe el riesgo de que las conclusiones no sean representativas o generalizables, lo que limitaría la utilidad de los hallazgos (Iglesias, 2021).

Los concretos convencionales del distrito de San Miguel representan la población de este estudio.

3.5.2 Muestra

Una muestra se define como un subconjunto representativo de la población en estudio, elegido cuidadosamente para participar en la investigación. Dado que en muchos casos resulta impráctico o incluso imposible examinar a cada individuo u objeto de la población total, se selecciona y analiza un grupo más pequeño, conocido como la muestra, con el propósito de extraer conclusiones que puedan ser aplicadas al conjunto de la población. Este enfoque permite que los investigadores realicen observaciones y análisis más manejables, pero igualmente útiles, sin comprometer la validez de los resultados. La selección de una muestra adecuada es un paso crítico en el proceso de investigación, ya que de su representatividad depende la posibilidad de hacer inferencias válidas y generalizables sobre la población completa. Si la muestra no refleja con precisión las características de la población, los resultados podrían estar sesgados, limitando así la aplicabilidad y precisión de las conclusiones (Castillo et al., 2014).



Las muestras de este proyecto están conformadas por muestra adicionadas con césped sintético reciclado.

Tabla 2

Cantidad de muestras para el asentamiento

SLUMP	
Muestras	Cantidad
MPa	3.
MP+0.25%CSR	3.
MP+0.5CSR	3.
MP+1%CSR	3.
MP+2%CSR	3.
Total	15.

Tabla 3

Cantidad de muestras para los ensayos de resistencia

Muestras	Compresión			Flexión			Cantidad
	7	14	28	7	14	28	
MPa	5	5	5	5	5	5	30
MP+0.25%CSR	5	5	5	5	5	5	30
MP+0.5CSR	5	5	5	5	5	5	30
MP+1%CSR	5	5	5	5	5	5	30
MP+2%CSR	5	5	5	5	5	5	30
Total	25	25	25	25	25	25	150

Donde:

MP = Muestra patrón

CSR = Césped sintético reciclado



3.6 Técnicas e instrumentos

3.6.1 Técnicas

En el contexto de la investigación científica o académica, el término «técnicas de investigación» hace referencia a un conjunto de métodos y procesos destinados a recopilar información, analizar datos y elaborar conclusiones. Es fundamental utilizar estas estrategias para garantizar que el proceso de recopilación de datos se lleva a cabo de forma estructurada, metódica y objetiva. Esto permitirá a los investigadores obtener resultados fiables y válidos. Al aplicar estas técnicas de manera adecuada, los investigadores pueden establecer un proceso que minimice los sesgos y errores, facilitando un análisis riguroso de la información y, en última instancia, contribuyendo al avance del conocimiento en el área de estudio.

En este estudio, se han empleado y desarrollado las siguientes técnicas:

- Observación
- Experimentación en laboratorio
- Análisis de datos

3.6.2 Instrumentos

Los instrumentos de investigación son herramientas, dispositivos o medios diseñados específicamente para la recolección de datos en el marco de una investigación. Estos instrumentos son fundamentales para garantizar que la información obtenida sea sistemática, precisa y objetiva, permitiendo a los investigadores analizar los datos de manera efectiva y alcanzar conclusiones válidas. La selección y el diseño de los instrumentos de investigación están íntimamente relacionados con los objetivos del estudio, el tipo de datos que se necesita recolectar y la naturaleza de la investigación (Hadi et al., 2023).

- Equipos y herramientas de laboratorio.

3.7 Validación y confiabilidad del instrumento

3.7.1 Validación de los instrumentos

La validación de instrumentos es un proceso crucial en el ámbito de la investigación, ya que se enfoca en evaluar de manera sistemática si un instrumento de medición es capaz de medir con precisión y adecuación la variable o el constructo que pretende evaluar. En otras palabras, el objetivo central de la validación es determinar si el instrumento realmente cumple con su propósito y mide lo que se supone que debe medir, garantizando así que los resultados obtenidos sean válidos y útiles para el análisis e interpretación en el contexto de la investigación.

Este proceso no se limita a una única evaluación, sino que implica la acumulación de evidencia empírica que respalde tanto la validez del instrumento como la correcta interpretación de los resultados obtenidos mediante su uso. La validación es fundamental para asegurar que los datos recolectados sean confiables y que las conclusiones que se derivan de ellos estén bien fundamentadas.

3.7.2 Confiabilidad de instrumentos

Se denomina fiabilidad a la capacidad de un dispositivo de medición para proporcionar resultados coherentes y estables a lo largo del tiempo y en distintas condiciones. En otras palabras, un instrumento es considerado fiable cuando, al aplicarse en condiciones similares, es capaz de generar resultados que sean coherentes y repetibles, independientemente del momento o las variaciones en el entorno de su aplicación. La confiabilidad es un aspecto fundamental en la investigación, ya que garantiza que las mediciones obtenidas sean precisas, permitiendo que los resultados sean replicables y generalizables a otras situaciones o contextos.

3.8 Procedimiento de recolección de datos

Se denomina tecnología de recogida de datos a un procedimiento estructurado y preparado con el fin de encontrar, recoger y registrar información pertinente para el análisis de tendencias. Los componentes de este proceso incluyen, entre otros, una descripción clara de los objetivos del proceso de recogida de datos, la selección de los métodos aplicables, el diseño del equipo de recogida, la utilización de técnicas estadísticas si son necesarias y la interpretación de los resultados obtenidos.

3.8.1 *Procedimiento*

La obtención de información se realizó a través de una revisión exhaustiva y detallada de la bibliografía relevante para el tema en estudio. Con el objetivo de asegurar que el análisis fuera completo y preciso, se llevó a cabo una recopilación amplia de fuentes, abarcando una diversidad de materiales que incluyeron libros, artículos académicos, informes especializados y estudios previos. Este enfoque minucioso permitió reunir un cuerpo sólido de conocimientos, que no solo respalda la investigación, sino que también garantiza que los datos y conceptos empleados sean actuales y relevantes en el contexto del problema investigado. Al integrar múltiples perspectivas y evidencias, se buscó fortalecer la fundamentación teórica del estudio y ofrecer un análisis más riguroso y bien documentado.

Agregados:

Los agregados utilizados en el presente estudio fueron extraídos de la cantera Isla, la cual se encuentra ubicada a una distancia de 7 kilómetros de Juliaca. En esta cantera, se procedió a la extracción tanto de los agregados gruesos como de los finos, los cuales desempeñan un papel crucial en el análisis que se llevará a cabo.

La selección de la cantera Isla como fuente de agregados se basó en su proximidad geográfica y en la calidad de los materiales que ofrece. Esta ubicación estratégica no solo

facilita el acceso a los recursos necesarios, sino que también asegura la representatividad de los agregados en relación con las condiciones locales.

Durante el proceso de extracción, se implementaron procedimientos cuidadosos para garantizar la integridad de los agregados. Posteriormente, los materiales alcanzados fueron sometidos a un riguroso proceso de estratificación, permitiendo así una clasificación efectiva de los agregados gruesos y finos.

Césped sintético reciclado:

En una fase inicial, se procedió a la recolección cuidadosa del césped sintético retirado de la cancha de grass. Posteriormente, se realizaron procesos de sacudida para eliminar cualquier residuo o partícula no deseada que pudiera estar adherida a las fibras del césped sintético.

La siguiente etapa involucró la separación de las fibras del césped sintético del material base. Este proceso se llevó a cabo con precisión, utilizando herramientas como cutters para desvincular las fibras de manera adecuada. Esta fase de extracción garantizó la obtención de las fibras necesarias para su posterior utilización en el presente estudio.

Figura 3

Fibra de césped sintético



3.8.2 Ensayos en laboratorio

a. **Análisis de contenido de humedad:** Este análisis tiene como propósito cuantificar con exactitud el contenido de agua en los agregados pétreos, específicamente arena y grava, utilizados en la producción de concreto. La cantidad de agua contenida en estos componentes es un factor crítico para la fabricación de concreto de alta calidad, ya que influye directamente en las propiedades físicas y el rendimiento del producto final. Un control adecuado del contenido de humedad es esencial para certificar que el concreto desempeñe con los estándares de resistencia y durabilidad.

Procedimiento:

- Preparación de la muestra: El proceso comienza seleccionando una muestra representativa del agregado que se va a analizar. Es fundamental que la muestra sea lo más homogénea posible, con el fin de obtener resultados fiables que reflejen con precisión la humedad presente en todo el lote del agregado.
- Extracción y preparación: Antes de proceder con el análisis, se debe asegurar que cualquier agua superficial presente en la muestra sea eliminada adecuadamente, permitiendo así que el análisis se enfoque en la humedad contenida dentro de los agregados.
- Equipos necesarios: Se requiere el uso de una balanza o báscula que ofrezca una precisión de 0.1% de la carga de ensayo en cualquier rango, junto con una graduación mínima de 0.05 kilogramos. Además, es esencial disponer de un horno capaz de mantener una temperatura de 110 grados centígrados con una fluctuación de 5 grados centígrados. Para completar el



proceso de secado, es necesario disponer de un recipiente adecuado para colocar la muestra dentro del horno.

- **Proceso de secado:** La muestra se coloca dentro del recipiente y luego se introduce en el horno. Es crucial dejar que la muestra permanezca secándose el tiempo suficiente para eliminar la mayor cantidad de humedad posible. La duración del secado dependerá de la cuantía inicial de humedad presente y del espacio disponible en el horno para su correcta exposición al calor.
- **Cálculo de la pérdida de peso:** Una vez que la muestra ha sido completamente secada, se procede a pesarla nuevamente. La diferencia de peso antes y después del secado corresponde a la cantidad de agua que ha sido removida durante el proceso. Este valor es fundamental para calcular el contenido de humedad.
- **obtenga la cantidad de humedad presente en la muestra dividiendo la pérdida de peso (agua evaporada) por la masa inicial de la muestra antes de su secado.** Esto le permitirá obtener el porcentaje de humedad presente en la muestra. Para calcular el porcentaje de humedad, esta cifra se multiplica por 100. El peso de la muestra antes de ser secada en el horno se denomina «masa original», y es el peso utilizado para describir la muestra.

b. Ensayo de análisis granulométrico: La determinación de la distribución granulométrica en una muestra de áridos, como arena o grava, es una operación esencial que se lleva a cabo mediante el uso del análisis granulométrico. Para evaluar las cualidades físicas y la calidad de los materiales pétreos que se van a utilizar en la producción de hormigón y otros productos de construcción, esta prueba es muy necesaria. Al proporcionar una visión clara de la distribución del tamaño de las



partículas, el análisis granulométrico permite garantizar que los agregados cumplen con los estándares y especificaciones requeridos para obtener un producto final de alta calidad.

Procedimiento:

- Selección de la muestra: El primer paso consiste en seleccionar una muestra representativa del agregado que se desea analizar. Esta muestra debe ser lo suficientemente grande y reflejar de manera precisa las características del material de la región que se está investigando, asegurando que los resultados sean válidos y aplicables a la totalidad del material que se utilizará en el proyecto.
- Preparación de la muestra: Antes de comenzar el análisis, es crucial limpiar la muestra, eliminando cualquier material extraño, como piedras grandes, raíces o restos biológicos. Además, la muestra debe estar completamente seca, ya que la humedad puede afectar el proceso de tamizado y los resultados. Asegurarse de que la muestra esté limpia y seca es esencial para obtener resultados precisos.
- Pesado de la muestra seca: Se selecciona y pesa una cantidad predeterminada de la muestra seca, de acuerdo con las normas y estándares aplicables al tipo de material y uso final. Este peso inicial es la base sobre la cual se realizarán los cálculos de distribución de tamaños de las partículas.
- Tamizado de las partículas: El análisis granulométrico se lleva a cabo utilizando una serie de tamices con diferentes tamaños de abertura, que aumentan progresivamente desde el tamiz más fino hasta el tamiz más grueso. Los tamices se colocan en orden decreciente de apertura, comenzando por el de mayor tamaño y finalizando con el de menor tamaño.



Este proceso permite separar las partículas de la muestra según sus tamaños.

- **Agitación de la muestra:** Para asegurar que las partículas se distribuyan de manera uniforme en los tamices y pasen a través de las aberturas correspondientes, la muestra se agita. Este proceso puede realizarse manualmente o mediante el uso de un agitador mecánico, lo que facilita el movimiento de las partículas a través de los tamices de manera eficiente.
- **Pesado del material retenido:** Después de completar el tamizado, se pesa la cantidad de material retenido en cada tamiz. Estos pesos se registran, y a partir de ellos se calculan los porcentajes correspondientes de material retenido en cada rango de tamaño. Este paso es fundamental para obtener un esquema exacto de la distribución de las partículas en la muestra.
- **Cálculo de proporciones acumuladas:** A continuación, se calcula tanto el porcentaje acumulado de material atrapado en cada tamiz como el porcentaje acumulado de material que ha pasado por cada uno de ellos. Estos valores son cruciales para interpretar la distribución de las partículas y evaluar si el agregado cumple con las especificaciones requeridas.
- **Gráfico de distribución granulométrica:** Finalmente, los resultados se presentan en un gráfico que ilustra la distribución granulométrica de la muestra. Este gráfico muestra visualmente cómo se distribuyen los diferentes tamaños de partículas dentro del agregado, lo que permite a los ingenieros y constructores tomar decisiones informadas sobre la idoneidad del material para su uso en concreto u otras aplicaciones de construcción.

c. Pesos y absorción. Controlar el peso unitario de los áridos de forma precisa es muy necesario para garantizar la consistencia y calidad del hormigón que se utiliza en diversas aplicaciones de construcción. Además, es igualmente importante evaluar

la capacidad del material pétreo para absorber y retener agua, lo que se conoce como absorción. Esta expresión se refiere a la proporción de agua que los poros del árido son capaces de retener en relación con su peso en seco. La absorción del agregado es un factor fundamental que afecta las propiedades del concreto, y se expresa como un porcentaje obtenido mediante cálculos matemáticos precisos.

Procedimiento:

- Selección de la muestra: Se debe obtener una muestra representativa del agregado que será objeto de análisis. Es necesario que la muestra sea lo suficientemente grande y de tamaño adecuado para garantizar que represente fielmente las características del suministro o fuente del agregado.
- Secado de la muestra: Es necesario secar la muestra en un horno a una temperatura que sea constante hasta que alcance un peso que sea consistente. Gracias a este procedimiento, se elimina toda la humedad que había en el agregado, lo que es necesario para lograr mediciones precisas. El secado garantiza que los cálculos posteriores no estén influenciados por el contenido de agua.
- Determinación del peso en seco: Una vez que la muestra se ha secado completamente, se pesa para determinar su peso unitario a granel en seco. Este valor es fundamental para los cálculos de la absorción y la gravedad específica del agregado.
- Cálculo de la gravedad específica a granel seca: A continuación, se procede a medir la gravedad específica a granel seca del agregado, aplicando las fórmulas correctas. Este parámetro proporciona información sobre la densidad del material y es un factor clave en el control de la calidad del concreto.



- **Inmersión en agua:** Para medir la capacidad de absorción de humedad del agregado, la muestra previamente seca se sumerge en agua durante un período de tiempo predeterminado, generalmente veinticuatro horas. Este paso permite que el agregado absorba la máxima cantidad de agua que sus poros pueden retener.
- **Secado superficial:** Tras el período de inmersión, la muestra se retira del agua y se seca superficialmente utilizando una toalla, eliminando el exceso de agua en la superficie del agregado. Luego, la muestra debe volver a secarse en el horno hasta alcanzar un peso constante, lo que asegura que cualquier agua adicional haya sido eliminada.
- **Determinación del peso saturado superficial:** Posteriormente, se pesa la muestra para determinar su peso saturado superficial, es decir, el peso de la muestra con los poros completamente llenos de agua, pero sin agua superficial adicional.
- Este cálculo proporciona el porcentaje de absorción, que refleja la cantidad de agua que el agregado puede retener en sus poros en relación con su peso seco.

d. Diseño de mezclas. La elaboración de mezclas es un proceso fundamental enfocado en definir la proporción óptima de los ingredientes para obtener un conjunto de propiedades deseadas, mientras se minimizan aquellas que no son favorables. En el contexto de la construcción y fabricación de materiales, como el concreto, el diseño de mezclas es crucial para obtener una combinación que ofrezca características específicas, como resistencia, durabilidad y trabajabilidad. Este proceso también es ampliamente utilizado en otros campos como la industria química y farmacéutica, donde las proporciones exactas de componentes son necesarias



para alcanzar las propiedades buscadas, como flexibilidad, conductividad o estabilidad.

Procedimiento:

- Evaluar la resistencia media a compresión: El primer paso en el diseño de la mezcla es establecer la resistencia a compresión que se busca alcanzar en el producto final. Este valor es clave, ya que define las propiedades mecánicas necesarias para cumplir con los requisitos estructurales o de aplicación del material.
- Definir el tamaño máximo del agregado: Se debe seleccionar el tamaño máximo del agregado que se utilizará en la mezcla. El tamaño del agregado influye en la trabajabilidad y la resistencia del material final, y se determina según las especificaciones del proyecto y el tipo de estructura que se está construyendo.
- Establecer el contenido necesario de aire: En muchas mezclas, como en el concreto, es importante controlar el contenido de aire para mejorar la durabilidad y resistencia a condiciones climáticas adversas, como el congelamiento y descongelamiento. El porcentaje de aire debe ser adecuado para garantizar que la mezcla conserve su integridad estructural.
- Prescribir la cantidad adecuada de cemento: La cantidad de cemento es un componente esencial que afecta tanto la resistencia como la trabajabilidad de la mezcla. Se debe definir la cantidad exacta de cemento para asegurar que el material alcance los niveles de resistencia necesarios sin desperdiciar recursos.
- Precisar la cantidad de agua requerida: El agua es otro ingrediente fundamental, ya que afecta directamente la trabajabilidad de la mezcla y la hidratación del cemento. Es necesario calcular la cantidad exacta de agua para lograr una proporción adecuada entre agua y cemento (relación a/c), que optimice la resistencia sin comprometer la manejabilidad.



- Seleccionar los volúmenes apropiados de agregado grueso y fino: La combinación de agregados gruesos y finos también es crítica en el diseño de la mezcla, ya que influye en la densidad, compactación y resistencia del material final. Se deben seleccionar las proporciones correctas de cada tipo de agregado para asegurar un equilibrio adecuado en la mezcla.
- Realizar cálculos precisos de las proporciones de los materiales: Con todos los ingredientes definidos, se deben realizar cálculos detallados para establecer las proporciones precisas de cemento, agua, aire, agregados gruesos y finos. Estos cálculos aseguran que la mezcla cumpla con los requisitos técnicos del proyecto.
- Estipular los valores de diseño para cemento, agua y agregados: Se deben establecer valores de diseño específicos para cada uno de los componentes principales de la mezcla. Esto incluye definir con precisión las cantidades de cemento, agua y agregados en función de las necesidades del proyecto y las propiedades deseadas.
- Aplicar correcciones debido a la humedad: Es importante realizar ajustes en las proporciones de los materiales para tener en cuenta la humedad presente en los agregados. Este paso asegura que la cantidad de agua en la mezcla sea la adecuada, evitando que el exceso o la falta de agua afecten las propiedades del concreto.
- Calcular las proporciones de diseño en términos de peso: Finalmente, las proporciones de los componentes se deben expresar en términos de peso para facilitar su dosificación precisa durante la mezcla. Esto asegura que cada ingrediente sea añadido en las cantidades correctas, garantizando que la mezcla final cumpla con las especificaciones de diseño.



e. Asentamiento. El ensayo de asentamiento se realiza con el objetivo de evaluar las propiedades del concreto fresco, especialmente en lo que respecta a su capacidad para fluir y su consistencia. Dado que garantiza que el hormigón utilizado satisface los requisitos de calidad necesarios y permite anticipar el comportamiento del hormigón a lo largo de las fases de colocación y compactación, este método es extremadamente importante en la industria de la construcción. Uno de los aspectos más importantes para determinar si el hormigón fresco es trabajable o no es el ensayo de asentamiento del cono de Abrams, que ofrece una medición cuantitativa de la consistencia del hormigón. Utilizar esta información es esencial para determinar la facilidad con la que se puede mezclar, transportar, colocar y compactar el hormigón en la obra.

Procedimiento:

- **Preparación del equipo:** Antes de comenzar la prueba, asegúrese de que dispone de todo el equipo y los materiales necesarios. Entre ellos se incluyen el cono Abrams, una regla para tomar medidas, una base plana y lisa sobre la que se apoyará el cono, una bandeja para contener el hormigón, una llana para compactar las capas y un recipiente para limpiar y secar el equipo una vez finalizada la prueba.
- **Mezcla de la muestra:** Realiza la preparación de la muestra de hormigón de acuerdo con las proporciones que se definieron en el diseño de la mezcla o de acuerdo con las características del proyecto. Asegúrate de que la mezcla esté bien integrada, representativa del lote y libre de grumos o irregularidades.
- **Colocación del cono de Abrams:** Sitúa el cono de Abrams sobre la base plana y lisa, asegurándote de que esté bien asentado y nivelado para evitar cualquier inclinación que pueda afectar la precisión del ensayo.



- Llenado del cono: Vierte la mezcla de concreto en el cono de Abrams, dividiéndola en tres capas iguales. Cada capa debe compactarse uniformemente utilizando una paleta, golpeando suavemente la mezcla para eliminar posibles burbujas de aire que puedan haberse formado durante el vertido.
- Compactación de cada capa: Tras llenar cada capa, nivela la superficie con la paleta. Es recomendable golpear suavemente los lados del cono para asegurar que el concreto esté bien compactado y que no haya huecos de aire, lo que podría alterar los resultados del ensayo.
- Eliminación del exceso de concreto: Una vez que el cono está completamente lleno, retira el exceso de concreto de la parte superior del cono, asegurando que la superficie quede perfectamente nivelada y alineada con la parte superior del cono.
- Levantamiento del cono: Levanta el cono de manera rápida y vertical, permitiendo que el concreto fluya libremente y se asiente. Este paso debe realizarse de forma cuidadosa para evitar cualquier movimiento lateral que pueda afectar la precisión del ensayo.
- Medición del asentamiento: Una vez que el concreto se ha asentado, utiliza una regla para evaluar la diferencia en comparación con la altura inicial del concreto en el cono y la altura final después del asentamiento. La diferencia entre ambas alturas es lo que se conoce como el valor de asentamiento.
- Registro de resultados: Anota el reporte del ensayo, abarcando la fecha, hora y especificaciones de la mezcla de concreto utilizada (como las proporciones de los ingredientes), y el valor de asentamiento obtenido. Esta información es fundamental para evaluar si el concreto cumple con los requisitos de consistencia establecidos para el proyecto.



- Limpieza del equipo: Finalmente, limpia todo el equipo utilizado, incluyendo el cono de Abrams, la paleta y la bandeja, para asegurarte de que esté listo para el próximo ensayo. El mantenimiento adecuado de los materiales asegura que los futuros ensayos se realicen sin problemas y con la máxima precisión.

f. Ensayo de capacidad a compresión del concreto.

Al evaluar el poder de un material para resistir presiones de compresión, o su capacidad para soportar cargas que tienden a contraer su volumen, esta prueba está diseñada para determinar si el material es capaz o no de hacerlo. Para determinar la calidad y resistencia de materiales como el hormigón, la mampostería o la piedra, este tipo de ensayo es muy necesario en el sector de la construcción. El ensayo de capacidad a compresión proporciona información crucial sobre la integridad estructural del material y su capacidad para soportar cargas durante su vida útil.

Procedimiento:

- Extracción de cilindros de concreto: Se extraen cilindros de concreto, ya sea directamente de la estructura o de una mezcla recién colocada. Estos cilindros deben ser representativos de la mezcla utilizada en la obra o del lote específico de concreto que se está probando, para garantizar que los resultados del ensayo reflejen la resistencia real del material.
- Verificación de dimensiones y forma: Los cilindros deben cumplir con las dimensiones y la forma especificadas por las normativas aplicables, como las normas ASTM o ACI. Las dimensiones estándar suelen ser de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura, pero pueden variar según las especificaciones del proyecto.



- **Curado de las muestras:** Las muestras se colocan en un ambiente de curado controlado, ya sea sumergidas en agua saturada o en un entorno de humedad controlada, por un tiempo específico estándar de curado que generalmente es de 7, 14 o 28 días. Este proceso de curado es fundamental para asegurar que el concreto alcance sus propiedades de resistencia óptimas antes de ser sometido a ensayo.
- **Etiquetado de las muestras:** Cada cilindro debe ser etiquetado incluyendo detalles importantes, como la fecha de colado y la clase de concreto utilizado y la ubicación de donde fue extraída la muestra. Esto garantiza la trazabilidad de las muestras y permite asociar los resultados del ensayo con los detalles específicos del proyecto.
- **Preparación de la máquina de ensayo:** Comprueba que la máquina de ensayo de compresión esté calibrada y en condiciones para su uso. Una máquina bien calibrada es crucial para obtener resultados precisos y fiables. La calibración debe hacerse regularmente, según las recomendaciones del fabricante y las normativas vigentes.
- **Colocación de la muestra:** Coloca cuidadosamente el cilindro en la máquina de ensayo de compresión en posición vertical. Es importante asegurarse de que la muestra esté correctamente centrada para evitar distribuciones desiguales de carga que puedan afectar los resultados del ensayo.
- **Aplicación de la carga:** La máquina aplicará una carga gradual y continua hasta que el cilindro falle, es decir, hasta que el concreto no pueda soportar más la compresión y se fracture. La velocidad de carga estándar suele ser de 20 a 50 psi por segundo, dependiendo de las especificaciones técnicas. Se registra la carga máxima alcanzada justo antes de la falla, así como la deformación que ocurre durante el proceso.



- Obtención de resultados: A partir de los datos recogidos, se puede calcular la capacidad a compresión del concreto. Los resultados pueden incluir la resistencia específica a los 7, 14 o 28 días, según los requisitos del proyecto o las normativas aplicables. Estos valores permiten evaluar si el concreto cumple con los niveles de resistencia esperados y con los requisitos de diseño.
- g. Ensayo de resistencia a flexión:** Tiene como finalidad principal determinar la capacidad de un material para resistir fuerzas aplicadas que tienden a doblarlo o flexionarlo. Este tipo de ensayo es fundamental para evaluar la resistencia y la rigidez de materiales, especialmente en aplicaciones donde se espera que el material soporte cargas flexionales, como vigas, viguetas, columnas y otros elementos estructurales.

Procedimiento:

- Ajusta la máquina de ensayos para cumplir con las especificaciones de la norma, incluyendo la velocidad de carga y la distancia entre apoyos.
- Calibra los instrumentos de medición de deformación.
- Coloca la probeta en la máquina de ensayos, asegurándote de que esté alineada correctamente y que los apoyos estén en contacto con la probeta de manera uniforme.
- Inicia el ensayo y registra datos como la carga aplicada y la deformación en función del tiempo o de la posición de la máquina de ensayos.
- Continúa el ensayo hasta que la probeta falle o hasta que se alcance un punto predeterminado según la normativa.
- Calcula la resistencia a flexión, el módulo de elasticidad y otros parámetros según las fórmulas y métodos establecidos en la norma aplicable.



3.9 Procesamiento y análisis de datos

Esta fase se refiere al conjunto de métodos y procedimientos que se emplean para convertir los datos brutos recopilados en información significativa y útil para la investigación. El tratamiento de datos implica la organización, limpieza, análisis e interpretación de los datos con el fin de extraer conclusiones valiosas que apoyen los objetivos del estudio. Este proceso es crucial, ya que transforma los datos sin procesar en resultados comprensibles y aplicables, lo que facilita la toma de decisiones fundamentadas.

Este proceso incluye la realización de cálculos, el análisis de tendencias y la elaboración de gráficos, tablas y reportes que permitan una mejor comprensión de los resultados obtenidos. En resumen, el tratamiento de datos no solo permite transformar los datos brutos en información estructurada, sino que también garantiza que dicha información sea interpretada correctamente, cumpliendo con los objetivos de la investigación y contribuyendo al avance del conocimiento en el área de estudio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados

En este capítulo se presentarán de forma exhaustiva los resultados obtenidos en las pruebas realizadas para la tesis. Estos exámenes se llevaron a cabo en el laboratorio, y los resultados se han recopilado mediante la utilización de tablas y gráficos con el fin de proporcionar una comprensión más completa. En el curso de este estudio, se combinarán los datos obtenidos de las pruebas, lo que dará lugar a una comprensión más completa de los resultados.

a. Contenido de humedad de los agregados

Tabla 4

Cantidad de agua en los agregados

Muestra: Agregado		
	<i>Agregado fino</i>	<i>Agregado grueso</i>
M. Húmeda+Tara	359.89	574.67
M. Seca+Tara	347.02	560.09
Tara	39.14	40.12
M. húmeda	320.75	534.55
M. seca	307.88	519.97
Agua	12.87	14.58
%Humedad	4.18	2.80

La siguiente tabla detalla información fundamental sobre la composición y la humedad de los agregados utilizados en el estudio. Se observa que el agregado grueso presenta un

contenido de humedad del 2.80%, mientras que el agregado fino muestra un nivel ligeramente mayor, alcanzando el 4.18% de humedad. Estos datos son cruciales para comprender las propiedades físicas de los agregados.

b. Peso específico y absorción

Tabla 5

Información detallada sobre la gravedad específica y la absorción

Agregado	Datos			
	J	K	WC	W
Fino	477.61	496.55	1319.57	1695.95
Grueso	818.54	843.71	1319.57	1841.87

Nota: Datos alcanzados en laboratorio

- **Peso**

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

- **Absorción**

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

Tabla 6*Datos del peso específico y la capacidad de absorción*

Agregado	Específico (gr/cm ³)	Absorción (%)
Fino	3.81	3.97
Grueso	2.63	3.07

Se reportan los resultados del análisis de peso específico y absorción de los agregados.

c. Pesos unitarios**Tabla 7***Peso unitario no consolidada (suelta)*

	PESO UNITARIO (SUELTO)					
	Agregado fino			Agregado grueso		
P. molde(gr)	5943	5943	5943	7968	7968	7968
V. molde(cm ³)	2063	2063	2063	3148	3148	3148
Colocación	CAIDA LIBRE					
P. molde + muestra suelta(gr)	9289.000	9256.000	9281.000	12789.000	12768.000	12796.000
P. de muestra suelta(gr)	3346.000	3313.000	3338.000	4821.000	4800.000	4828.000
Densidad mínima de la muestra seca(gr/cm ³)	1.622	1.606	1.618	1.531	1.525	1.533
Promedio(gr/cm³)	1.616			1.530		

Tabla 8

Peso unitario consolidado(compactado)

	Peso unitario (VARILLADO)					
	Agregado fino			Agregado grueso		
P. molde(gr)	5943	5943	5943	7968	7968	7968
V. molde(cm3)	2063	2063	2063	3148	3148	3148
Nº de capas.			3			
Nº de golpes por capa.			25			
P. molde + muestra compactada(gr)	9598.00	9583.00	9591.00	13268.00	13271.00	13258.00
P. muestra compactada(gr)	3655.00	3640.00	3648.00	5300.00	5303.00	5290.00
Densidad máxima de la muestra seca(gr/cm3)	1.772	1.765	1.769	1.683	1.684	1.680
Promedio(gr/cm3)		1.768			1.683	

d. Análisis granulométrico

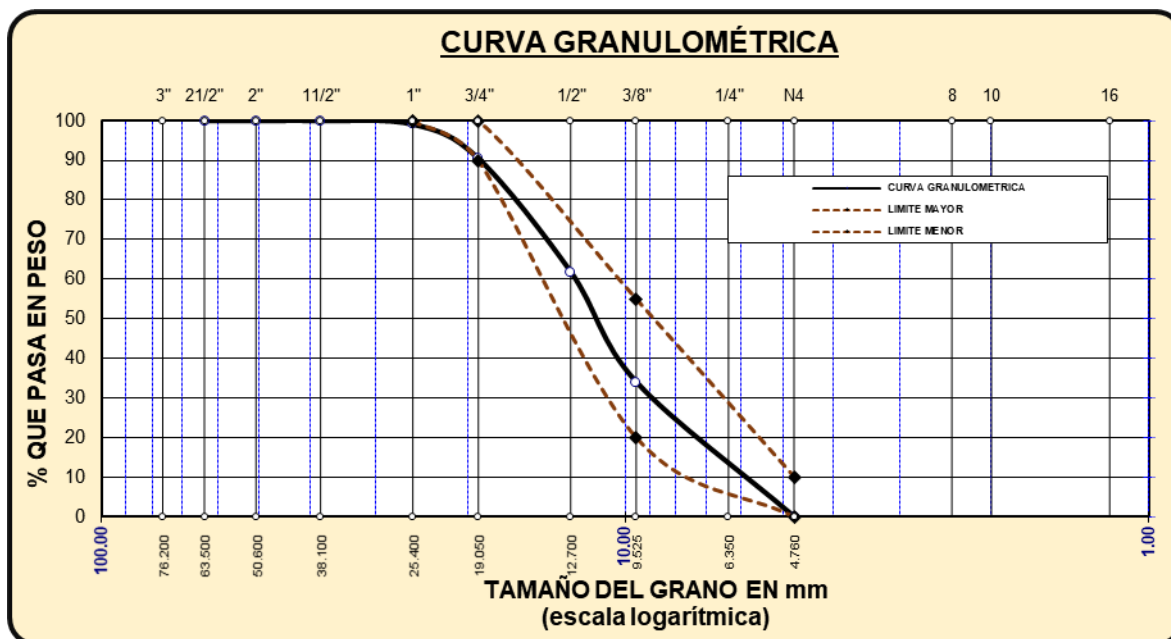
Tabla 9

Análisis granulométrico del agregado grueso

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	31.56	0.90	0.90	99.10
3/4"	19.05	302.89	8.65	9.56	90.44
1/2"	12.700	1001.89	28.63	38.18	61.82
3/8"	9.525	972.56	27.79	65.97	34.03
1/4"	6.350	426.53	12.19	78.16	21.84
No4	4.760	764.57	21.84	100.00	0.00
BASE		0.0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		3500	100.0		
% PERDIDA		0.0			

Figura 4

Granulometría de agregado grueso



Se aprecias el análisis granulométrico del agrego grueso donde se puede ver que esta dentro del rango establecido.

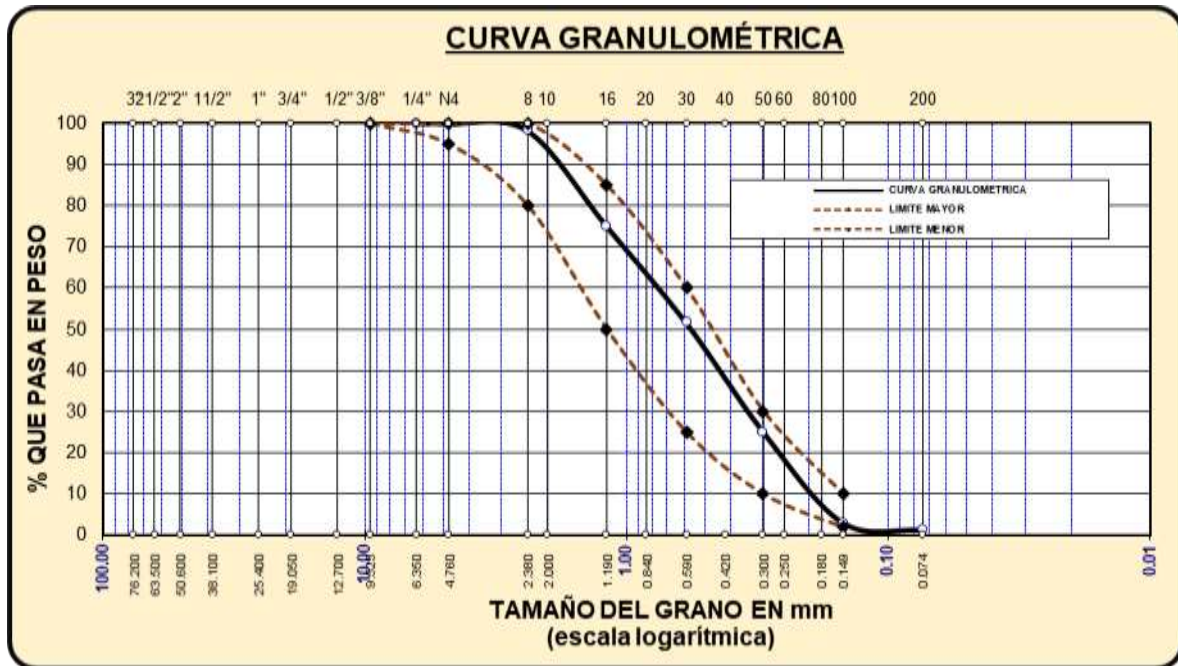
Tabla 10

Análisis granulométrico de agregado fino

TAMICES	ABERTURAS	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
N° 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.
N° 8	2.38	8.59	1.72	1.72	98.28
N° 16	1.19	115.89	23.18	24.90	75.10
N° 30	0.59	117.56	23.51	48.41	51.59
N° 50	0.30	132.67	26.53	74.94	25.06
N° 100	0.149	110.37	22.07	97.02	2.98
N° 200	0.074	8.97	1.79	98.81	1.19
BASE		5.95	1.19	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		
% PERDIDA		1.19			

Figura 5

Curva granulométrica de la arena



DISEÑO DE MEZCLA

a. Determinamos la resistencia promedio

$$f'_{cr} = 210 + 84 = 294$$

Asentamiento de 3" -4" y TMN de 3/4":

b. Contenido de agua y aire:

Agua= 205.0

Aire = 2%

c. La correlación de agua cemento

250.0 ----- 0.620

294.00 ----- a /c

300.00 ----- 0.55

a/c = 0.56



d. Factor de cemento:

$$a = 205$$

$$a/c = 0.56$$

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

e. Agregado grueso mediante el módulo de fineza:

$$2.600 \dots 0.640$$

$$2.470 \dots b/bo$$

$$2.400 \dots 0.660$$

$$b/bo = 0.653$$

Luego:

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

$$P_{AG} = 0.653 \times 1683$$

$$P_{AG} = 1099 \text{ kg/m}^3$$

f. Volúmenes absolutos:

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

$$\text{Volumen de cemento} = (366.) / (2.850 \times 1000.) = 0.128$$

$$\text{Volumen de agregado grueso} = (1099) / (2.63 \times 1000) = 0.419$$

$$\text{Volumen de aire incorporado} = (2.) / (100.) = 0.02$$

$$\text{Volumen sub total} = 0.772$$

g. Volumen del agregado fino (V_{AF})

$$V_{AF} = 1.00 - 0.772$$

$$V_{AF} = 0.228 \text{ m}^3$$

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

$$P_{AF} = 0.228 * \text{peso específico}$$

$$P_{AF} = 0.228 * (3.81 * 1000)$$

$$P_{AF} = 870 \text{ kg/m}^3$$

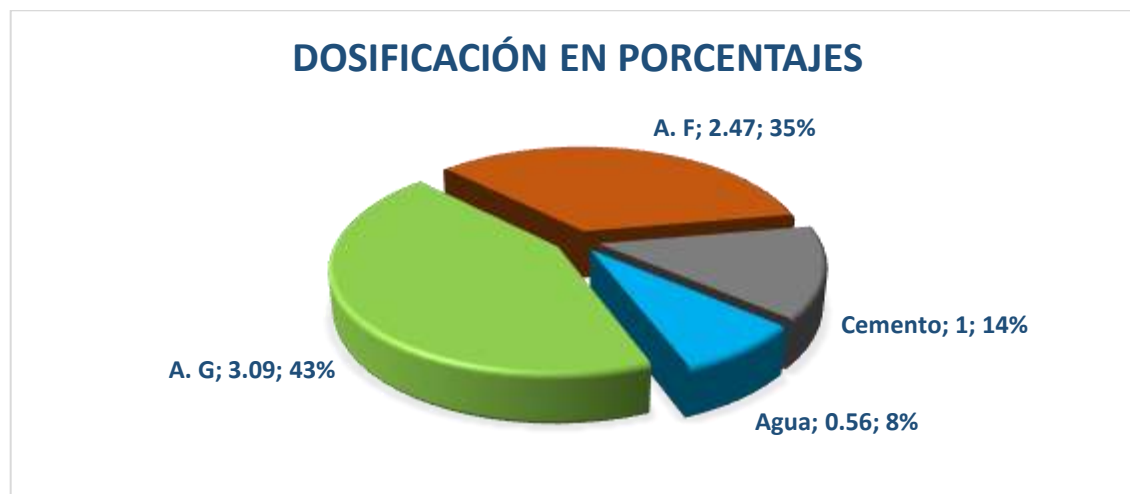
Tabla 11

Dosificación de materiales para concreto

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN PESO SECO VOLUMEN	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN PESO HÚMEDO VOLUMEN
Cemento	366.00	1.000	366.00	1
Agua	205.00	0.560	206.00	0.56
Agreg. Grueso	1099	3.00	1130	3.09
Agreg. Fino	870	2.38	906	2.47
Aire	2.0 %		2.0 %	

Figura 6

Proporciones del diseño de mezcla



Se proporciona el porcentaje de cada material de la dosificación de concreto, donde se puede apreciar que el agregado grueso tiene el 43%, el agua ocupa el 8%.

Tabla 12

Dosificación con césped sintético reciclado (CSR)

Componentes	D1- 0%CSR	D2- 0.25%CSR	D3- 0.5%CSR	D4- 1%CSR	D5- 2%CSR
	Dosificación en peso húmedo				
Cemento	366	366	366	366	366
Agua	206	206	206	206	206
A. Grueso	1130	1130	1130	1130	1130
A. Fino	906	906	906	906	906
CSR	-	0.915	1.83	3.66	7.32

En la tabla, se presenta el diseño original de una muestra patrón, junto con otros diseños que incorporan porcentajes variables de césped sintético reciclado.

4.1.1 Efecto del césped sintético reciclado en el asentamiento

Tabla 13

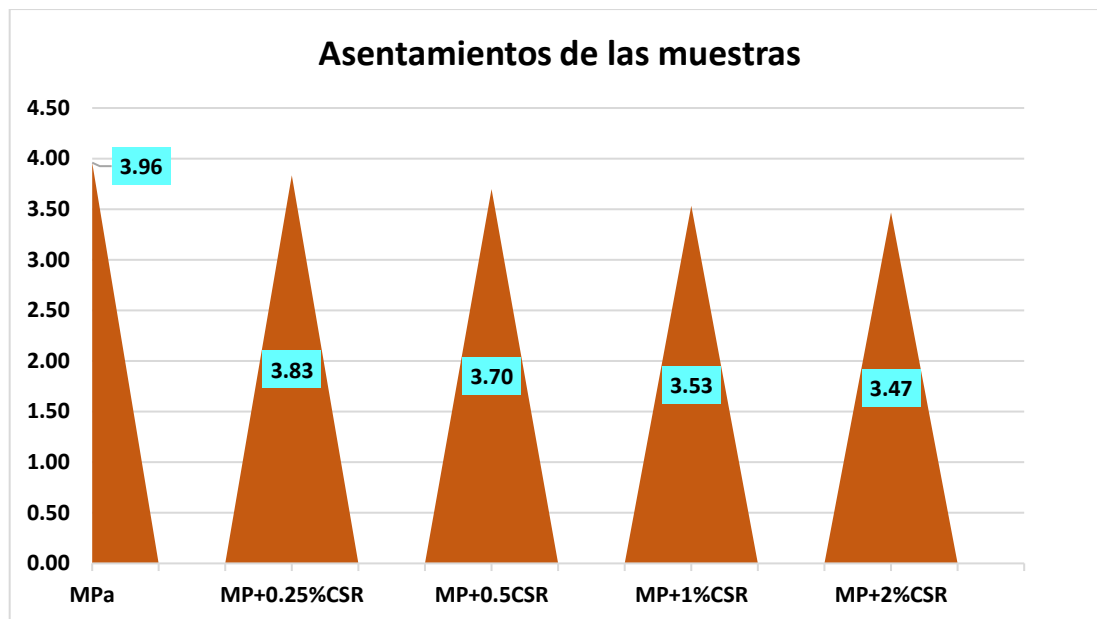
Slump de las muestras

Identificación	Slump	Promedio	Unidad de medición
MPa	3.97	3.96	pulg
	3.95		
	3.96		
MP+0.25%CSR	3.85	3.83	pulg
	3.80		
	3.85		
MP+0.5CSR	3.65	3.70	pulg
	3.70		
	3.75		
MP+1%CSR	3.55	3.53	pulg
	3.50		
	3.55		
MP+1.5%CSR	3.45	3.47	pulg
	3.50		
	3.45		

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 7

Slump de las muestras



Esta tabla presenta los resultados de la prueba de slump para diferentes mezclas de concreto, detallando las variaciones en la consistencia de las muestras en función de la adición de diferentes porcentajes de Césped Sintético Reciclado (CSR).

4.1.2 Efecto del césped sintético reciclado en la resistencia a compresión

a) Rotura a compresión – 7 días

Tabla 14

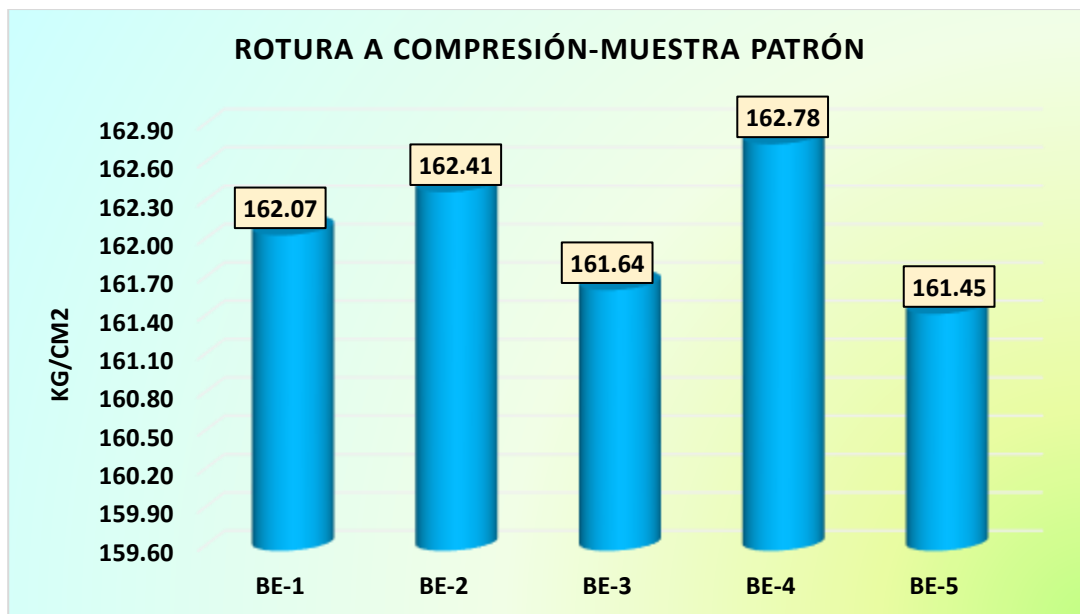
Rotura a compresión-muestra patron-7

Diseño	Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo de rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	28678	162.07	7
	Ensayo de briqueta 2	28623	162.41	
	Ensayo de briqueta 3	28602	161.64	
	Ensayo de briqueta 4	28689	162.78	
	Ensayo de briqueta 5	28569	161.45	
PROMEDIO			162.07	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 8

Rotura a compresión-muestra patron-7



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas de muestras patrón, tras un período de curado de 7 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 162.07 kg/cm².

Tabla 15

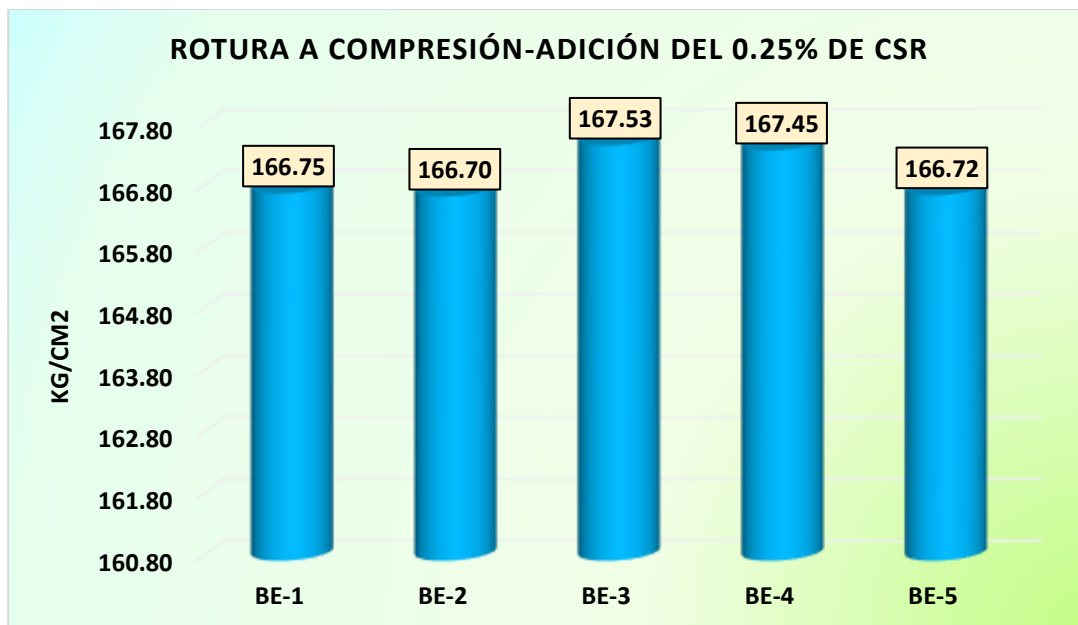
Rotura a compresión-adicionando el 0.25% de CSR-7

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	29507	166.75	7
	Ensayo de briqueta 2	29498	166.70	
	Ensayo de briqueta 3	29526	167.53	
	Ensayo de briqueta 4	29512	167.45	
	Ensayo de briqueta 5	29502	166.72	
PROMEDIO			167.03	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 9

Rotura a compresión- adicionando el 0.25% de CSR-7



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas adicionando el 0.25% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 7 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 167.03 kg/cm².

Tabla 16

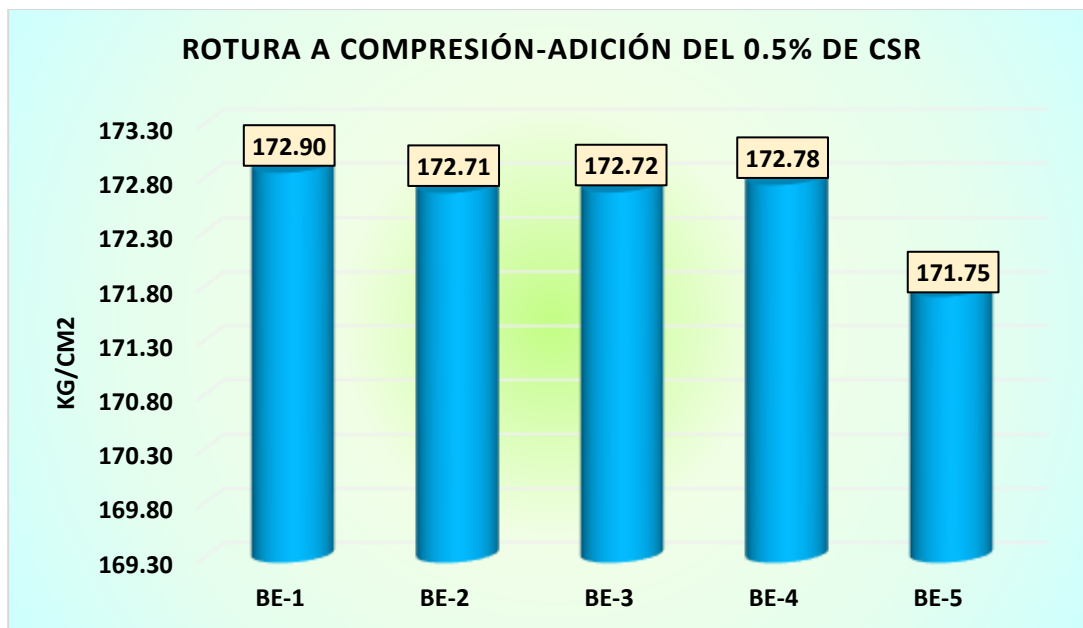
Rotura a compresión-adicionando el 0.5% de CSR-7

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	30594	172.90	7
	Ensayo de briqueta 2	30561	172.71	
	Ensayo de briqueta 3	30440	172.72	
	Ensayo de briqueta 4	30452	172.78	
	Ensayo de briqueta 5	30392	171.75	
PROMEDIO			172.57	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 10

Rotura a compresión- adicionando el 0.5% de CSR-7



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas adicionando el 0.5% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 7 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 172.57 kg/cm².

Tabla 17

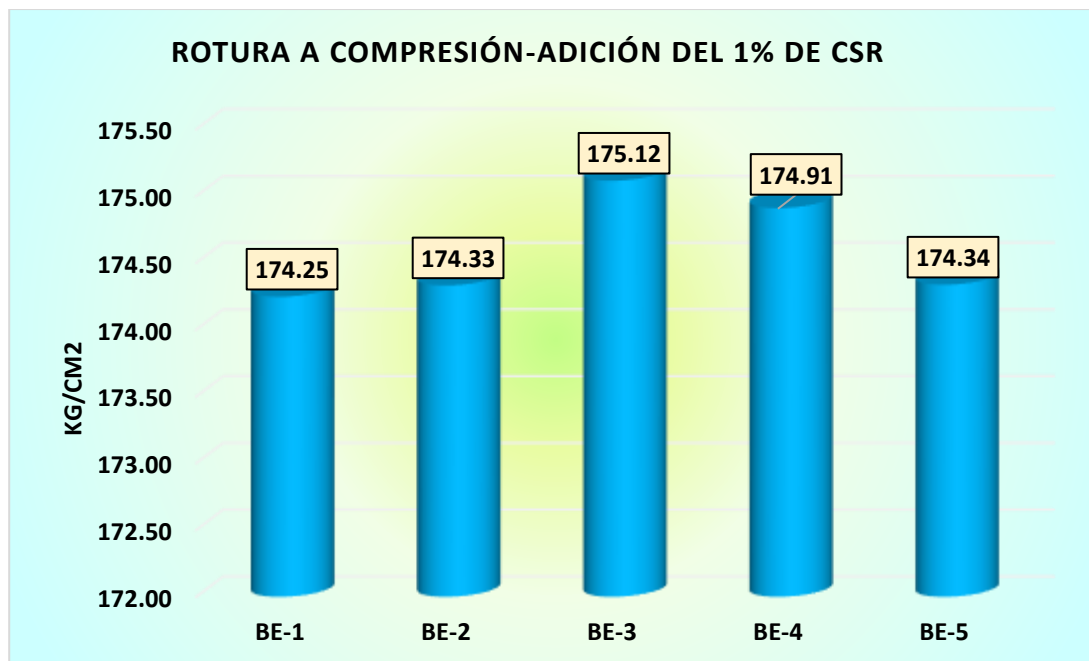
Rotura a compresión-adicionando el 1% de CSR-7

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	30833	174.25	7
	Ensayo de briqueta 2	30848	174.33	
	Ensayo de briqueta 3	30863	175.12	
	Ensayo de briqueta 4	30827	174.91	
	Ensayo de briqueta 5	30849	174.34	
PROMEDIO			174.59	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 11

Rotura a compresión- adicionando el 1% de CSR-7



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas adicionando el 1% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 7 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 174.59 kg/cm².

Tabla 18

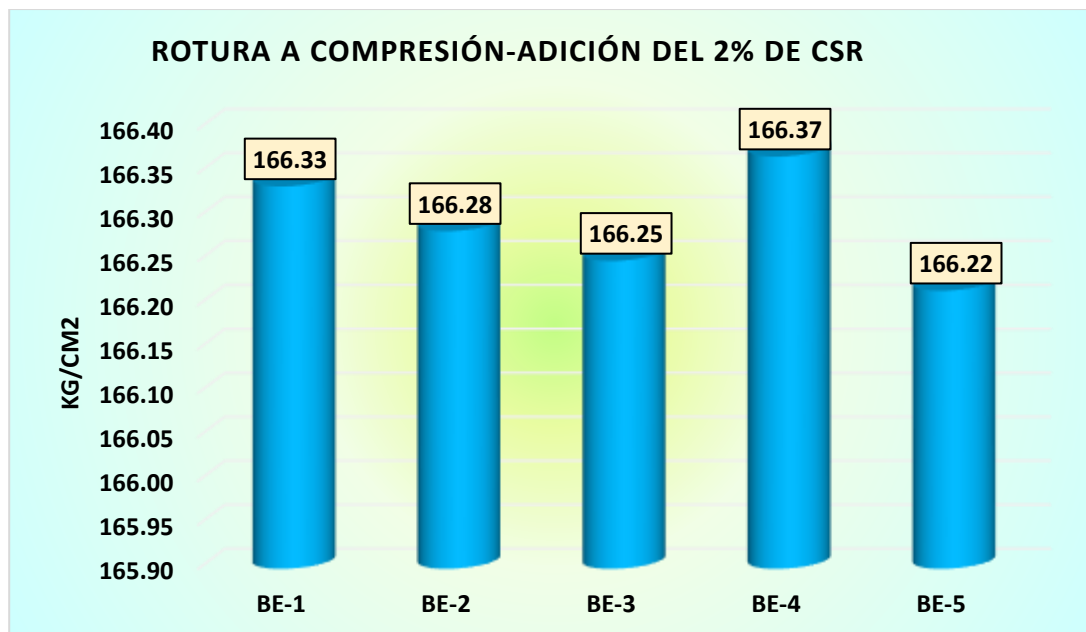
Rotura a compresión-adicionando el 2% de CSR-7

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	29433	166.33	7
	Ensayo de briqueta 2	29424	166.28	
	Ensayo de briqueta 3	29418	166.25	
	Ensayo de briqueta 4	29439	166.37	
	Ensayo de briqueta 5	29412	166.22	
PROMEDIO			166.29	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 12

Rotura a compresión- adicionando el 2% de CSR-7



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas adicionando el 2% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 7 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 166.29 kg/cm².

COMPARATIVA

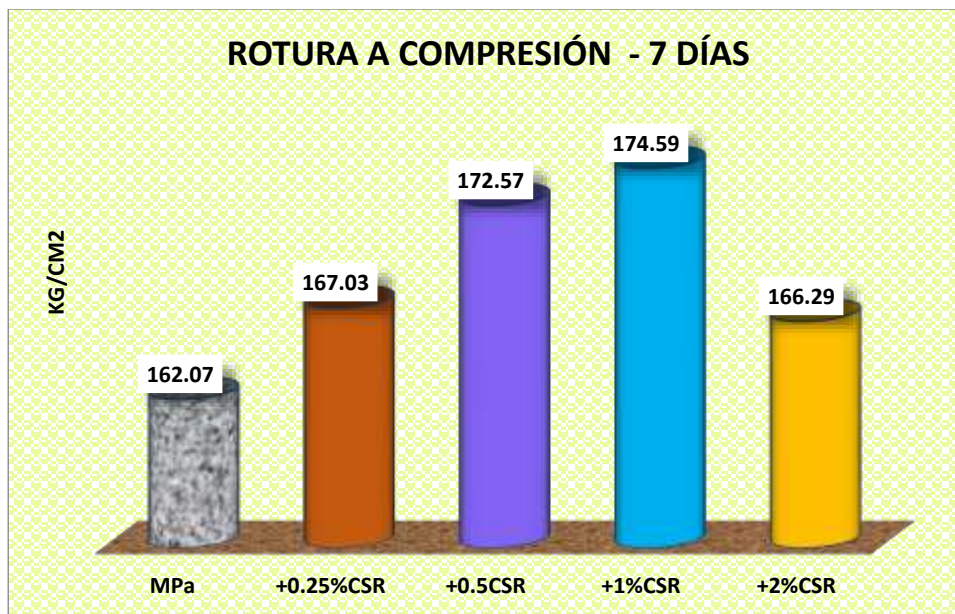
Tabla 19

Comparativa de roturas a compresión de las muestras-7 días

Muestra	7
MPa	162.07
+0.25%CSR	167.03
+0.5CSR	172.57
+1%CSR	174.59
+2%CSR	166.29

Figura 13

Comparativa de roturas a compresión de las muestras-7 días



En la siguiente comparativa de las resistencias a compresión durante el periodo de curado de 7 días, se evidencia que la adición del 1% de césped sintético reciclado influye positivamente, logrando mejores resultados. Sin embargo, al aumentar la adición al 2%, se observa una disminución en la resistencia, indicando un efecto negativo en la propiedad evaluada.

b) Rotura a compresión – 14 días

Tabla 20

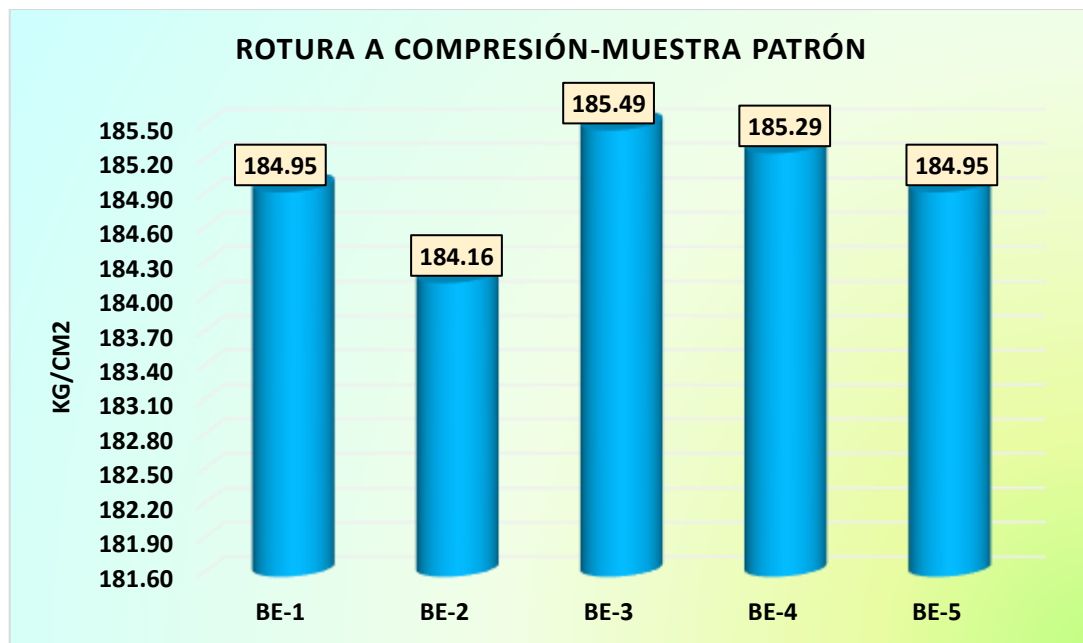
Rotura a compresión-muestra patron-14

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	32596	184.95	14
	Ensayo de briqueta 2	32587	184.16	
	Ensayo de briqueta 3	32691	185.49	
	Ensayo de briqueta 4	32656	185.29	
	Ensayo de briqueta 5	32596	184.95	
PROMEDIO			184.97	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 14

Rotura a compresión-muestra patron-14



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas de muestras patrón, tras un tiempo de curado de 14 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 184.97 kg/cm².

Tabla 21

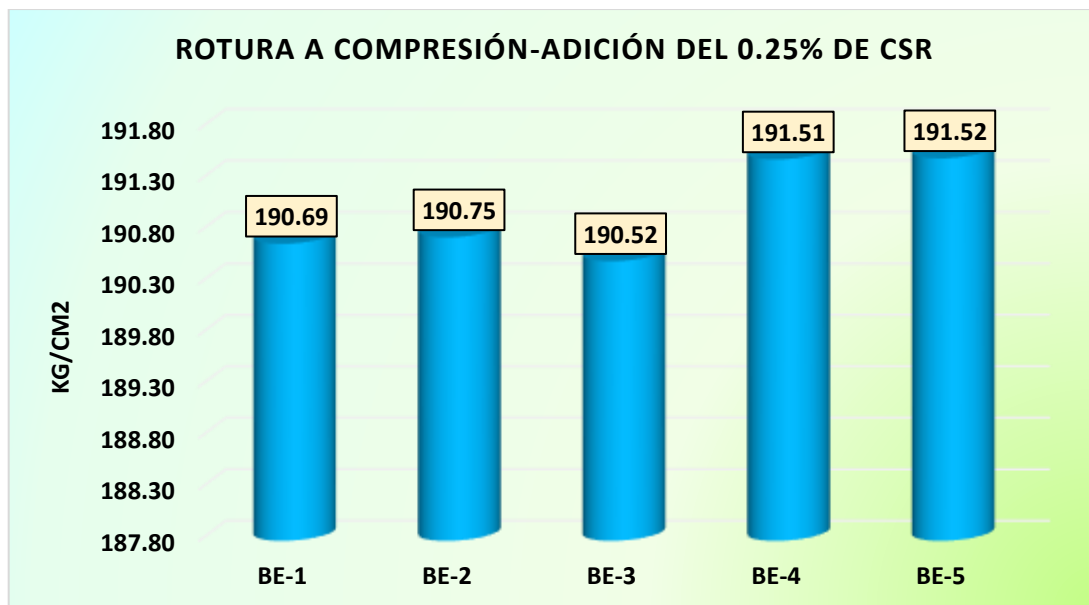
Rotura a compresión-adicionando el 0.25% de CSR-14

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	33742	190.69	14
	Ensayo de briqueta 2	33753	190.75	
	Ensayo de briqueta 3	33712	190.52	
	Ensayo de briqueta 4	33887	191.51	
	Ensayo de briqueta 5	33889	191.52	
PROMEDIO			191.00	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 15

Rotura a compresión- adicionando el 0.25% de CSR-14



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas adicionando el 0.25% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 14 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 191.00 kg/cm².

Tabla 22

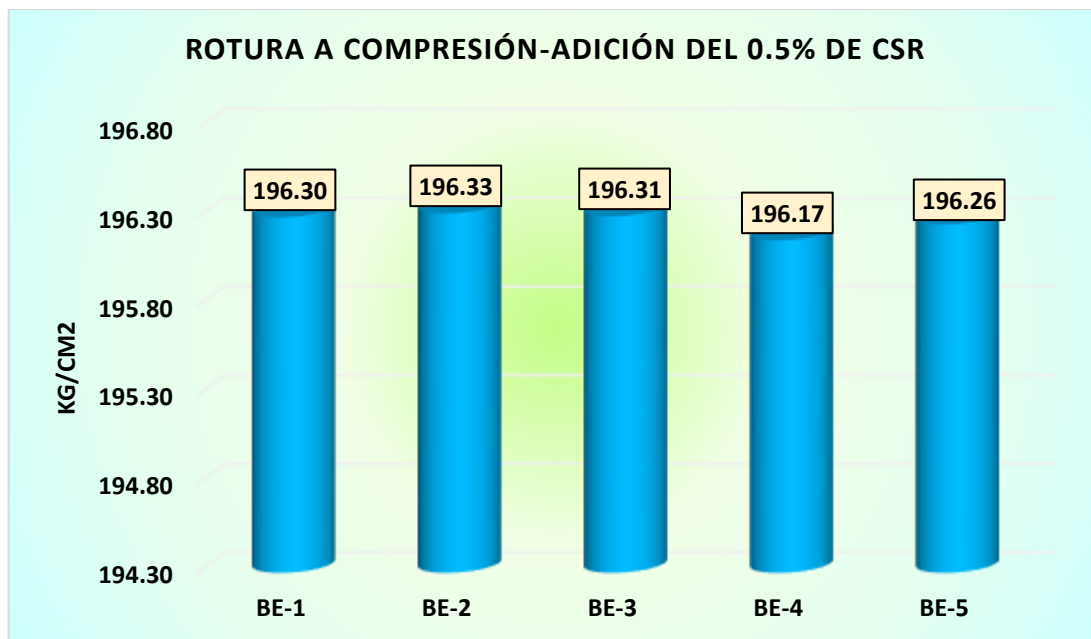
Rotura a compresión- adicionando el 0.5% de CSR-14

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	34736	196.30	14
	Ensayo de briqueta 2	34740	196.33	
	Ensayo de briqueta 3	34737	196.31	
	Ensayo de briqueta 4	34713	196.17	
	Ensayo de briqueta 5	34729	196.26	
PROMEDIO			196.28	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 16

Rotura a compresión- adicionando el 0.5% de CSR-14



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas adicionando el 0.5% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 14 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 196.28 kg/cm².

Tabla 23

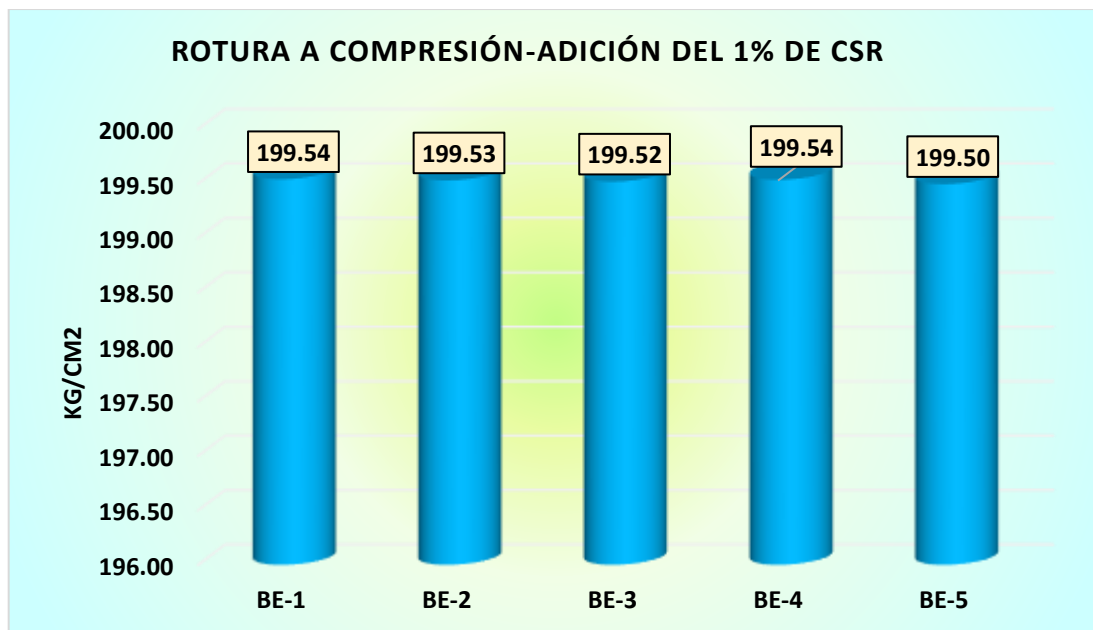
Rotura a compresión-adicionando el 1% de CSR-14

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	35309	199.54	14
	Ensayo de briqueta 2	35307	199.53	
	Ensayo de briqueta 3	35305	199.52	
	Ensayo de briqueta 4	35308	199.54	
	Ensayo de briqueta 5	35301	199.50	
PROMEDIO			199.53	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 17

Rotura a compresión- adicionando el 1% de CSR-14



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas adicionando el 1% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 14 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 199.53 kg/cm².

Tabla 24

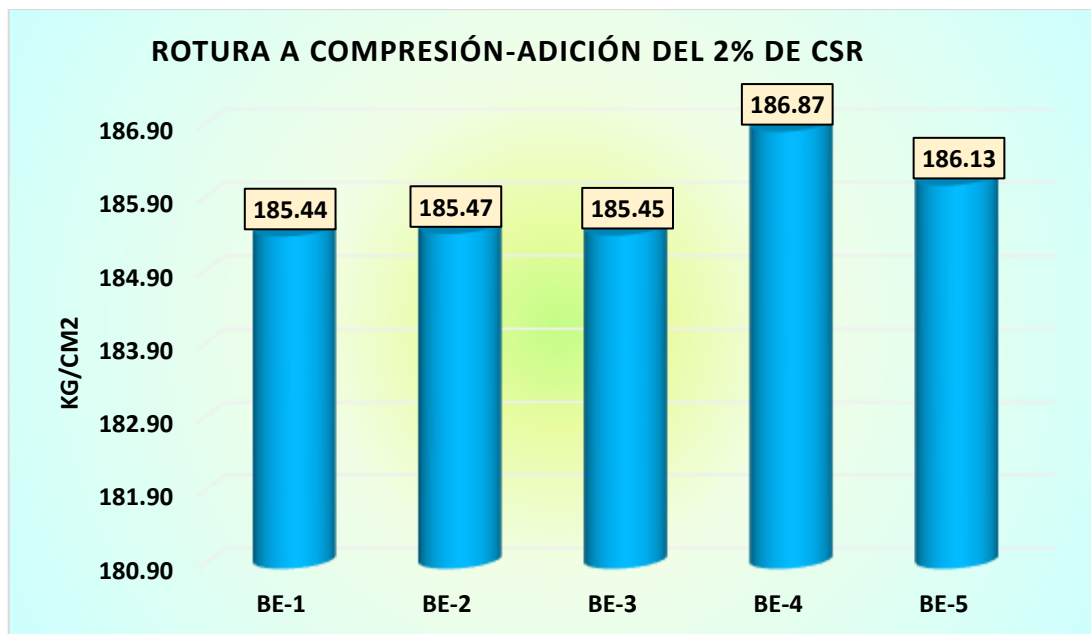
Rotura a compresión-adicionando el 2% de CSR-14

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	32813	185.44	14
	Ensayo de briqueta 2	32819	185.47	
	Ensayo de briqueta 3	32815	185.45	
	Ensayo de briqueta 4	32934	186.87	
	Ensayo de briqueta 5	32936	186.13	
PROMEDIO			185.87	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 18

Rotura a compresión- adicionando el 2% de CSR-14



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas adicionando el 2% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 14 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 185.87 kg/cm².

COMPARATIVA

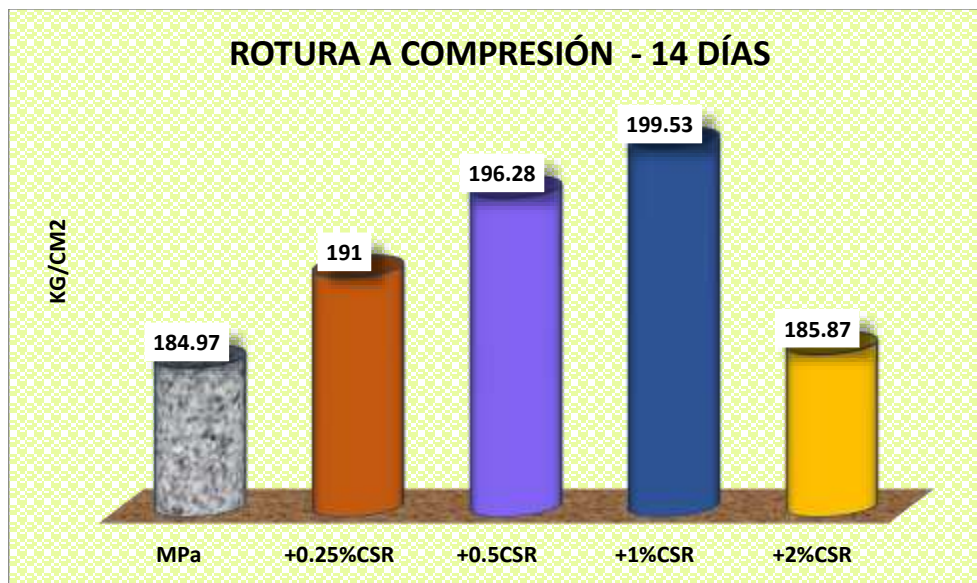
Tabla 25

Comparativa de roturas a compresión de las muestras-14 días

Muestra	14
MPa	184.97
+0.25%CSR	191
+0.5CSR	196.28
+1%CSR	199.53
+2%CSR	185.87

Figura 19

Comparativa de roturas a compresión de las muestras-14 días



En la siguiente comparativa de las resistencias a compresión durante el periodo de curado de 14 días, se evidencia que la adición del 1% de césped sintético reciclado influye positivamente, logrando mejores resultados. Sin embargo, al aumentar la adición al 2%, se observa una disminución en la resistencia, indicando un efecto negativo en la propiedad evaluada.

c) Rotura a compresión – 28 días

Tabla 26

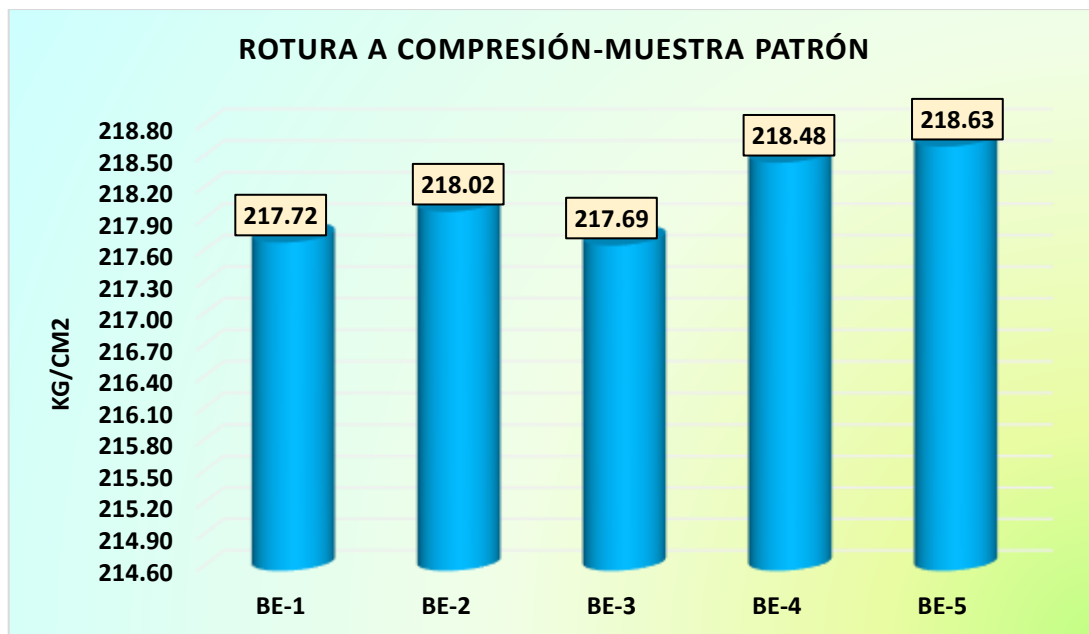
Rotura a compresión-muestra patron-28

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm2	Ensayo de briqueta 1	38526	217.72	28
	Ensayo de briqueta 2	38578	218.02	
	Ensayo de briqueta 3	38521	217.69	
	Ensayo de briqueta 4	38506	218.48	
	Ensayo de briqueta 5	38533	218.63	
PROMEDIO			218.11	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 20

Rotura a compresión-muestra patrón-28



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas de muestras patrón, tras un tiempo de curado de 28 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 218.11 kg/cm².

Tabla 27

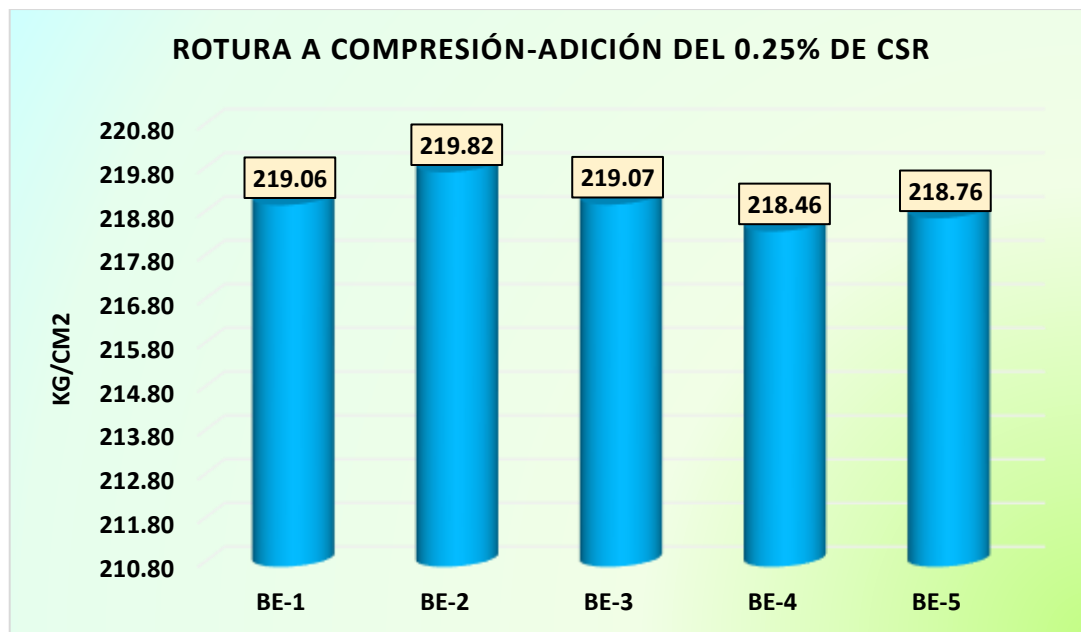
Rotura a compresión-adicionando el 0.25% de CSR-28

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	38763	219.06	28
	Ensayo de briqueta 2	38741	219.82	
	Ensayo de briqueta 3	38765	219.07	
	Ensayo de briqueta 4	38657	218.46	
	Ensayo de briqueta 5	38710	218.76	
PROMEDIO			219.03	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 21

Rotura a compresión- adicionando el 0.25% de CSR-28



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas adicionando el 0.25% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 28 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 219.03 kg/cm².

Tabla 28

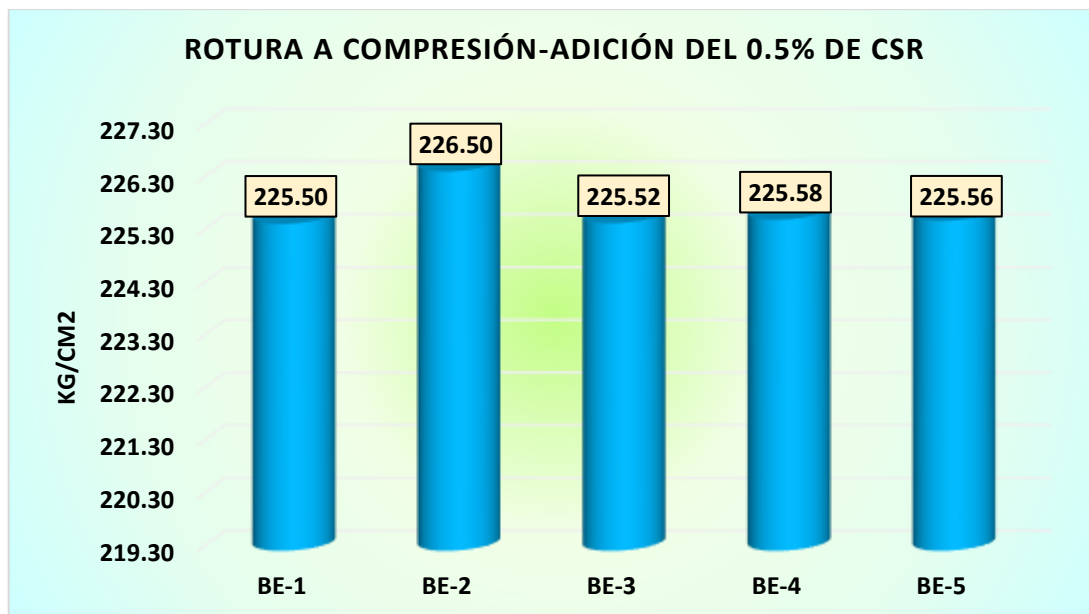
Rotura a compresión-adicionando el 0.5% de CSR-28

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	39903	225.50	28
	Ensayo de briqueta 2	39919	226.50	
	Ensayo de briqueta 3	39905	225.52	
	Ensayo de briqueta 4	39917	225.58	
	Ensayo de briqueta 5	39913	225.56	
PROMEDIO			225.73	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 22

Rotura a compresión- adicionando el 0.5% de CSR-28



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas adicionando el 0.5% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 28 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 225.73 kg/cm².

Tabla 29

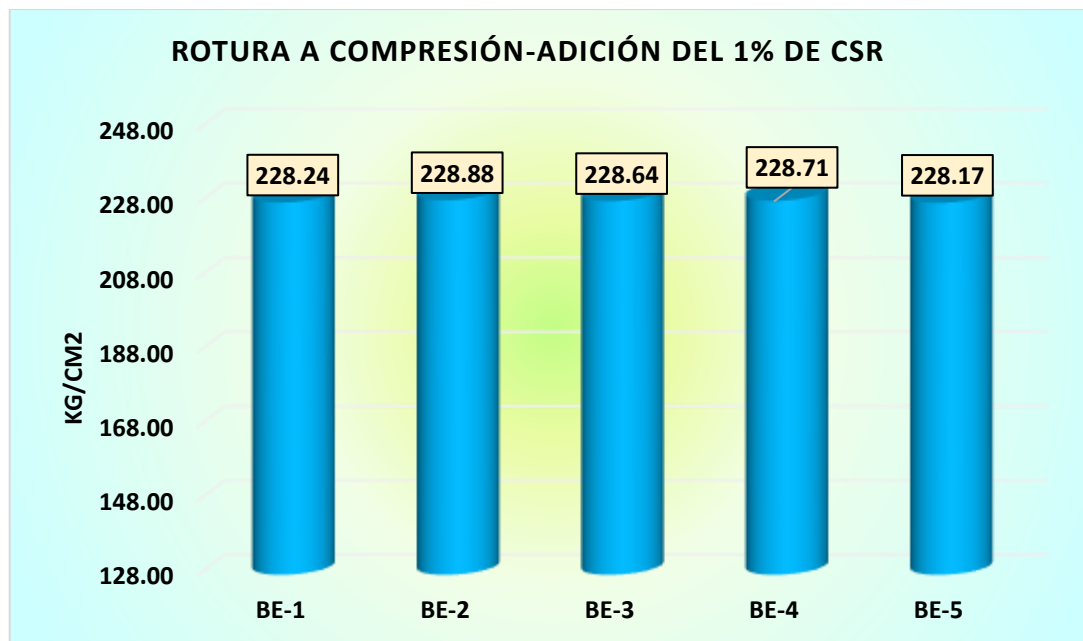
Rotura a compresión-adicionando el 1% de CSR-28

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	40387	228.24	28
	Ensayo de briqueta 2	40338	228.88	
	Ensayo de briqueta 3	40457	228.64	
	Ensayo de briqueta 4	40471	228.71	
	Ensayo de briqueta 5	40374	228.17	
PROMEDIO			228.53	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 23

Rotura a compresión- adicionando el 1% de CSR-28



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas adicionando el 1% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 28 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 228.53 kg/cm².

Tabla 30

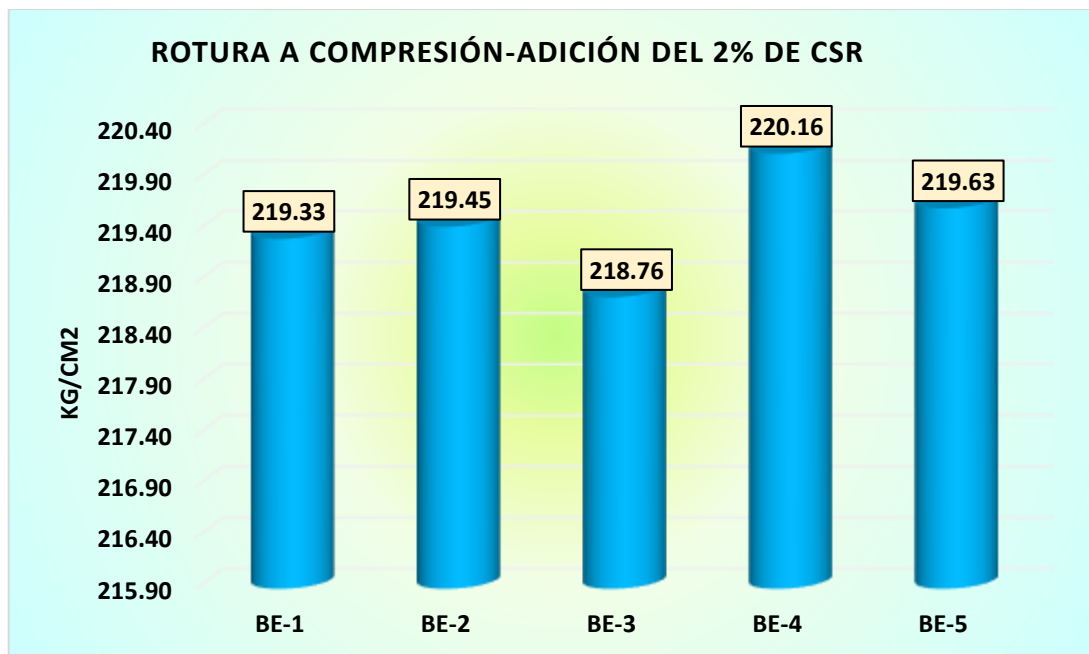
Rotura a compresión-adicionando el 2% de CSR-28

Modelo	Espécimen	Fuerza aplicada (kg)	Rotura	Tiempo
210 kg/cm ²	Ensayo de briqueta 1	38810	219.33	28
	Ensayo de briqueta 2	38831	219.45	
	Ensayo de briqueta 3	38709	218.76	
	Ensayo de briqueta 4	38802	220.16	
	Ensayo de briqueta 5	38863	219.63	
PROMEDIO			219.46	

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 24

Rotura a compresión- adicionando el 2% de CSR-28



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura compresiva en muestras representativas adicionando el 2% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 28 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a compresión, logrando un valor de 219.46 kg/cm².

COMPARATIVA

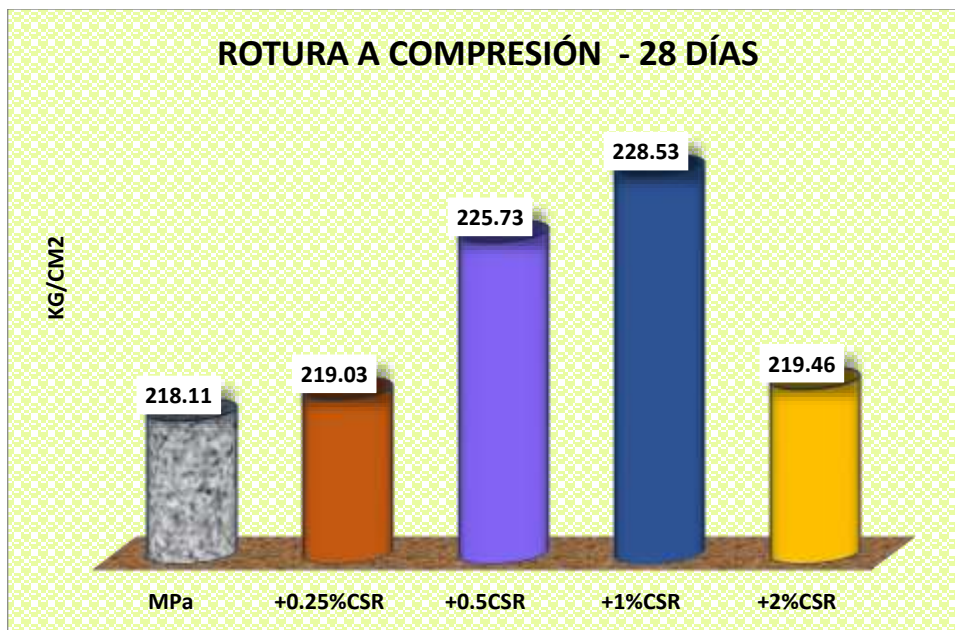
Tabla 31

Comparativa de roturas a compresión de las muestras-28 días

Muestra	28
MPa	218.11
+0.25%CSR	219.03
+0.5CSR	225.73
+1%CSR	228.53
+2%CSR	219.46

Figura 25

Comparativa de roturas a compresión de las muestras-28 días



En la siguiente comparativa de las resistencias a compresión durante el periodo de curado de 28 días, se evidencia que la adición del 1% de césped sintético reciclado influye positivamente, logrando mejores resultados. Sin embargo, al aumentar la adición al 2%, se observa una disminución en la resistencia, indicando un efecto negativo en la propiedad evaluada.

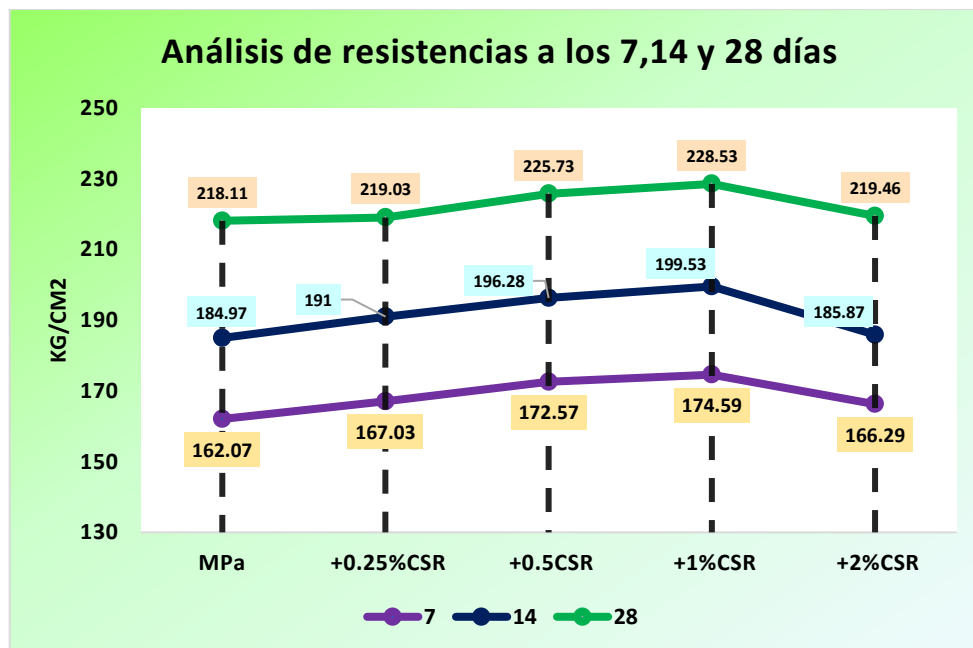
Tabla 32

Recopilación de resistencias de las diferentes muestras

Muestra	Esfuerzo de resistencias		
	7	14	28
MPa	162.07	184.97	218.11
+0.25%CSR	167.03	191	219.03
+0.5CSR	172.57	196.28	225.73
+1%CSR	174.59	199.53	228.53
+2%CSR	166.29	185.87	219.46

Figura 26

Comparativa de las roturas a compresión en diferentes periodos



En el análisis de las resistencias a compresión a lo largo de diversos periodos de curado, específicamente a los 7, 14 y 28 días, se observa un patrón distintivo en el comportamiento de las muestras. Notablemente, aquellas con un 1% de césped sintético reciclado exhiben consistentemente valores más elevados de resistencia en comparación con las demás muestras.

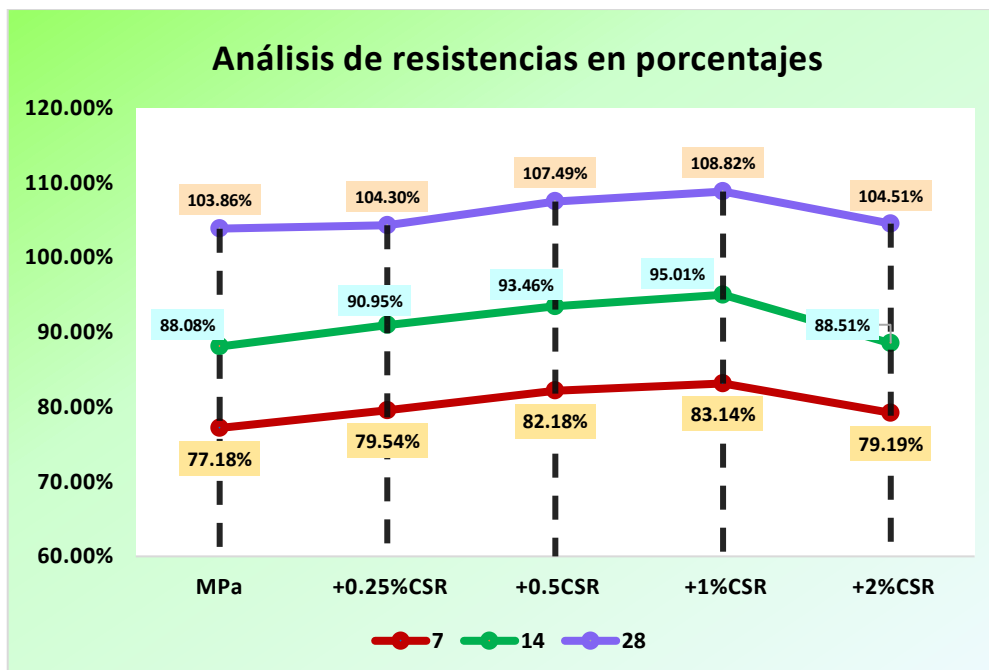
Tabla 33

Comparativa de resistencias logradas en porcentajes

Muestra	Esfuerzo de resistencias		
	7	Días 14	28
MPa	77.18%	88.08%	103.86%
+0.25%CSR	79.54%	90.95%	104.30%
+0.5CSR	82.18%	93.46%	107.49%
+1%CSR	83.14%	95.01%	108.82%
+2%CSR	79.19%	88.51%	104.51%

Figura 27

Comparativa de resistencias logradas en porcentajes



Los resultados muestran de manera precisa los porcentajes alcanzados, destacando una notable mejora en la resistencia al adicionar un 1% de césped sintético reciclado. Sin embargo, se observa que una adición mayor de este componente la resistencia tiende a disminuir.

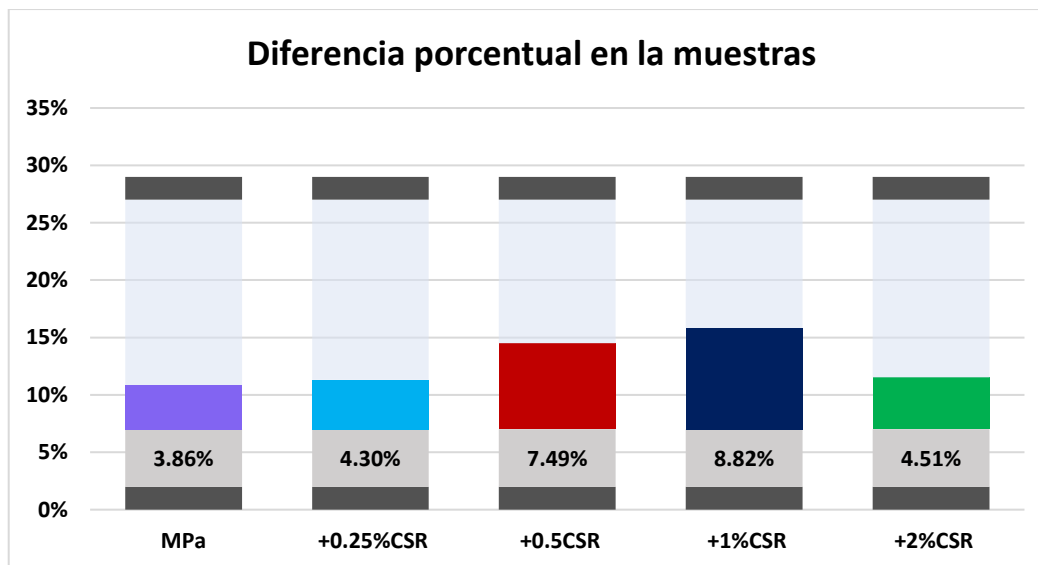
Tabla 34

Recopilación de resistencia alcanzada en porcentajes

Muestra	Resistencia lograda	Diseño	Diferencia
MPa	103.86%		3.86%
+0.25%CSR	104.30%		4.30%
+0.5CSR	107.49%	210kg/cm ² =100%	7.49%
+1%CSR	108.82%		8.82%
+2%CSR	104.51%		4.51%

Figura 28

Evaluación de las discrepancias porcentuales en las resistencias



La gráfica presenta el incremento porcentual de cada muestra en comparación con el diseño base de 210 kg/cm², representado como el 100%. De manera evidente, se observa que la adición de césped sintético reciclado conlleva mejoras significativas en la resistencia a compresión.

4.1.3 Efecto del césped sintético reciclado en la resistencia a flexión

a) Rotura a flexión – 7 días

Tabla 35

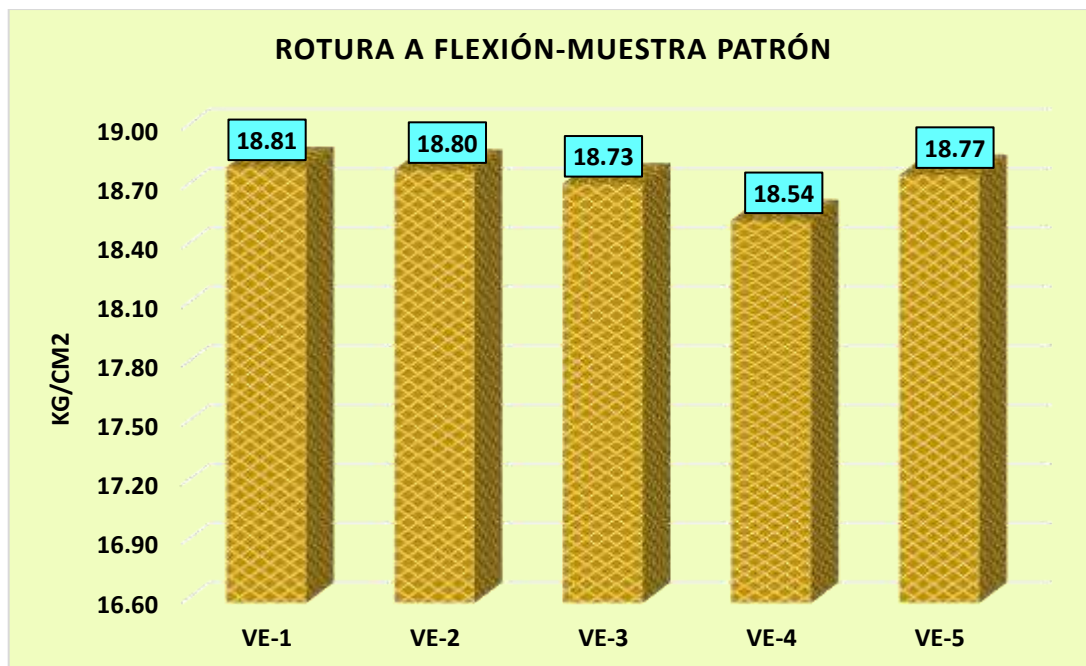
Rotura a flexión-muestra patrón -7

Periodo	Espécimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm2
7	Ensayo de viga 1	1265.38	18.81
	Ensayo de viga 2	1268.67	18.80
	Ensayo de viga 3	1255.56	18.73
	Ensayo de viga 4	1251.46	18.54
	Ensayo de viga 5	1262.73	18.77
PROMEDIO			18.73

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 29

Rotura a flexión-muestra patron-7



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra patrón, tras un tiempo de curado de 7 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 18.73 kg/cm².

Tabla 36

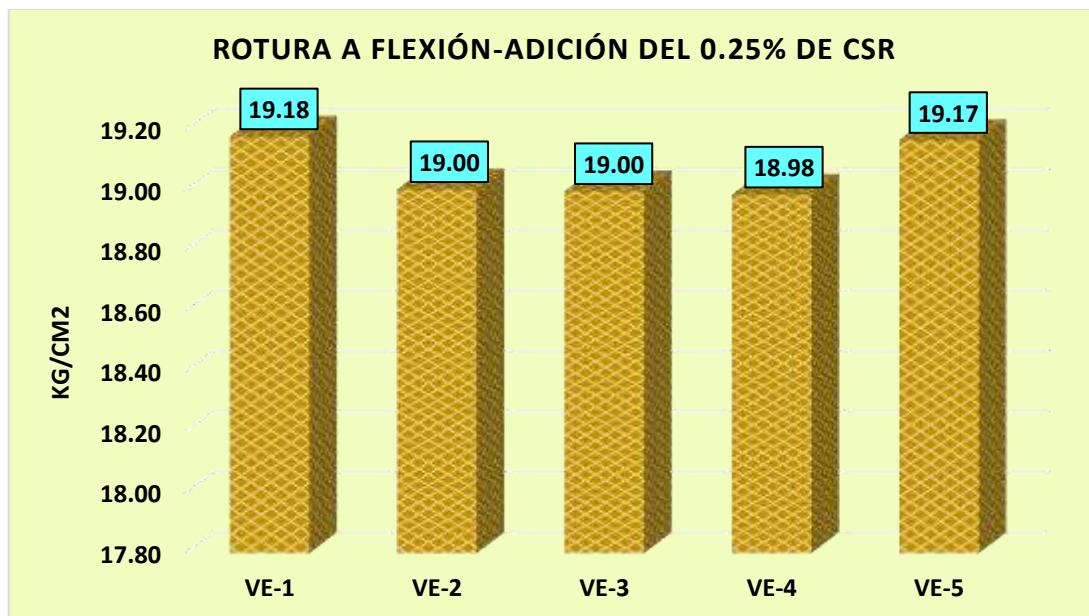
Rotura a flexión-adicionando el 0.25% de CSR-7

Periodo	Espécimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm2
7	Ensayo de viga 1	1290.15	19.18
	Ensayo de viga 2	1282.67	19.00
	Ensayo de viga 3	1282.23	19.00
	Ensayo de viga 4	1281.46	18.98
	Ensayo de viga 5	1289.34	19.17
PROMEDIO			19.07

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 30

Rotura a flexión- adicionando el 0.25% de CSR-7



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra adicionada el 0.25% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 7 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 19.07 kg/cm².

Tabla 37

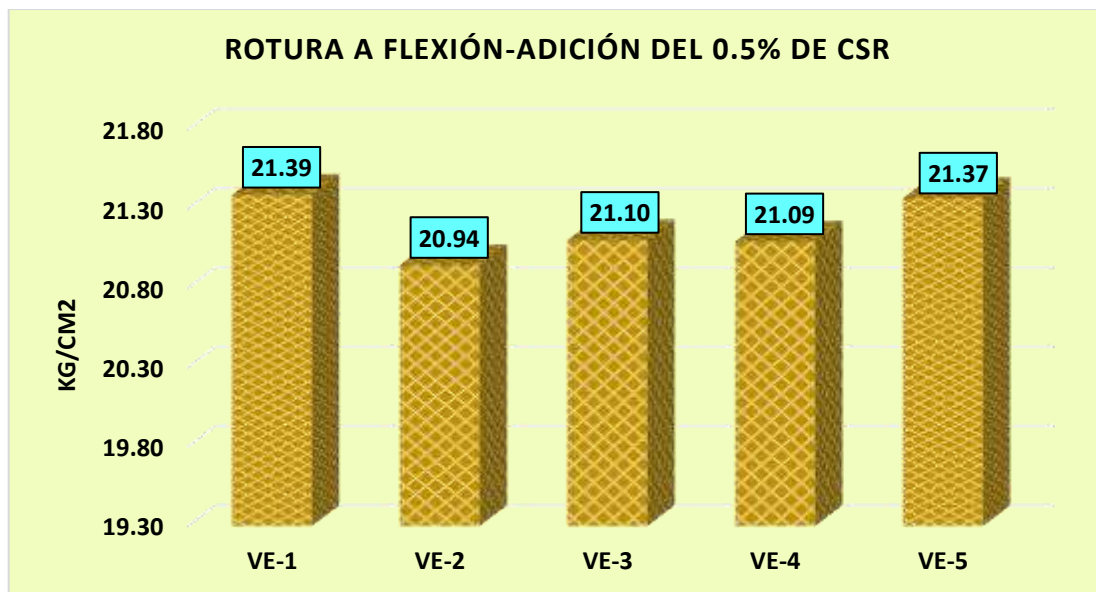
Rotura a flexión-adicionando el 0.5% de CSR-7

Periodo	Especimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm2
7	Ensayo de viga 1	1438.89	21.39
	Ensayo de viga 2	1413.76	20.94
	Ensayo de viga 3	1424.46	21.10
	Ensayo de viga 4	1423.83	21.09
	Ensayo de viga 5	1437.57	21.37
PROMEDIO			21.18

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 31

Rotura a flexión- adicionando el 0.5% de CSR-7



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra adicionada el 0.5% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 7 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 21.18 kg/cm².

Tabla 38

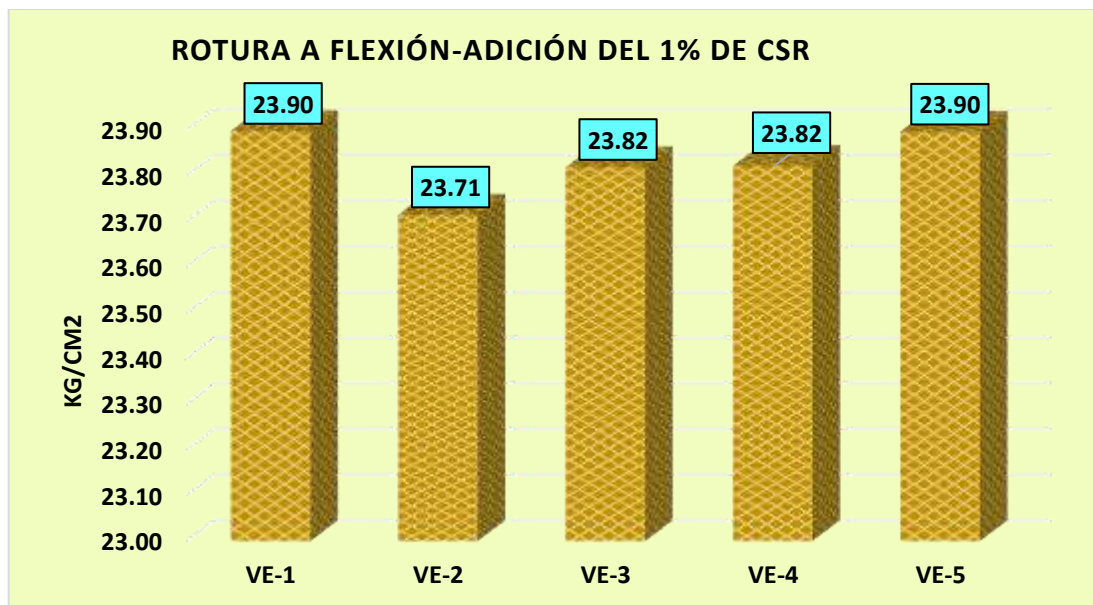
Rotura a flexión-adicionando el 1% de CSR-7

Periodo	Especimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm ²
7	Ensayo de viga 1	1607.67	23.90
	Ensayo de viga 2	1600.68	23.71
	Ensayo de viga 3	1607.71	23.82
	Ensayo de viga 4	1607.89	23.82
	Ensayo de viga 5	1607.56	23.90
PROMEDIO			23.83

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 32

Rotura a flexión- adicionando el 1% de CSR-7



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra adicionada el 1% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 7 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 23.83 kg/cm².

Tabla 39

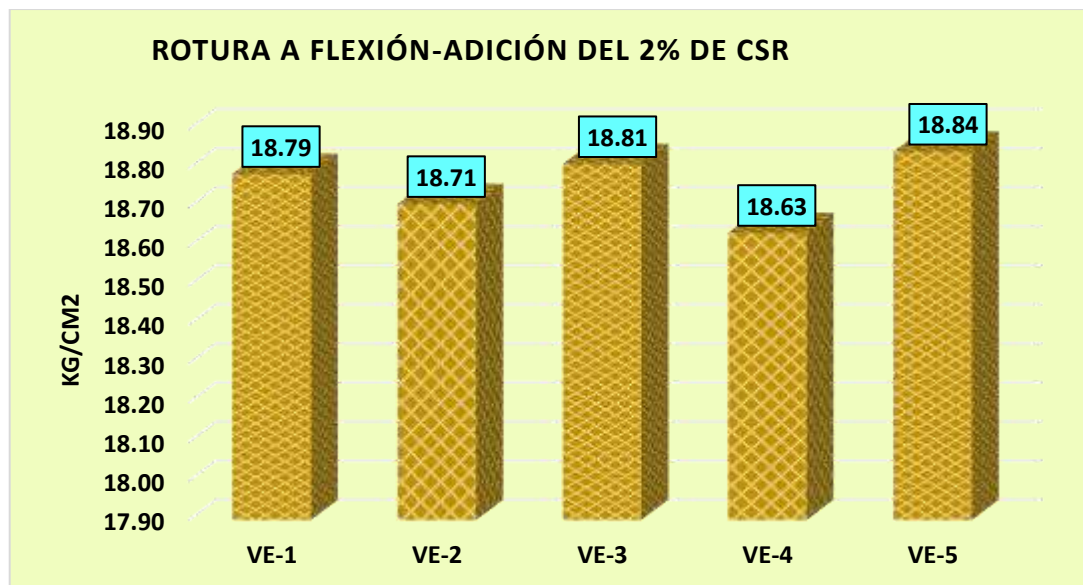
Rotura a flexión-adicionando el 2% de CSR-7

Periodo	Espécimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm ²
7	Ensayo de viga 1	1263.78	18.79
	Ensayo de viga 2	1262.82	18.71
	Ensayo de viga 3	1269.71	18.81
	Ensayo de viga 4	1257.83	18.63
	Ensayo de viga 5	1267.62	18.84
PROMEDIO			18.76

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 33

Rotura a flexión- adicionando el 2% de CSR-7



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra adicionada el 2% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 7 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 18.76 kg/cm².

COMPARATIVA

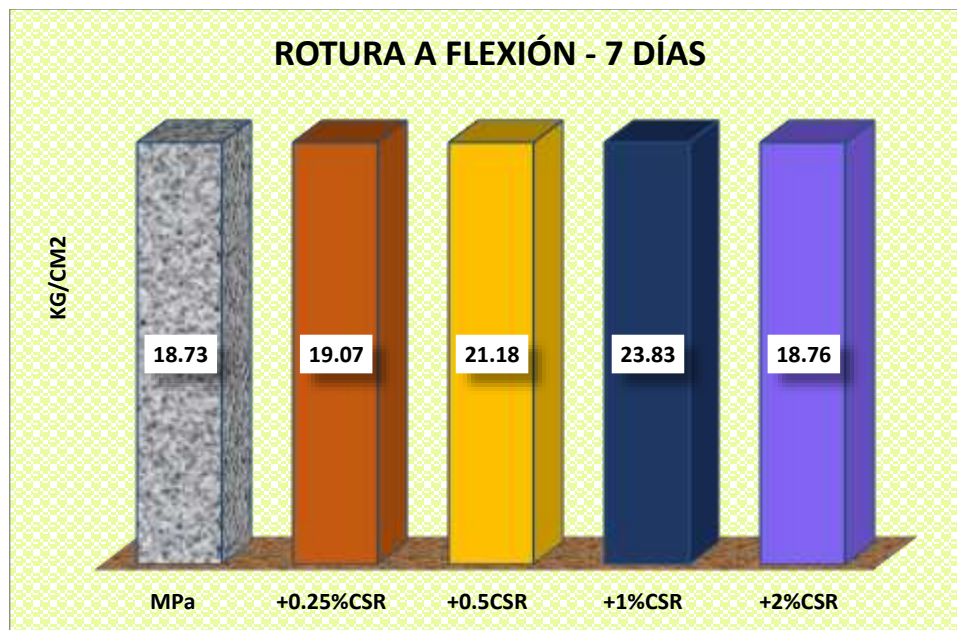
Tabla 40

Comparativa de roturas a flexión de las muestras-7 días

Muestra	7
MPa	18.73
+0.25%CSR	19.07
+0.5CSR	21.18
+1%CSR	23.83
+2%CSR	18.76

Figura 34

Comparativa de roturas a compresión de las muestras-7 días



En la siguiente comparativa de las resistencias a flexión durante el periodo de curado de 7 días, se evidencia que la adición del 1% de césped sintético reciclado influye positivamente, logrando mejores resultados. Sin embargo, al aumentar la adición al 2%, se observa una disminución en la resistencia a flexión, indicando un efecto negativo.

b) Rotura a flexión – 14 días

Tabla 41

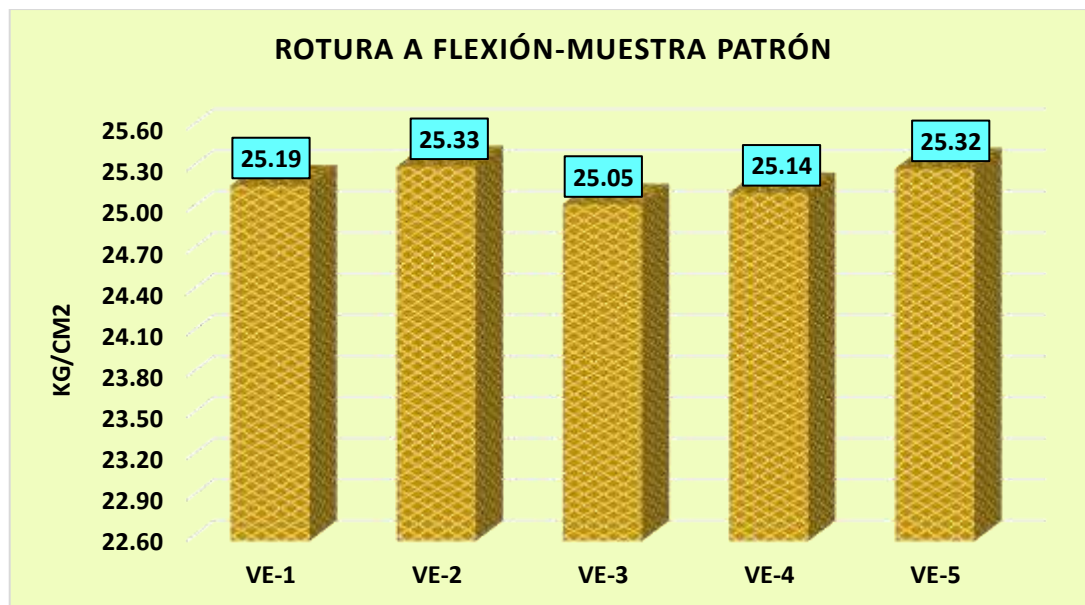
Rotura a flexión-muestra patrón -14

Periodo	Espécimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm2
14	Ensayo de viga 1	1694.67	25.19
	Ensayo de viga 2	1698.43	25.33
	Ensayo de viga 3	1685.57	25.05
	Ensayo de viga 4	1696.73	25.14
	Ensayo de viga 5	1697.42	25.32
PROMEDIO			25.21

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 35

Rotura a flexión-muestra patron-14



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra patrón, tras un tiempo de curado de 14 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 25.21 kg/cm².

Tabla 42

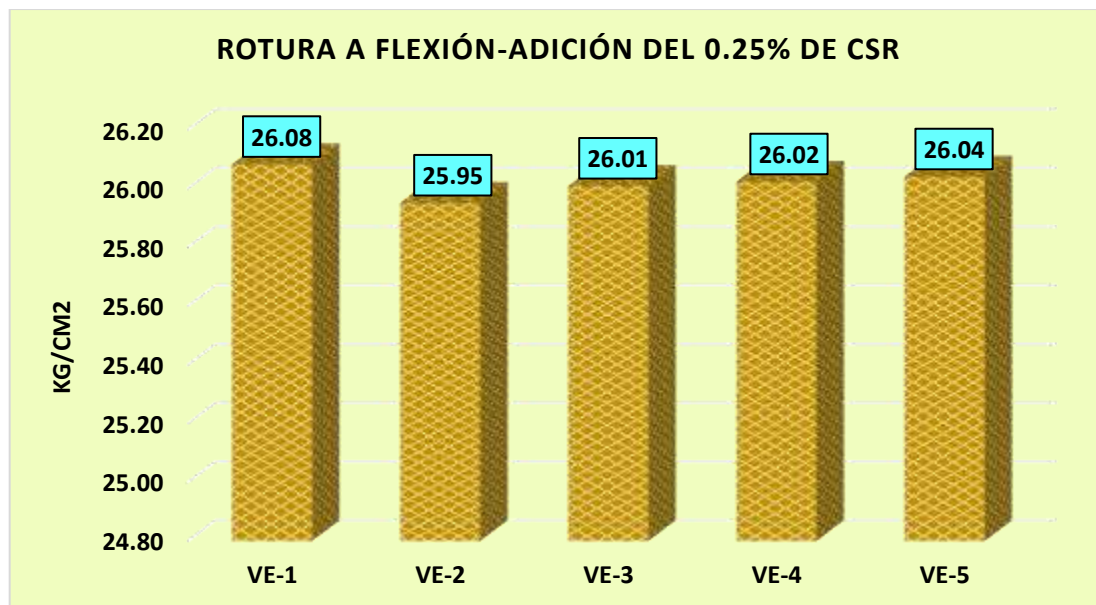
Rotura a flexión-adicionando el 0.25% de CSR-14

Periodo	Espécimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm2
14	Ensayo de viga 1	1754.71	26.08
	Ensayo de viga 2	1751.68	25.95
	Ensayo de viga 3	1755.58	26.01
	Ensayo de viga 4	1756.56	26.02
	Ensayo de viga 5	1757.71	26.04
PROMEDIO			26.02

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 36

Rotura a flexión- adicionando el 0.25% de CSR-14



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra adicionada el 0.25% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 14 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 26.02 kg/cm².

Tabla 43

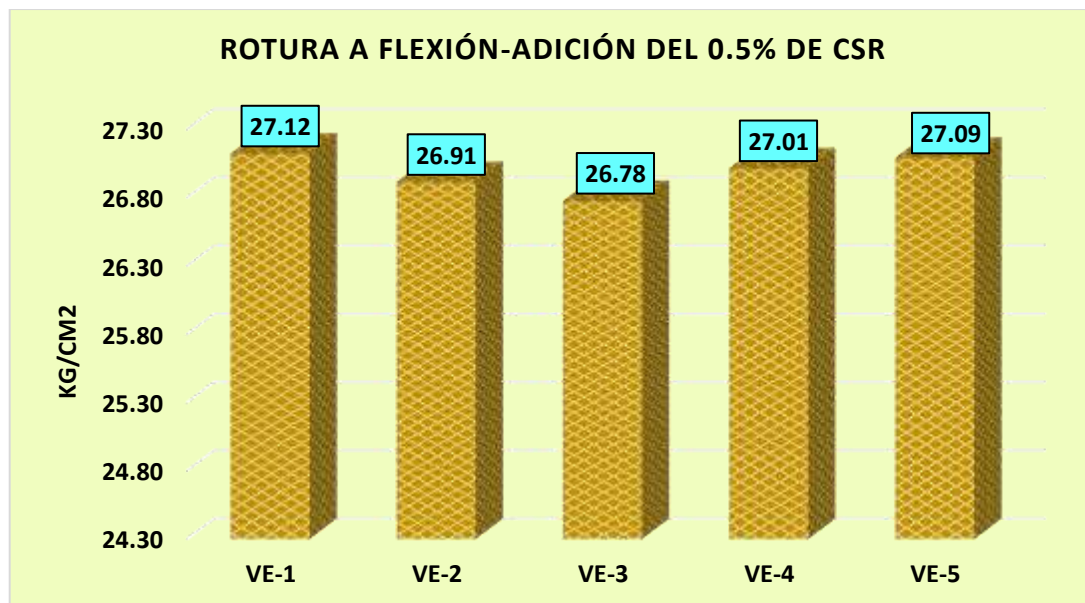
Rotura a flexión-adicionando el 0.5% de CSR-14

Periodo	Espécimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm ²
14	Ensayo de viga 1	1824.68	27.12
	Ensayo de viga 2	1816.67	26.91
	Ensayo de viga 3	1807.39	26.78
	Ensayo de viga 4	1823.48	27.01
	Ensayo de viga 5	1828.69	27.09
PROMEDIO			26.98

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 37

Rotura a flexión- adicionando el 0.5% de CSR-14



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra adicionada el 0.5% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 14 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 26.98 kg/cm².

Tabla 44

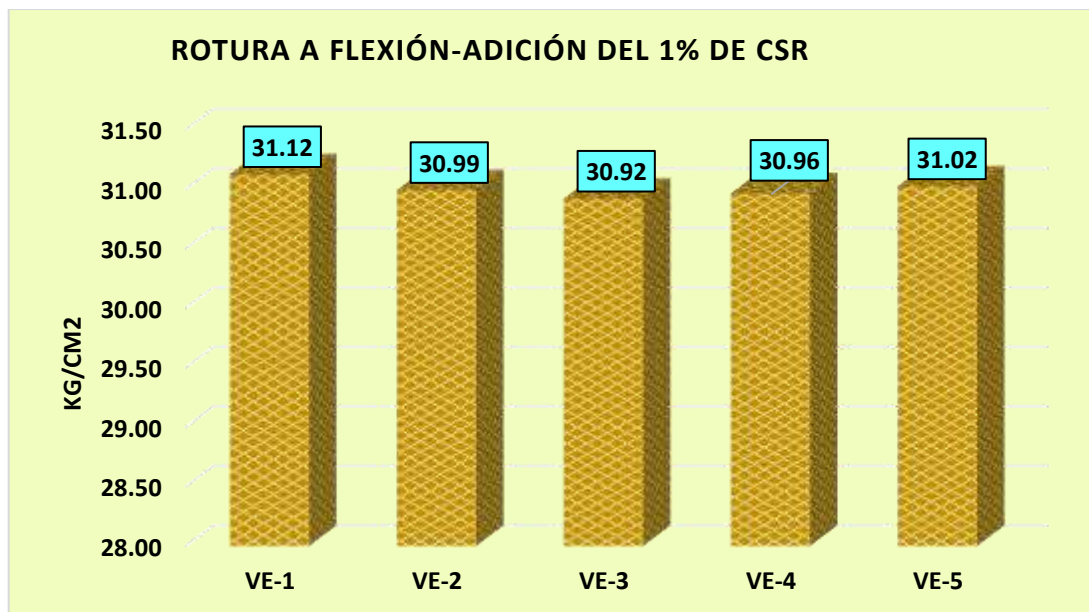
Rotura a flexión-adicionando el 1% de CSR-14

Periodo	Especimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm2
14	Ensayo de viga 1	2093.86	31.12
	Ensayo de viga 2	2091.87	30.99
	Ensayo de viga 3	2086.97	30.92
	Ensayo de viga 4	2089.93	30.96
	Ensayo de viga 5	2093.97	31.02
PROMEDIO			31.00

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 38

Rotura a flexión- adicionando el 1% de CSR-14



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra adicionada el 1% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 14 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 31.00 kg/cm².

Tabla 45

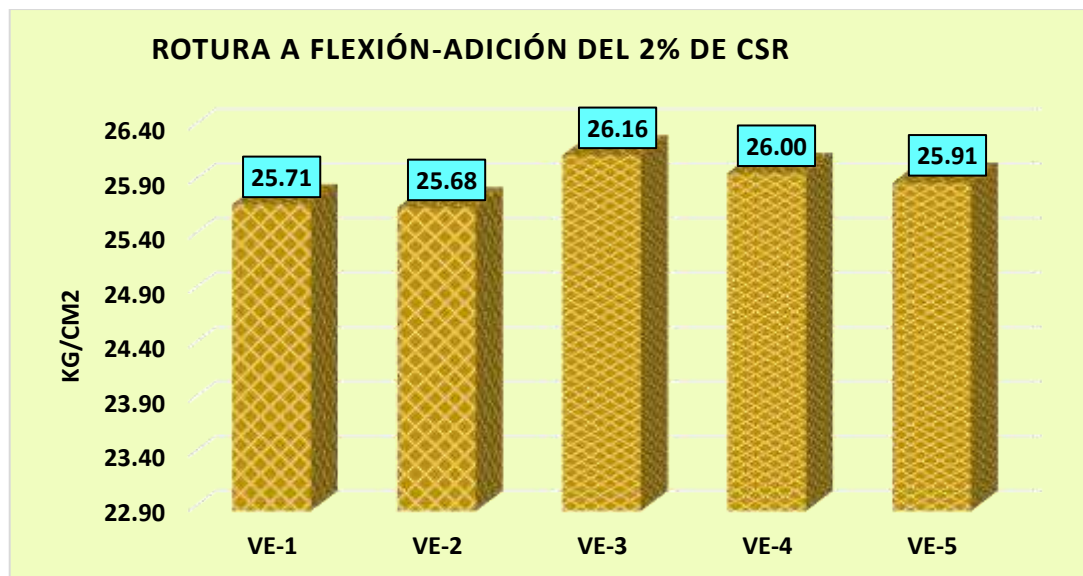
Rotura a flexión-adicionando el 2% de CSR-14

Periodo	Espécimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm ²
14	Ensayo de viga 1	1729.67	25.71
	Ensayo de viga 2	1733.57	25.68
	Ensayo de viga 3	1765.81	26.16
	Ensayo de viga 4	1754.73	26.00
	Ensayo de viga 5	1748.81	25.91
PROMEDIO			25.89

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 39

Rotura a flexión- adicionando el 2% de CSR-14



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra adicionada el 2% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 14 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 25.89 kg/cm².

COMPARATIVA

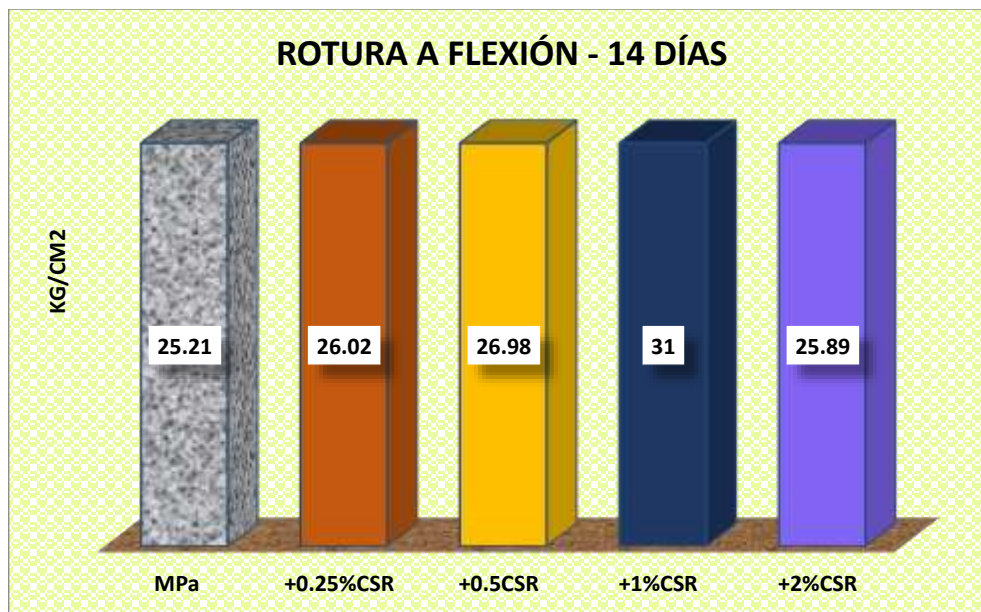
Tabla 46

Comparativa de roturas a flexión de las muestras-14 días

Muestra	14
MPa	25.21
+0.25%CSR	26.02
+0.5CSR	26.98
+1%CSR	31
+2%CSR	25.89

Figura 40

Comparativa de roturas a compresión de las muestras-14 días



En la siguiente comparativa de las resistencias a flexión durante el periodo de curado de 14 días, se evidencia que la adición del 1% de césped sintético reciclado influye positivamente, logrando mejores resultados. Sin embargo, al aumentar la adición al 2%, se observa una disminución en la resistencia a flexión, indicando un efecto negativo en la propiedad evaluada.

c) Rotura a flexión – 28 días

Tabla 47

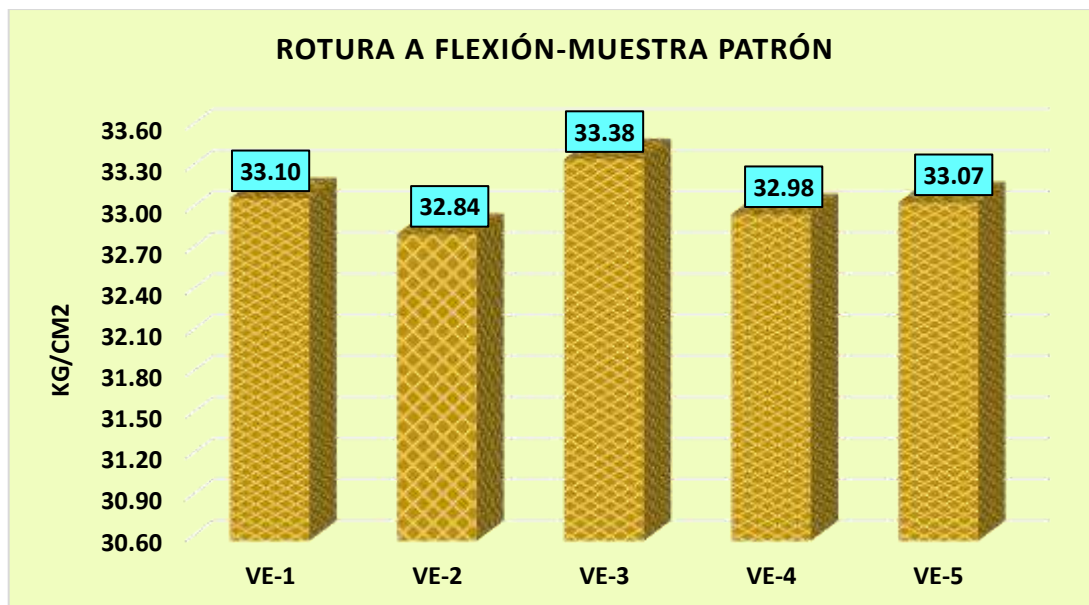
Rotura a flexión-muestra patrón -28

Periodo	Espécimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm2
28	Ensayo de viga 1	2226.65	33.10
	Ensayo de viga 2	2216.59	32.84
	Ensayo de viga 3	2238.43	33.38
	Ensayo de viga 4	2226.27	32.98
	Ensayo de viga 5	2224.70	33.07
PROMEDIO			33.07

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 41

Rotura a flexión-muestra patron-28



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra patrón, tras un tiempo de curado de 28 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 33.07 kg/cm².

Tabla 48

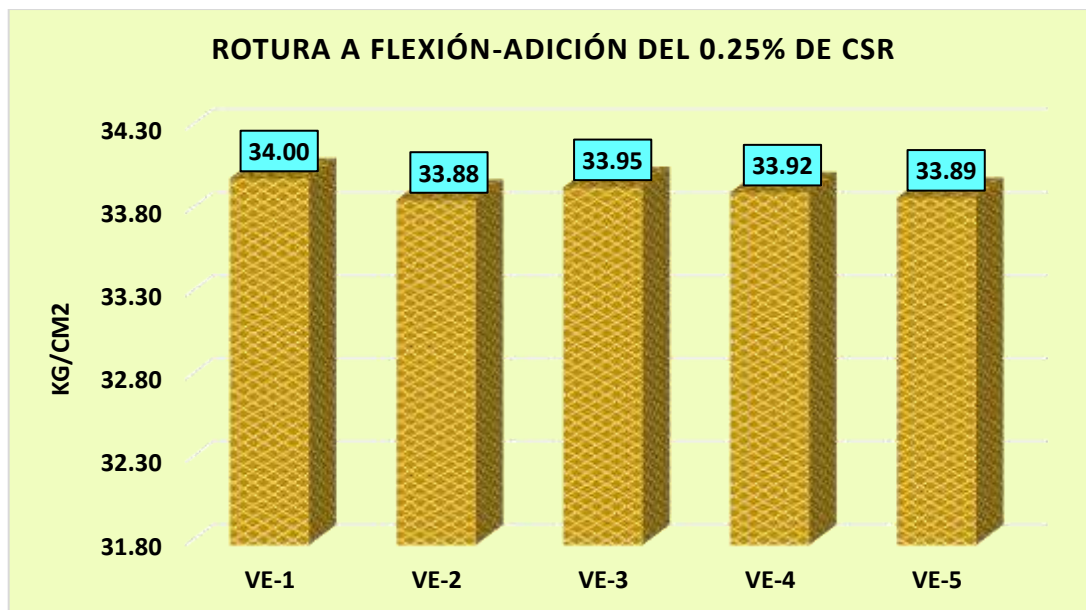
Rotura a flexión-adicionando el 0.25% de CSR-28

Periodo	Espécimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm2
28	Ensayo de viga 1	2287.67	34.00
	Ensayo de viga 2	2286.59	33.88
	Ensayo de viga 3	2291.72	33.95
	Ensayo de viga 4	2289.58	33.92
	Ensayo de viga 5	2287.46	33.89
PROMEDIO			33.93

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 42

Rotura a flexión- adicionando el 0.25% de CSR-28



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra adicionada el 0.25% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 28 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 33.93 kg/cm².

Tabla 49

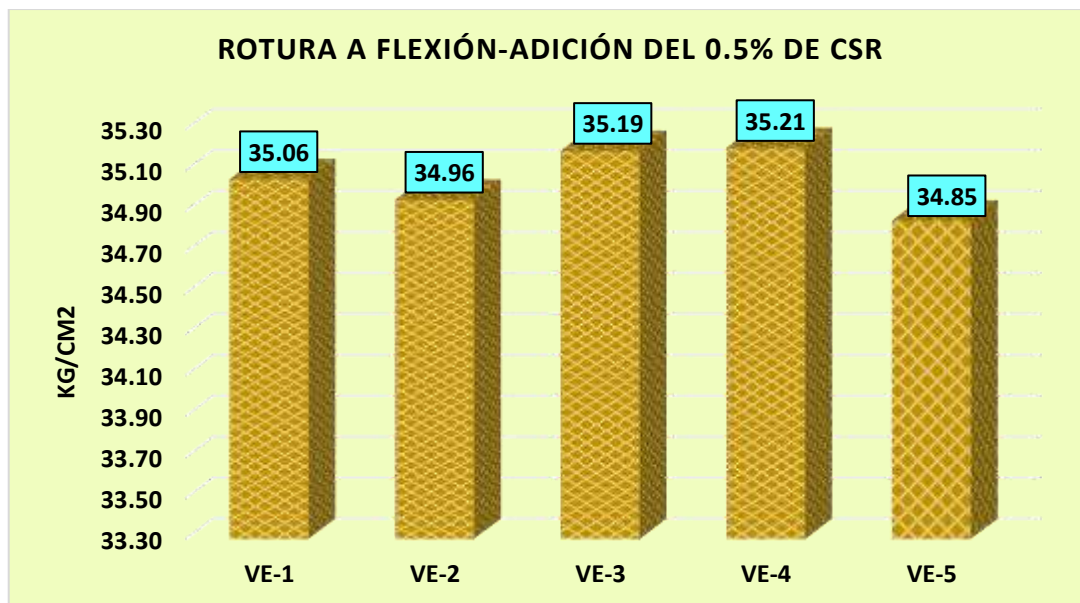
Rotura a flexión-adicionando el 0.5% de CSR-28

Periodo	Especimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm ²
28	Ensayo de viga 1	2358.41	35.06
	Ensayo de viga 2	2359.52	34.96
	Ensayo de viga 3	2375.63	35.19
	Ensayo de viga 4	2376.57	35.21
	Ensayo de viga 5	2352.68	34.85
PROMEDIO			35.05

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 43

Rotura a flexión- adicionando el 0.5% de CSR-28



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra adicionada el 0.5% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 28 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 35.05 kg/cm².

Tabla 50

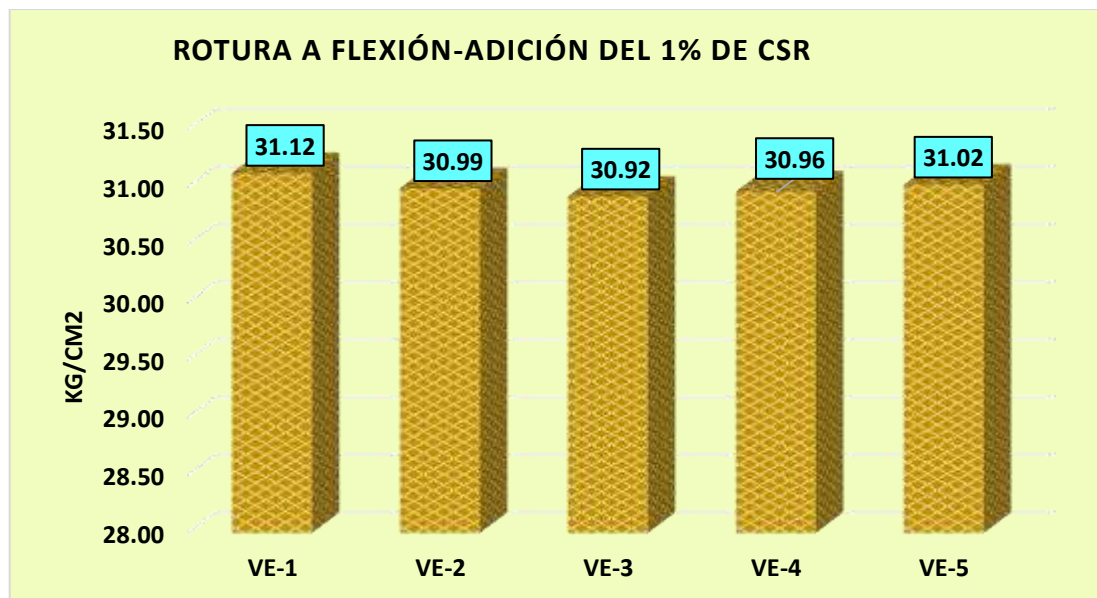
Rotura a flexión-adicionando el 1% de CSR-28

Periodo	Espécimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm ²
28	Ensayo de viga 1	2673.41	39.74
	Ensayo de viga 2	2658.56	39.39
	Ensayo de viga 3	2664.84	39.48
	Ensayo de viga 4	2668.67	39.54
	Ensayo de viga 5	2660.45	39.41
PROMEDIO			39.51

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 44

Rotura a flexión- adicionando el 1% de CSR-28



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra adicionada el 1% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 28 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 39.51 kg/cm².

Tabla 51

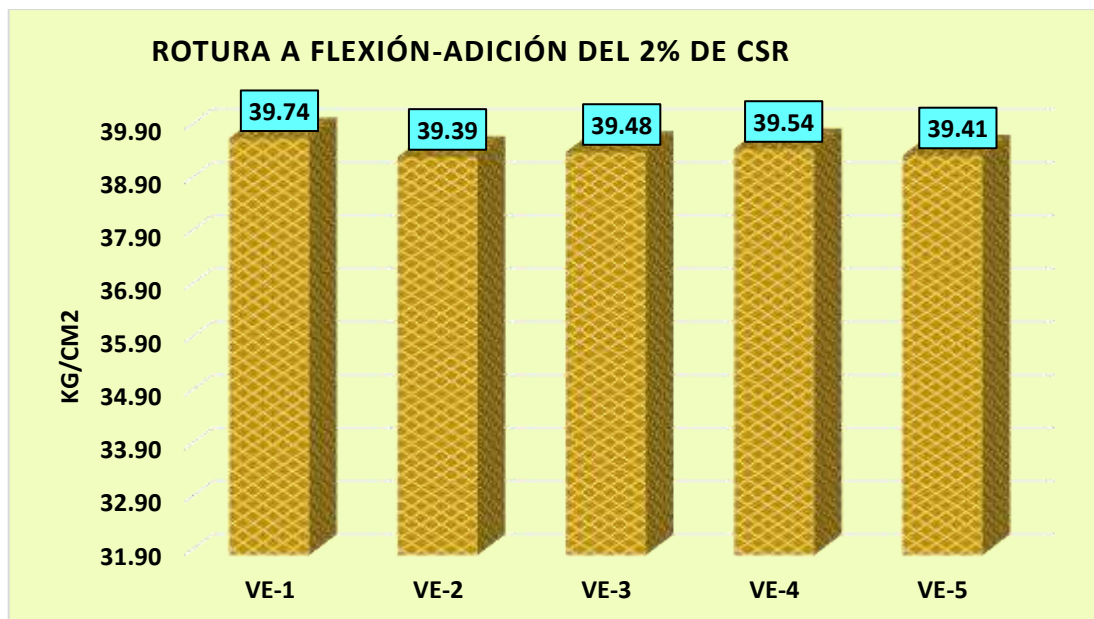
Rotura a flexión-adicionando el 2% de CSR-28

Periodo	Especimen	Registro del dial (kg)	Flexión Kg/cm2
28	Ensayo de viga 1	2266.91	33.70
	Ensayo de viga 2	2264.89	33.55
	Ensayo de viga 3	2261.75	33.51
	Ensayo de viga 4	2269.83	33.63
	Ensayo de viga 5	2262.73	33.52
PROMEDIO			33.58

NOTA: Datos alcanzados de laboratorio

Figura 45

Rotura a flexión- adicionando el 2% de CSR-28



En el presente esquema, se exponen los resultados alcanzados mediante la medición de la rotura a flexión de ejemplares representativos de la muestra adicionada el 2% de césped sintético reciclado, tras un tiempo de curado de 28 días. Los ensayos revelaron que las muestras presentaron un promedio de rotura a flexión, logrando un valor de 33.58 kg/cm².

COMPARATIVA

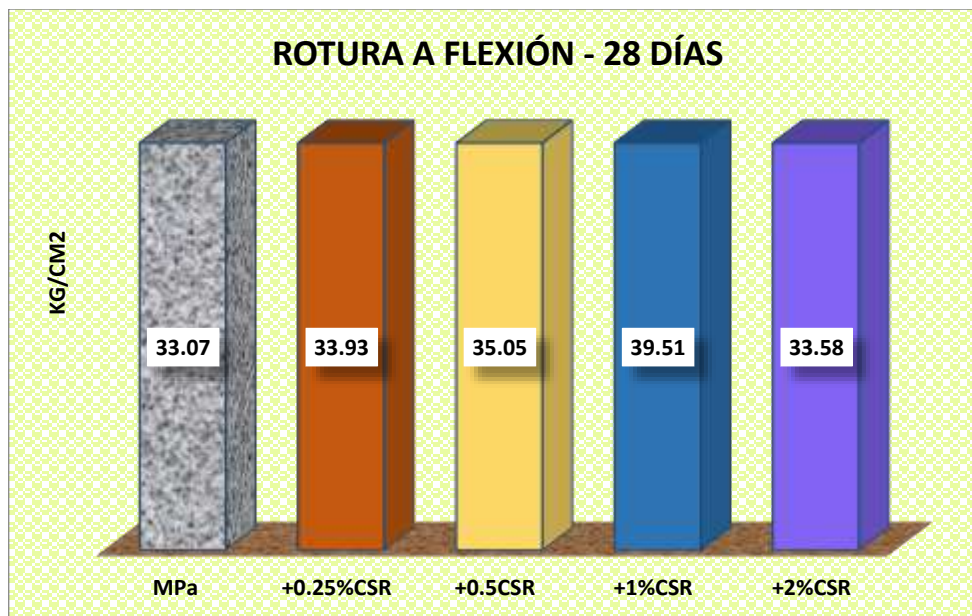
Tabla 52

Comparativa de roturas a flexión de las muestras-28 días

Muestra	28
MPa	33.07
+0.25%CSR	33.93
+0.5CSR	35.05
+1%CSR	39.51
+2%CSR	33.58

Figura 46

Comparativa de roturas a compresión de las muestras-28 días



En la siguiente comparativa de las resistencias a flexión durante el periodo de curado de 28 días, se evidencia que la adición del 1% de césped sintético reciclado influye positivamente, logrando mejores resultados. Sin embargo, al aumentar la adición al 2%, se observa una disminución en la resistencia a flexión, indicando un efecto negativo en la propiedad evaluada.

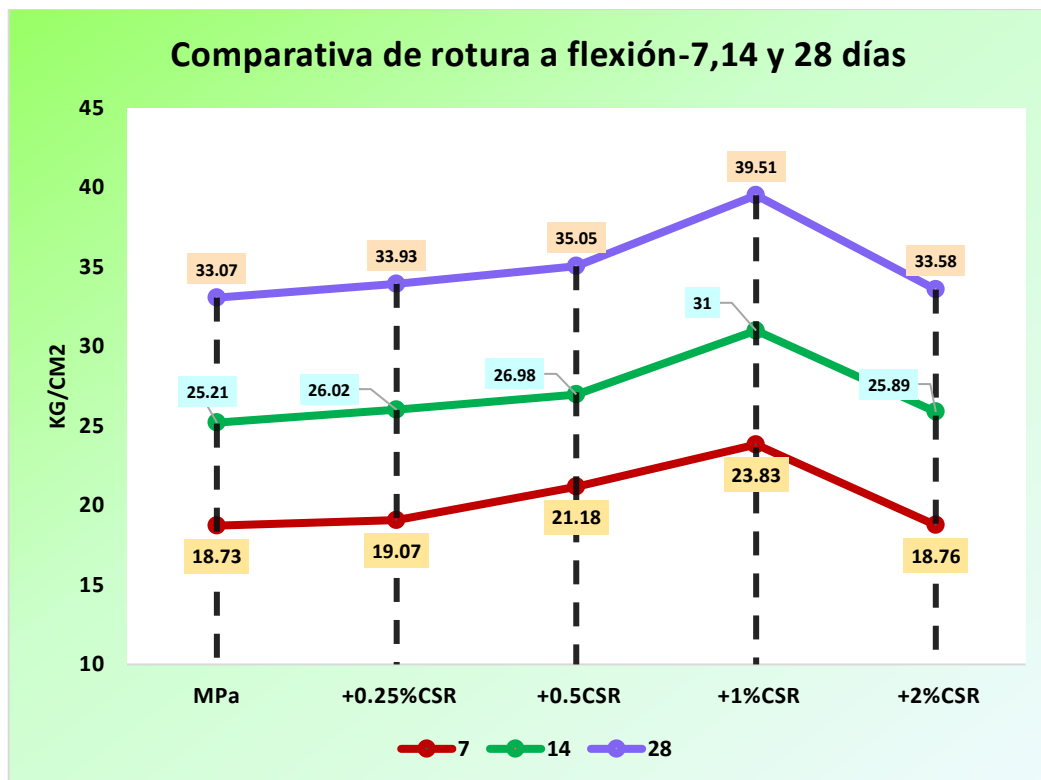
Tabla 53

Recopilación de resistencias de las diferentes muestras

Muestra	Rotura a flexión		
	7	14	28
MPa	18.73	25.21	33.07
+0.25%CSR	19.07	26.02	33.93
+0.5CSR	21.18	26.98	35.05
+1%CSR	23.83	31	39.51
+2%CSR	18.76	25.89	33.58

Figura 47

Comparativa de las roturas a flexión en diferentes periodos



En el análisis de las resistencias a flexión a lo largo de diversos periodos de curado, específicamente a los 7, 14 y 28 días, se observa un patrón distintivo en el comportamiento de las muestras. Notablemente, aquellas con un 1% de césped sintético reciclado exhiben consistentemente valores más elevados de resistencia en comparación con las demás muestras.

4.2 Discusión de resultados

Según el estudio de (Durand, 2021), se emplearon fibras de polipropileno recicladas procedentes de sacos de arroz en dos concentraciones diferentes: 0.1% y 0.2%. Los resultados alcanzados en los ensayos de rotura a compresión revelaron datos significativos. La muestra patrón exhibió un esfuerzo a compresión de 212.29 kg/cm². Sin embargo, al introducir un 0.1% de fibras de polipropileno, este valor se elevó considerablemente a 237.95 kg/cm². Por otro lado, con la adición del 0.2%, se registró un



esfuerzo a compresión de 218 kg/cm². En lo que respecta a los ensayos de resistencia a flexión, la muestra patrón presentó un esfuerzo de flexión de 6.18 MPa. Al incorporar un 0.1% de fibras de polipropileno, este parámetro experimentó un aumento, alcanzando los 6.63 MPa. Mientras tanto, con una concentración del 0.2%, el esfuerzo de flexión se mantuvo en un nivel de 6.19 MPa. Estos resultados apuntan hacia una mejora en las propiedades mecánicas del material al introducir fibras de polipropileno recicladas, destacando la influencia positiva de dicha adición en la resistencia a compresión y flexión.

Según el estudio de (Dávila & Vigo, 2021), se emplearon fibras de polipropileno recicladas provenientes de mascarillas faciales. En el análisis de las propiedades del concreto, se observaron variaciones notables al introducir diferentes porcentajes de estas fibras. En cuanto al asentamiento del concreto, el diseño patrón alcanzó un valor de 10.08 cm. Con la adición del 0.12% de fibra, el asentamiento disminuyó a 9.40 cm, y con incrementos adicionales de concentración (0.17%, 0.22%, y 0.27% de fibra), los valores de asentamiento fueron de 8.89 cm, 8.13 cm y 7.62 cm respectivamente. Estos resultados sugieren una reducción en la fluidez del concreto con la incorporación progresiva de fibras de polipropileno recicladas. En relación al ensayo de resistencia a compresión, el diseño patrón demostró una resistencia de 215.36 kg/cm². Con la adición del 0.12% de fibra, este valor aumentó a 218.46 kg/cm², y con concentraciones adicionales del 0.17%, 0.22%, y 0.27%, las resistencias fueron de 221.34 kg/cm², 225.12 kg/cm² y 223.21 kg/cm² respectivamente. Este fenómeno indica un efecto positivo en la resistencia a compresión al incorporar fibras de polipropileno recicladas. En el ensayo de resistencia a flexión, el diseño patrón presentó un módulo de rotura de 31.02 kg/cm². Con la adición del 0.12% de fibra, este valor aumentó a 32.04 kg/cm², y con concentraciones adicionales del 0.17%, 0.22%, y 0.27%, los módulos de rotura fueron de 33.31 kg/cm², 36.61 kg/cm² y 35.45 kg/cm² respectivamente. Estos resultados indican un fortalecimiento significativo en la resistencia



a flexión con la inclusión de fibras de polipropileno recicladas, sugiriendo mejoras en las propiedades mecánicas del concreto.

En el estudio de (Alfaro & De la Cruz, 2022) , se exploró la utilización de fibras de polipropileno reciclado con el objetivo de mejorar las propiedades del concreto. Los resultados alcanzados en diversos ensayos revelaron notables cambios en las características del material. En cuanto al ensayo de asentamiento, el diseño patrón exhibió un slump de 3.92". Sin embargo, al incorporar un 0.25% de fibras de polipropileno reciclado, el asentamiento disminuyó a 3.60". Con incrementos adicionales en la concentración de fibra (0.35% y 0.45%), los valores de asentamiento fueron de 3.55" y 2.77" respectivamente. Estos resultados indican una reducción en la capacidad de deformación del concreto a medida que se incrementa la proporción de fibras. En el ensayo de resistencia a compresión, el diseño patrón presentó una resistencia de 212.08 kg/cm². Con la adición del 0.25% de fibras de polipropileno reciclado, la resistencia aumentó a 226.20 kg/cm². En el caso de una concentración del 0.35%, la resistencia a compresión fue de 215.43 kg/cm², mientras que con el 0.45%, la resistencia disminuyó a 187.29 kg/cm². Estos hallazgos indican que la inclusión de fibras de polipropileno reciclado puede mejorar la resistencia a compresión en ciertas concentraciones, aunque con una disminución en niveles más altos.

En nuestro estudio, hemos utilizado fibras de césped sintético en proporciones de 0.25%, 0.5%, 1%, y 2%. En relación al ensayo de asentamiento, el diseño patrón mostró un slump de 3.96". Al introducir un 0.25% de fibras de césped sintético, el asentamiento disminuyó a 3.83". Con una adición del 0.5%, el valor fue de 3.70", mientras que con un 1%, el slump fue de 3.53", y con un 2%, el asentamiento se redujo a 3.47". Estos resultados sugieren que la inclusión de fibras de césped sintético afecta positivamente la capacidad



de deformación del concreto, con reducciones graduales a medida que se incrementa la concentración de fibras. En el ensayo de resistencia a compresión, el diseño patrón alcanzó una resistencia de 218.11 kg/cm². Con la adición del 0.25% de fibras de césped sintético, la resistencia se incrementó ligeramente a 219.03 kg/cm². Aumentos adicionales en la concentración de fibras (0.5%, 1%, y 2%) resultaron en resistencias de 225.73 kg/cm², 228.53 kg/cm² y 219.46 kg/cm² respectivamente. Estos resultados indican un leve aumento en la resistencia a compresión con la inclusión de fibras de césped sintético, siendo más notable en concentraciones más bajas. Para el ensayo de resistencia a flexión a los 28 días, el diseño patrón obtuvo un módulo de rotura de 33.07 kg/cm². La adición del 0.25% de fibras de césped sintético aumentó este valor a 33.93 kg/cm², mientras que con el 0.5%, la resistencia fue de 35.05 kg/cm². Con un 1%, se logró un significativo aumento a 39.51 kg/cm², pero al incrementar la concentración al 2%, la resistencia a flexión disminuyó a 33.58 kg/cm². Estos resultados sugieren que la inclusión de fibras de césped sintético puede mejorar significativamente la resistencia a flexión, pero este efecto puede disminuir con concentraciones más altas.



CONCLUSIONES

Primera, el empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% tiene un efecto significativo sobre el asentamiento del concreto. En la muestra patrón, se logró un asentamiento de 3.96". Al añadir un 0.25%, el asentamiento fue de 3.83", con un 0.5% de adición, disminuyó a 3.70". Con una adición del 1%, el asentamiento fue de 3.53", mientras que al aumentar al 2%, se registró un asentamiento de 3.47".

Segunda, el empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% tiene un efecto positivo sobre la resistencia a compresión del concreto. Después de 28 días, la muestra patrón presento una resistencia de 218.11 kg/cm². Al incorporar un 0.25% de césped sintético reciclado, la resistencia aumentó a 219.03 kg/cm². Con una adición del 0.5%, la resistencia alcanzó los 225.73 kg/cm², y con el 1% de adición, se registró una resistencia de 228.53 kg/cm². Sin embargo, al aumentar la proporción al 2%, la resistencia disminuyó ligeramente a 219.46 kg/cm².

Tercera, el empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% tiene un efecto positivo sobre la resistencia a flexión del concreto. Después de un tiempo de 28 días, la muestra patrón exhibió un módulo de rotura de 33.07 kg/cm². Al incorporar un 0.25% de césped sintético reciclado, el módulo de rotura aumentó a 33.93 kg/cm². Con una adición del 0.5%, la resistencia a flexión alcanzó los 35.05 kg/cm². En el caso del 1%, se registró un módulo de rotura de 39.51 kg/cm², mientras que con el 2%, la resistencia fue de 33.58 kg/cm².



RECOMENDACIONES

Primera, se sugiere tomar precauciones al extraer las fibras del césped sintético, asegurándose de que estén completamente libres de suciedad, especialmente dado que se trata de césped sintético reciclado. Este proceso de extracción debe llevarse a cabo con cuidado y atención para garantizar la calidad para así poder utilizarlo.

Segunda, se sugiere explorar diversas proporciones de césped sintético reciclado al mezclarlo con concreto, con el objetivo de obtener una comprensión más completa de cómo estas variaciones afectan las propiedades del material resultante.

Tercera, se sugiere llevar a cabo una variedad de ensayos adicionales utilizando césped sintético reciclado como componente en mezclas de concreto, como el ensayo de peso unitario, durabilidad, absorción de agua y entre otros

**BIBLIOGRAFÍA**

- Agreda, H., & López, J. (2021). *Elaboración de concreto autorecuperable—HSC con nanopartículas*.
<https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/www.dspace.uce.edu.ec>
- Alfaro Barboza, M. A., & De la Cruz Aguilar, F. S. (2022). Incorporación de fibra de polipropileno reciclado para mejorar la capacidad a compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm², Moyobamba 2022. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/114473>
- Amaya, S., & Ramírez, M. Á. (2019). *Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras*.
<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/0a077063-b4cf-497f-8c86-c35a986dcc4b>
- Antillón, J. (2016). *Uso de fibras en el concreto*.
<https://www.imcyc.com/revistacyt/index.php/contenido/voz-del-experto/561-uso-defibras-en-el-concreto>
- Coavas, A., & Segrera, V. del C. (2020). *Estudio del comportamiento mecánico del concreto con adición de fibras de politeraftalato de etileno (PET)*.
<https://doi.org/10.57799/11227/7698>
- De Moya, S. (2021). *Exploración de la viabilidad para uso de la fibra de fique como material sostenible en el reforzamiento del concreto. Un enfoque eco-amigable como alternativa de la fibra de polipropileno* [Trabajo de grado - Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80955>
- Durand Matta, G. E. (2021). *Adición de fibra de polipropileno reciclada de un saco de arroz para incrementar la resistencia a la flexión evaluado en primas de concreto de 210 kg/cm² según la NTP 339.078, Lima 2021*.



- Fernandez, L. A., Aquino, J. H., & Cayo, N. G. (2022). Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del residuo de caucho de neumático como reemplazo parcial del agregado fino en el concreto. *Hábitat Sustentable*, 52-65. <https://doi.org/10.22320/07190700.2022.12.02.04>
- Gómez, M., & Lenis, J. (2021). *Repositorio Institucional Universidad de Antioquia: Exploración de materiales reciclables para la sustitución de mallas electrosoldadas en el refuerzo de concreto en placas de piso*. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/21907>
- Guerra, J., & Eljach, J. (2021). *Elaboración y caracterización de morteros de cemento portland reforzados con fibras de polipropileno provenientes de residuos sólidos industriales*. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1369>
- Herrera, F. (2019). *Compartimiento del concreto fluido modificado con caucho reciclado de neumático de bicicleta* [Thesis]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5780>
- Iglesias, M. E. (2021). *Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos*. Noveduc.
- Jove Pantoja, L. E. (2023). Análisis de propiedades físicas y mecánicas del concreto modificado con fibras de polipropileno reciclado, San Martín de Porres, Lima 2023. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/131229>
- Líder grass Perú. (s. f.). *Características del grass sintético| grass-sintetico-peru| LÍDER GRASS PERU*. grass-sintetico-peru. Recuperado 3 de febrero de 2024, de <https://www.lidergrassperu.com/palabras-tecnicas-grass-sintetico>
- Mar, C., Barbosa, A., & Molar, J. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria.
- Novoa, N., & García, L. (2021). *Formulación de mezcla de concreto con adición de fibras de tereftalato de polietileno reciclado para la elaboración de elementos de*



- construcción*. [Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña].
<https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/4839>
- Orozco, M., Avila, Y., Restrepo, S., & Parody, A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: Una encuesta a los actores relevantes de la industria del concreto. *Revista ingeniería de construcción*, 33(2), 161-172. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732018000200161>
- Quisocala Benavente, J. J. (2021). *Análisis de la capacidad a compresión del concreto 280kg/cm2 con adición de fibras PET recicladas en Juliaca -Puno*.
- Ramos Quezada, J. L. S., & López Vera, A. (2019). Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto F'c 210 kg/cm2 utilizando cemento Ico y la adición de diferentes porcentajes de fibra de caucho reciclado. *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4622>
- Rashad, A. M. (2018). An overview on rheology, mechanical properties and durability of high-volume slag used as a cement replacement in paste, mortar and concrete. *Construction and Building Materials*, 187, 89-117. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.150>
- Rayma. (s. f.). CÉSPED SINTÉTICO (20mm). *Productos innovadores*. Recuperado 2 de febrero de 2024, de <https://raymaperu.com/construccion/cesped-sintetico-20mm/>
- Rodriguez, Y. (2020). *Metodología de la investigación*. Klik.
- Stadium Source. (s. f.). *Césped Sintético: Todo lo que debes saber | Stadium Source*. Stadium Source S.A. Recuperado 3 de febrero de 2024, de <https://www.stadiumsource.com/todo-sobre-cesped-sintetico>
- Ureña, M., & Castro, J. (2016). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato: Las fibras de vidrio, acero y polipropileno en forma de hilachas, aplicadas como fibras de refuerzo en la elaboración de morteros de cemento*. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23307>



Vásquez, C. P. (2022). *“Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con partículas recicladas de caucho de neumáticos”* [bachelorThesis, Jipijapa-Unesum]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4306>

Villanueva, F. (2022). *Metodología de la investigación*. Klik.

Villao, R. (2022). *Las nuevas técnicas para el desarrollo y evaluaciones de las estructuras de concreto* | 593 *Digital Publisher CEIT*.
https://www.593dp.com/index.php/593_Digital_Publisher/article/view/1134



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es el efecto del empleo de césped sintético reciclado en las propiedades del concreto convencional en el distrito de San Miguel?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Analizar el efecto del empleo de césped sintético reciclado en las propiedades del concreto convencional en el distrito de San Miguel.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>El efecto del empleo de césped sintético reciclado será de manera positiva en las propiedades del concreto convencional en el distrito de San Miguel.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>CÉSPED SINTÉTICO.</p> <p>Dimensiones: <i>Medir la cantidad de césped sintético reciclado.</i></p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Propiedades del Concreto</p> <p>Dimensiones: <i>Propiedades del concreto.</i></p>	<p>Báscula Electrónica, Plantilla de recopilación de datos.</p> <p>Equipos y herramientas de laboratorio.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál es el efecto del empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% sobre el asentamiento del concreto?</p> <p>¿Cuál es el efecto del empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% sobre la resistencia a compresión?</p> <p>¿Cuál es el efecto del empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% sobre la resistencia a flexión?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar el efecto del empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% sobre el asentamiento del concreto.</p> <p>Determinar el efecto del empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% sobre la resistencia a compresión.</p> <p>Determinar el efecto del empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% sobre la resistencia a flexión.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>El empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% tendrá un efecto significativo sobre el asentamiento del concreto.</p> <p>El empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% tendrá un efecto positivo sobre la resistencia a compresión del concreto.</p> <p>El empleo de césped sintético reciclado en proporciones de 0.25%, 0.50%, 1% y 2% tendrá un efecto positivo sobre la resistencia a flexión del concreto.</p>		



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



PROYECTO : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL
SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI
CANTERA : ISLA
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	359.89
P.T.M. SECA	347.02
P.TARRO	39.14
P. AGUA	12.87
P.S. SECO	307.88
% HUMEDAD	4.18

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	574.67
P.T.M. SECA	560.09
P.TARRO	40.12
P. AGUA	14.58
P.S. SECO	519.97
% HUMEDAD	2.80

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9289	5943	2063	1622
9256	5943	2063	1606
9281	5943	2063	1618
			1616

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12789	7968	3148	1531
12768	7968	3148	1525
12796	7968	3148	1533
			1530

VARILLADO

PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9598	5943	2063	1772
9583	5943	2063	1765
9591	5943	2063	1769
			1768

VARILLADO

PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
13268	7968	3148	1683
13271	7968	3148	1684
13258	7968	3148	1680
			1683

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



UNIVERSIDAD ANCAHA "NESTOR CÁCERES VELASQUEZ"
FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 193257



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



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

PROYECTO : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL.
SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS.FREDDY ZAPANA PARI
CANTERA : ISLA
UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

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

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

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

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.63	3.81
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1683	1768
P.U. Suelto	1530	1616
% de Absorción	3.07	3.97
% de Humedad Natural	2.80	4.18
Modulo de Fineza	-	2.47

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de $3''$ a $4''$ (76.2 mm. A 101.6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal $3/4''$ (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m^3
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0%
5. Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces la relación agua/cemento (a/c) será de: 0.56
6. De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:
 $(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 366 \text{ Kg/m}^3$



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

Mtro. Arnaldo Yana Torres
CAP. INGENIERÍA CIVIL



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.47 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1683 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.653 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.653) \cdot (1683) = 1099 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (366) / (2.85 \cdot 1000) = 0.128 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (1099) / (2.63 \cdot 1000) = 0.419 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.772 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.772) = 0.228 \text{ m}^3$$

$$(0.228) \cdot (3.81) \cdot 1000 = 870 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (1099) \cdot (1.02804) = 1130 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (870) \cdot (1.0418) = 906 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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

$$205 - 1099 \cdot \left(\frac{2.80 - 3.07}{100} \right) - 870 \left(\frac{4.18 - 3.97}{100} \right) = 206$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	206	0.56
Agreg. Grueso	1099	3.00	1130	3.09
Agreg. Fino	870	2.38	906	2.47
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.61 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento : 42.50 Kg.
 Agregado fino húmedo : 105.19 Kg.
 Agregado grueso húmedo : 131.14 Kg.
 Agua efectiva : 23.93 Kg.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 Mtr. Arnoldo Yana Torres
 18/12/2017



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 2.30 p3 de Arena	2.3 p3 de Arena
- 3.03 p3 de Piedra Chancada	3.0 p3 de Piedra Chancada
- 24 Lt de Agua	24 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

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

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

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL

Miry Arriola Yana Torres
D.N. 103257



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

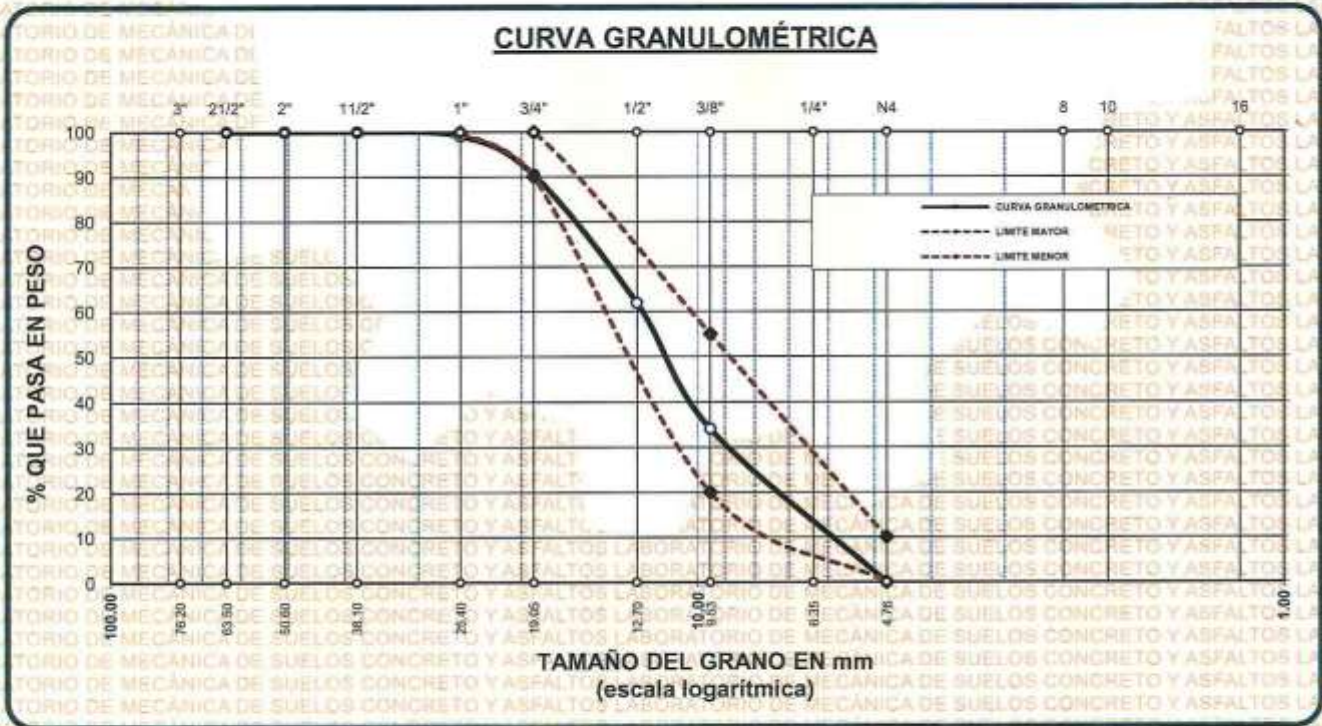


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL
SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI
CANTERA : ISLA
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4"
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	OBSERVACIONES:
1"	25.400	31.56	0.90	0.90	99.10		
3/4"	19.050	302.89	8.65	9.56	90.44	20 - 55 %	
1/2"	12.700	1001.89	28.63	38.18	61.82		
3/8"	9.525	972.56	27.79	65.97	34.03	0 - 10 %	
1/4"	6.350	426.53	12.19	78.16	21.84		
No4	4.760	764.57	21.84	100.00	0.00		
BASE		0.00		100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PÉRDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - E.P. INGENIERÍA CIVIL
M.S.C. J. ESPARTELLA
Ing. Aníbal Yanez Torres



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO REICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

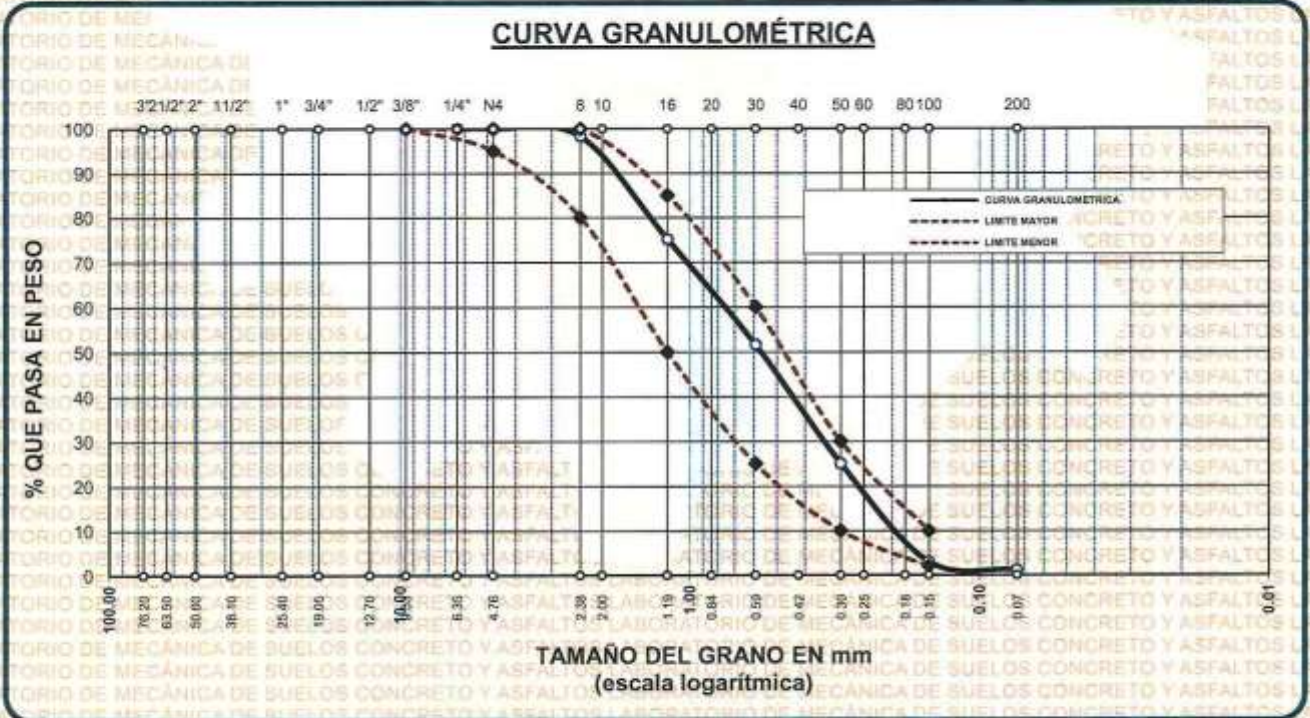
SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI

CANTERA : ISLA

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

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%RET.	% QUE	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	PASA		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 2.47
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	
No8	2.380	8.59	1.72	1.72	98.28	50 - 85 %	
No16	1.190	115.89	23.18	24.90	75.10	25 - 60 %	
No30	0.590	117.56	23.51	48.41	51.59	10 - 30 %	
No 50	0.300	132.67	26.53	74.94	25.06	2-10%	
No100	0.149	110.37	22.07	97.02	2.98		
No200	0.074	8.97	1.79	98.81	1.19		
BASE		5.95	1.19	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PÉRDIDA		1.19					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

M.S.C.A. JEFFERSON

Mgtr. Arnaldo Yana Torres



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C- 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO-RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI

CANTERA : ISLA

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

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	5943 gr	5943 gr	5943 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2063 cm ³	2063 cm ³	2063 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9289.00 gr	9256.00 gr	9281.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3346.00 gr	3313.00 gr	3338.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.622 gr/cm ³	1.606 gr/cm ³	1.618 gr/cm ³
PROMEDIO		1.616 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	5943 gr	5943 gr	5943 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2063 cm ³	2063 cm ³	2063 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9598.00 gr	9583.00 gr	9591.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3655.00 gr	3640.00 gr	3648.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.772 gr/cm ³	1.765 gr/cm ³	1.769 gr/cm ³
PROMEDIO		1.768 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI

CANTERA : ISLA

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

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	7968 gr	7968 gr	7968 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3148 cm ³	3148 cm ³	3148 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12789.00 gr	12768.00 gr	12796.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4821.00 gr	4800.00 gr	4828.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.531 gr/cm ³	1.525 gr/cm ³	1.533 gr/cm ³
PROMEDIO		1.530 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	7968 gr	7968 gr	7968 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3148 cm ³	3148 cm ³	3148 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13268.00 gr	13271.00 gr	13258.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5300.00 gr	5303.00 gr	5290.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.683 gr/cm ³	1.684 gr/cm ³	1.680 gr/cm ³
PROMEDIO		1.683 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Mgtr. Arnaldo Vana Torres
 018-1191257



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 : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI

CANERA : ISLA

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

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	359.89
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	347.02
PESO DEL TARRO (gr.) *	39.14
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	320.75
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	307.88
PESO DEL AGUA (gr.)	12.87
% HUMEDAD	4.18

MUESTRA : AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	574.67
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	560.09
PESO DEL TARRO (gr.)	40.12
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	534.55
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	519.97
PESO DEL AGUA (gr.)	14.58
% HUMEDAD	2.80

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI

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

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F°C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	28678	15.01	176.95	162.07	210	18/03/2024	26/03/2024	7	77.18
2	MST-02	28623	14.98	176.24	162.41	210	18/03/2024	26/03/2024	7	77.34
3	MST-03	28602	15.01	176.95	161.64	210	18/03/2024	26/03/2024	7	76.97
4	MST-04	28689	14.98	176.24	162.78	210	18/03/2024	26/03/2024	7	77.51
5	MST-05	28569	15.01	176.95	161.45	210	18/03/2024	26/03/2024	7	76.88
Promedio De Esf. Rotura					162.07					77.18

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	MST-06	32596	14.98	176.24	184.95	210	18/03/2024	02/04/2024	14	88.07
2	MST-07	32587	15.01	176.95	184.16	210	18/03/2024	02/04/2024	14	87.69
3	MST-08	32691	14.98	176.24	185.49	210	18/03/2024	02/04/2024	14	88.33
4	MST-09	32656	14.98	176.24	185.29	210	18/03/2024	02/04/2024	14	88.23
5	MST-10	32596	14.98	176.24	184.95	210	18/03/2024	02/04/2024	14	88.07
Promedio De Esf. Rotura					184.97					88.08

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	MST-11	38526	15.01	176.95	217.72	210	18/03/2024	16/02/2024	28	103.68
2	MST-12	38578	15.01	176.95	218.02	210	18/03/2024	16/02/2024	28	103.82
3	MST-13	38521	15.01	176.95	217.69	210	18/03/2024	16/02/2024	28	103.66
4	MST-14	38506	14.98	176.24	218.48	210	18/03/2024	16/02/2024	28	104.04
5	MST-15	38533	14.98	176.24	218.63	210	18/03/2024	16/02/2024	28	104.11
Promedio De Esf. Rotura					218.11					103.86

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



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA - EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE - BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI

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

FECHA - 18 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 0.25% DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	29507	15.01	176.95	166.75	210	18/03/2024	26/03/2024	7	79.41
2	MST-02	29498	15.01	176.95	166.70	210	18/03/2024	26/03/2024	7	79.38
3	MST-03	29526	14.98	176.24	167.53	210	18/03/2024	26/03/2024	7	79.78
4	MST-04	29512	14.98	176.24	167.45	210	18/03/2024	26/03/2024	7	79.74
5	MST-05	29502	15.01	176.95	166.72	210	18/03/2024	26/03/2024	7	79.39
Promedio De Esf. Rotura					167.03					79.54

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	33742	15.01	176.95	190.69	210	18/03/2024	02/04/2024	14	90.80
2	MST-07	33753	15.01	176.95	190.75	210	18/03/2024	02/04/2024	14	90.83
3	MST-08	33712	15.01	176.95	190.52	210	18/03/2024	02/04/2024	14	90.72
4	MST-09	33887	15.01	176.95	191.51	210	18/03/2024	02/04/2024	14	91.19
5	MST-10	33889	15.01	176.95	191.52	210	18/03/2024	02/04/2024	14	91.20
Promedio De Esf. Rotura					191.00					90.95

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	38783	15.01	176.95	219.06	210	18/03/2024	16/02/2024	28	104.32
2	MST-12	38741	14.98	176.24	219.82	210	18/03/2024	16/02/2024	28	104.67
3	MST-13	38765	15.01	176.95	219.07	210	18/03/2024	16/02/2024	28	104.32
4	MST-14	38657	15.01	176.95	218.46	210	18/03/2024	16/02/2024	28	104.03
5	MST-15	38710	15.01	176.95	218.76	210	18/03/2024	16/02/2024	28	104.17
Promedio De Esf. Rotura					219.03					104.30

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JULIACA
 MSc. Arnoldo Yana Torres
 CIP: 109257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI

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

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 0.5% DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO

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	MST-01	30594	15.01	176.95	172.90	210	18/03/2024	26/03/2024	7	82.33	
2	MST-02	30561	15.01	176.95	172.71	210	18/03/2024	26/03/2024	7	82.24	
3	MST-03	30440	14.98	176.24	172.72	210	18/03/2024	26/03/2024	7	82.25	
4	MST-04	30452	14.98	176.24	172.78	210	18/03/2024	26/03/2024	7	82.28	
5	MST-05	30392	15.01	176.95	171.75	210	18/03/2024	26/03/2024	7	81.79	
Promedio De Esf. Rotura					172.57						82.18

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	MST-06	34736	15.01	176.95	196.30	210	18/03/2024	02/04/2024	14	93.48	
2	MST-07	34740	15.01	176.95	196.33	210	18/03/2024	02/04/2024	14	93.49	
3	MST-08	34737	15.01	176.95	196.31	210	18/03/2024	02/04/2024	14	93.48	
4	MST-09	34713	15.01	176.95	196.17	210	18/03/2024	02/04/2024	14	93.42	
5	MST-10	34729	15.01	176.95	196.26	210	18/03/2024	02/04/2024	14	93.46	
Promedio De Esf. Rotura					196.28						93.46

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	MST-11	39903	15.01	176.95	225.50	210	18/03/2024	16/02/2024	28	107.38	
2	MST-12	39919	14.98	176.24	226.50	210	18/03/2024	16/02/2024	28	107.86	
3	MST-13	39905	15.01	176.95	225.52	210	18/03/2024	16/02/2024	28	107.39	
4	MST-14	39917	15.01	176.95	225.58	210	18/03/2024	16/02/2024	28	107.42	
5	MST-15	39913	15.01	176.95	225.56	210	18/03/2024	16/02/2024	28	107.41	
Promedio De Esf. Rotura					225.73						107.49

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CIP INGENIERIA CIVIL

Mg. Arnaldo Yana Torres
 CIP 107292



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL
SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 1% DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-01	30833	15.01	176.95	174.25	210	18/03/2024	26/03/2024	7	82.97	
2	MST-02	30848	15.01	176.95	174.33	210	18/03/2024	26/03/2024	7	83.02	
3	MST-03	30863	14.98	176.24	175.12	210	18/03/2024	26/03/2024	7	83.39	
4	MST-04	30827	14.98	176.24	174.91	210	18/03/2024	26/03/2024	7	83.29	
5	MST-05	30849	15.01	176.95	174.34	210	18/03/2024	26/03/2024	7	83.02	
Promedio De Esf. Rotura					174.59						83.14

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-06	35309	15.01	176.95	199.54	210	18/03/2024	02/04/2024	14	95.02	
2	MST-07	35307	15.01	176.95	199.53	210	18/03/2024	02/04/2024	14	95.01	
3	MST-08	35305	15.01	176.95	199.52	210	18/03/2024	02/04/2024	14	95.01	
4	MST-09	35308	15.01	176.95	199.54	210	18/03/2024	02/04/2024	14	95.02	
5	MST-10	35301	15.01	176.95	199.50	210	18/03/2024	02/04/2024	14	95.00	
Promedio De Esf. Rotura					199.53						95.01

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-11	40387	15.01	176.95	228.24	210	18/03/2024	16/02/2024	28	108.69	
2	MST-12	40338	14.98	176.24	228.88	210	18/03/2024	16/02/2024	28	108.99	
3	MST-13	40457	15.01	176.95	228.64	210	18/03/2024	16/02/2024	28	108.87	
4	MST-14	40471	15.01	176.95	228.71	210	18/03/2024	16/02/2024	28	108.91	
5	MST-15	40374	15.01	176.95	228.17	210	18/03/2024	16/02/2024	28	108.65	
Promedio De Esf. Rotura					228.53						108.82

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

LABORATORIO I.I.S.C.A.
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICR - CAR. INGENIERÍA CIVIL
Almirante Yana Torres
C.I. 1033297



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI

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

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 2% DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	29433	15.01	176.95	166.33	210	18/03/2024	26/03/2024	7	79.21
2	MST-02	29424	15.01	176.95	166.28	210	18/03/2024	26/03/2024	7	79.18
3	MST-03	29418	15.01	176.95	166.25	210	18/03/2024	26/03/2024	7	79.17
4	MST-04	29439	15.01	176.95	166.37	210	18/03/2024	26/03/2024	7	79.22
5	MST-05	29412	15.01	176.95	166.22	210	18/03/2024	26/03/2024	7	79.15
Promedio De Esf. Rotura					166.29					79.19

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	32813	15.01	176.95	185.44	210	18/03/2024	02/04/2024	14	88.30
2	MST-07	32819	15.01	176.95	185.47	210	18/03/2024	02/04/2024	14	88.32
3	MST-08	32815	15.01	176.95	185.45	210	18/03/2024	02/04/2024	14	88.31
4	MST-09	32934	14.98	176.24	186.87	210	18/03/2024	02/04/2024	14	88.96
5	MST-10	32936	15.01	176.95	186.13	210	18/03/2024	02/04/2024	14	88.63
Promedio De Esf. Rotura					185.87					88.51

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	38810	15.01	176.95	219.33	210	18/03/2024	16/02/2024	28	104.44
2	MST-12	38831	15.01	176.95	219.45	210	18/03/2024	16/02/2024	28	104.50
3	MST-13	38709	15.01	176.95	218.76	210	18/03/2024	16/02/2024	28	104.17
4	MST-14	38802	14.98	176.24	220.16	210	18/03/2024	16/02/2024	28	104.84
5	MST-15	38863	15.01	176.95	219.63	210	18/03/2024	16/02/2024	28	104.58
Promedio De Esf. Rotura					219.46					104.51

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Mtro. Arnaldo Yana Torres
 C.P. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

NTP 339.034

TEMA : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO REICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL
SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA PATRON

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1265.38	18.81	18.73	18/03/2024	26/03/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1266.67	18.80		18/03/2024	26/03/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1255.56	18.73		18/03/2024	26/03/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1251.46	18.54		18/03/2024	26/03/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1262.73	18.77		18/03/2024	26/03/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1694.67	25.19	25.21	18/03/2024	02/04/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1698.43	25.33		18/03/2024	02/04/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1685.57	25.05		18/03/2024	02/04/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1696.73	25.14		18/03/2024	02/04/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1697.42	25.32		18/03/2024	02/04/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2226.65	33.10	33.07	18/03/2024	16/02/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2216.59	32.84		18/03/2024	16/02/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	2238.43	33.38		18/03/2024	16/02/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2226.27	32.98		18/03/2024	16/02/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2224.70	33.07		18/03/2024	16/02/2024	28

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

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





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 FLEXION

NTP 339.034

TEMA : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI

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

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 0.25% DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1290.15	19.18	19.07	30/05/2023	14/06/2023	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1282.67	19.00		30/05/2023	14/06/2023	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1282.23	19.00		30/05/2023	14/06/2023	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1281.46	18.98		30/05/2023	14/06/2023	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1289.34	19.17		30/05/2023	14/06/2023	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1754.71	26.08	26.02	30/05/2023	28/06/2023	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1751.68	25.95		30/05/2023	28/06/2023	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1755.58	26.01		30/05/2023	28/06/2023	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1756.56	26.02		30/05/2023	28/06/2023	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1757.71	26.04		30/05/2023	28/06/2023	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2287.67	34.00	33.93	30/05/2023	28/06/2023	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2286.59	33.88		30/05/2023	28/06/2023	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2291.72	33.95		30/05/2023	28/06/2023	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2289.58	33.92		30/05/2023	28/06/2023	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2287.46	33.89		30/05/2023	28/06/2023	28

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

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



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 FLEXION

NTP 339.034

TEMA : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI

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

FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 0.5% DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1438.89	21.39	21.18	30/05/2023	14/06/2023	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1413.76	20.94		30/05/2023	14/06/2023	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1424.46	21.10		30/05/2023	14/06/2023	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1423.83	21.09		30/05/2023	14/06/2023	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1437.57	21.37		30/05/2023	14/06/2023	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1824.68	27.12	26.98	30/05/2023	28/06/2023	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1816.67	26.91		30/05/2023	28/06/2023	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1807.39	26.78		30/05/2023	28/06/2023	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1823.48	27.01		30/05/2023	28/06/2023	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1828.69	27.09		30/05/2023	28/06/2023	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2358.41	35.06	35.05	30/05/2023	28/06/2023	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2359.52	34.96		30/05/2023	28/06/2023	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2375.63	35.19		30/05/2023	28/06/2023	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2376.57	35.21		30/05/2023	28/06/2023	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2352.69	34.85		30/05/2023	28/06/2023	28

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



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

[Handwritten signature]



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 FLEXION

NTP 339.034

TEMA : EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL
SOLICITANTE : BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 18 DE MARZO DEL 2024.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 1% DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1607.67	23.90	23.83	30/05/2023	14/06/2023	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1600.68	23.71		30/05/2023	14/06/2023	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1607.71	23.82		30/05/2023	14/06/2023	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1607.89	23.82		30/05/2023	14/06/2023	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1607.56	23.90		30/05/2023	14/06/2023	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
z	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2093.86	31.12	31.00	30/05/2023	28/06/2023	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2091.87	30.99		30/05/2023	28/06/2023	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2086.97	30.92		30/05/2023	28/06/2023	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2089.93	30.96		30/05/2023	28/06/2023	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2093.97	31.02		30/05/2023	28/06/2023	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2673.41	39.74	39.51	30/05/2023	28/06/2023	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2658.56	39.39		30/05/2023	28/06/2023	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2664.84	39.48		30/05/2023	28/06/2023	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2668.67	39.54		30/05/2023	28/06/2023	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2660.45	39.41		30/05/2023	28/06/2023	28

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
E.C.P. - CAP. INGENIERÍA CIVIL
Ing. Estelita Yana Torres
217 103247



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 FLEXION

NTP 339.034

TEMA: EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTÉTICO-RECICLADO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE: BACHILLER ILBIS FREDY ZAPANA PARI

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

FECHA: 18 DE MARZO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 2% DE CÉSPED SINTÉTICO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1263.78	18.79	18.76	30/05/2023	14/06/2023	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1262.82	18.71		30/05/2023	14/06/2023	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1269.71	18.81		30/05/2023	14/06/2023	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1257.83	18.63		30/05/2023	14/06/2023	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1267.62	18.84		30/05/2023	14/06/2023	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1729.67	25.71	25.89	30/05/2023	28/06/2023	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1733.57	25.68		30/05/2023	28/06/2023	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1765.81	26.16		30/05/2023	28/06/2023	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1754.73	26.00		30/05/2023	28/06/2023	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1748.81	25.91		30/05/2023	28/06/2023	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2266.91	33.70	33.58	30/05/2023	28/06/2023	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2264.89	33.55		30/05/2023	28/06/2023	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2261.75	33.51		30/05/2023	28/06/2023	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2269.83	33.63		30/05/2023	28/06/2023	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2262.73	33.52		30/05/2023	28/06/2023	28

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
 Mgtr. EDUARDO LARA EDIFRES



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 28-10-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ILBIS FREDY ZAPANA PARI
Dirección: PARCIALIDAD FAON SECTOR JIÑARI
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 44110889
Teléfono: 974 426 666 email: correoifzp@gmail.com

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

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

Asesor: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EFECTO DEL EMPLEO DE CÉSPED SINTETICO RECICLADO EN
LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Palabras claves, (3 a 5 términos): CÉSPED SINTÉTICO, RECICLAJE, CONCRETO Y PROPIEDADES DEL CONCRETO

¿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: TECNOLOGIA DE MATERIALES - P17


Firma de Autor



huella digital

28-10-2024

Fecha