



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE
CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES
VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO
HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS
DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES
VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO
HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

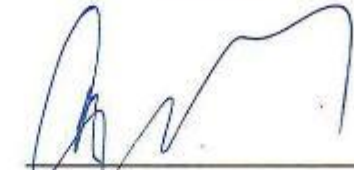
SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. WILFREDO DAVID SUÑO PACORI

ASESOR DE TESIS

:


Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 626-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-7487 presentado por el (la) Bachiller: KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA 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. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr.. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- * **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **2do Miembro** : Mgr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

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

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 10 de julio del 2025
- * **HORA** : 11:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Msc. WALTER LIZARRAGA ARMAZA
DECANO (e)
CIP. 70808



REGISTRO Y ARCHIVO DE DOCUMENTOS
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Dr. Fritz Willy Maman Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
Intercedido (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 148-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de marzo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 0321 por el señor (a): **KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 091 - 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 004 - 2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 004 - 2025 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024**, 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 señor (a): **KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



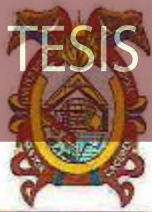
UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mgt. **WALTER LIZARRAGA ARMAZA**
DECANO (e)
CIP. 70808



REGISTRADO Y VOTADO POR EL
COMITÉ DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Masiani Aguiar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1733-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 17212, presentado el señor (a) **KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA** solicitando **AFROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 1515 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 390-2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 390-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

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

Efraim Perillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOFIBRAS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

15%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE


FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	9%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to University of Zululand Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73818978
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-7153-5733
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
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	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	02428673
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: Sandia Latitud: S 14° 14' 54" Longitud: O 69° 25' 52"</p>  <p>https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1IHAV2</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2024 - Julio 2025
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>



 Dr. Fritz Yully Mamani Lopez
 DIRECTOR
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA, identificado con DNI
Nro. 73818978, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON
TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES
DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 25 de Julio del 2025



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A Dios y a mi familia, el pilar de mi vida, por su amor, fuerza y sacrificio.

A mi mamá, Marleny Muchica, por ser la roca que nos sostuvo en medio de la tormenta, por su fortaleza inquebrantable en los momentos más duros. Durante esta etapa académica, atravesamos una de las pruebas más difíciles como familia, y aun así encontraste la manera de mantenernos unidos y en pie. Gracias por tu amor y valentía, hoy puedo culminar este sueño.

A mi papá, Gilberto Achata, cuya lucha incansable frente a la adversidad nos enseñó el verdadero significado de la perseverancia, el amor incondicional y por enseñarme a ser fuerte incluso desde el silencio.

A mi hermanito Russbel Raúl, quien en medio de las dificultades mostró una madurez y fortaleza admirable. Siempre estuvimos unidos para superar lo imposible y salir adelante apoyándonos mutuamente.

A mi hermanita Lenny Mariel, quien, a pesar de su corta edad, asumió un rol muy importante en nuestra familia. Me siento muy orgullosa de la madurez que mostró desde tan pequeña. Agradezco su fortaleza y el amor que siempre ha entregado.



AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fuerza para enfrentar la depresión y la ansiedad, que, aunque aún forman parte de mi vida, hoy ya no me dominan como antes. Gracias por no soltarme en los momentos más difíciles y por sostener a mi familia cuando más lo necesitábamos.

A mi tío Ángel Achata, por ser un apoyo constante en los momentos más críticos y no dudar nunca en extender su mano cuando más lo necesitaba.

A mis tíos Edgar Achata y Tomasa Chaiña, por la ayuda desinteresada y por ser parte de este logro.

A mis amigos, compañeros e ingenieros que fueron parte de este proceso.

Este título no solo representa un logro personal, sino la victoria de mi familia frente a la adversidad.



ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.....	13
1.2 Planteamiento del problema.....	14
1.2.1 Problema general.....	14
1.2.2 Problemas específicos.....	15
1.3 Objetivos de la investigación.....	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
1.4 Justificación de la investigación.....	16
1.4.1 Justificación técnica.....	16
1.4.2 Justificación económica.....	16
1.4.3 Justificación social.....	17
1.4.4 Justificación ambiental.....	17
1.5 Hipótesis de la investigación.....	17
1.5.1 Hipótesis general.....	17
1.5.2 Hipótesis específicas.....	18
1.6 Variables.....	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	Bases teóricas.....	25
2.2.1	Aplicación de nylon tejido reciclado en el concreto	25
2.2.2	Aplicación de textiles de nanotubos de carbono en el concreto	28
2.2.3	El concreto	37
2.2.4	Nanotecnología en el concreto	47
2.3	Marco conceptual	48

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de la investigación.....	50
3.2	Nivel y tipo de investigación	51
3.3	Nivel de la investigación	51
3.4	Diseño de la investigación.....	52
3.5	Métodos de la investigación	53
3.6	Población y muestra de la investigación	53
3.6.1	Población.....	53
3.6.2	Muestra	54
3.7	Técnicas e instrumentos.....	55
3.7.1	Técnicas	55
3.7.2	Instrumentos.....	56
3.8	Validación y confiabilidad del instrumento	57
3.8.1	Validación de los instrumentos	57
3.8.2	Confiabilidad de instrumentos.....	57
3.9	Procedimiento de recolección de datos	57
3.9.1	Etapas de campo	57
3.9.2	Ensayos de laboratorio	63
3.10	Procesamiento y análisis de datos	74



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados 75

 4.1.1 Incidencia de la adición de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono en la trabajabilidad 77

 4.1.2 Efecto de la incorporación de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono en la resistencia a compresión 78

 4.1.3 Impacto de la incorporación de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono en la resistencia a flexión 92

4.2 Discusión de resultados 105

CONCLUSIONES 108

RECOMENDACIONES..... 110

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 111

ANEXOS 118



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables 19

Tabla 2 Cantidad de especímenes de prueba para ensayos 55

Tabla 3 Características de los agregados..... 75

Tabla 4 Dosificación para elaboración de 1 m3 de concreto hidráulico de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ 76

Tabla 5 Dosificación de mezcla de concreto hidráulico + textiles de nanotubos de carbono..... 76

Tabla 6 Dosificación de mezcla de concreto hidráulico + nylon tejido reciclado..... 76

Tabla 7 Resumen de trabajabilidades alcanzadas mediante prueba de asentamiento .. 77

Tabla 8 Módulo de elasticidad de muestra de control a 7 días de curado..... 79

Tabla 9 Módulo de elasticidad de MC + 0.5% NTR a 7 días de curado 79

Tabla 10 Módulo de elasticidad de MC + 0.8% NTR a 7 días de curado 79

Tabla 11 Módulo de elasticidad de MC + 1.2% NTR a 7 días de curado 80

Tabla 12 Módulo de elasticidad de MC + 0.5% TNC a 7 días de curado 80

Tabla 13 Módulo de elasticidad de MC + 0.8% TNC a 7 días de curado 80

Tabla 14 Módulo de elasticidad de MC + 1.2% TNC a 7 días de curado 81

Tabla 15 Comparación de resistencias promedio de los grupos de prueba a 7 días de curado 81

Tabla 16 Módulo de elasticidad de muestra de control a 14 días de curado..... 83

Tabla 17 Módulo de elasticidad de MC + 0.5% NTR a 14 días de curado 83

Tabla 18 Módulo de elasticidad de MC + 0.8% NTR a 14 días de curado 83

Tabla 19 Módulo de elasticidad de MC + 1.2% NTR a 14 días de curado 84

Tabla 20 Módulo de elasticidad de MC + 0.5% TNC a 14 días de curado 84

Tabla 21 Módulo de elasticidad de MC + 0.8% TNC a 14 días de curado 84

Tabla 22 Módulo de elasticidad de MC + 1.2% TNC a 14 días de curado 85

Tabla 23 Comparación de resistencias promedio de los grupos de prueba a 14 días de curado 85

Tabla 24 Módulo de elasticidad de muestra de control a 28 días de curado..... 87

Tabla 25 Módulo de elasticidad de MC + 0.5% NTR a 28 días de curado 87

Tabla 26 Módulo de elasticidad de MC + 0.8% NTR a 28 días de curado 87

Tabla 27 Módulo de elasticidad de MC + 1.2% NTR a 28 días de curado 88

Tabla 28 Módulo de elasticidad de MC + 0.5% TNC a 28 días de curado 88

Tabla 29 Módulo de elasticidad de MC + 0.8% TNC a 28 días de curado 88

Tabla 30 Módulo de elasticidad de MC + 1.2% TNC a 28 días de curado 89



Tabla 31 Comparación de resistencias promedio de los grupos de prueba a 28 días de curado	89
Tabla 32 Comparación general de resistencias promedio de los grupos de prueba	91
Tabla 33 Módulo de rotura de muestra de control a 7 días de curado	92
Tabla 34 Módulo de rotura de MC + 0.5% NTR a 7 días de curado.....	92
Tabla 35 Módulo de rotura de MC + 0.8% NTR a 7 días de curado.....	93
Tabla 36 Módulo de rotura de MC + 1.2% NTR a 7 días de curado.....	93
Tabla 37 Módulo de rotura de MC + 0.5% TNC a 7 días de curado.....	93
Tabla 38 Módulo de rotura de MC + 0.8% TNC a 7 días de curado.....	94
Tabla 39 Módulo de rotura de MC + 1.2% TNC a 7 días de curado.....	94
Tabla 40 Comparación de resistencias a flexión de los grupos de prueba a 7 días de curado	94
Tabla 41 Módulo de rotura de muestra de control a 14 días de curado	96
Tabla 42 Módulo de rotura de MC + 0.5% NTR a 14 días de curado.....	96
Tabla 43 Módulo de rotura de MC + 0.8% NTR a 14 días de curado.....	96
Tabla 44 Módulo de rotura de MC + 1.2% NTR a 14 días de curado.....	97
Tabla 45 Módulo de rotura de MC + 0.5% TNC a 14 días de curado.....	97
Tabla 46 Módulo de rotura de MC + 0.8% TNC a 14 días de curado.....	97
Tabla 47 Módulo de rotura de MC + 1.2% TNC a 14 días de curado.....	98
Tabla 48 Comparación de resistencias a flexión de los grupos de prueba a 14 días de curado	98
Tabla 49 Módulo de rotura de muestra de control a 28 días de curado	100
Tabla 50 Módulo de rotura de MC + 0.5% NTR a 28 días de curado.....	100
Tabla 51 Módulo de rotura de MC + 0.8% NTR a 28 días de curado.....	100
Tabla 52 Módulo de rotura de MC + 1.2% NTR a 28 días de curado.....	101
Tabla 53 Módulo de rotura de MC + 0.5% TNC a 28 días de curado.....	101
Tabla 54 Módulo de rotura de MC + 0.8% TNC a 28 días de curado.....	101
Tabla 55 Módulo de rotura de MC + 1.2% TNC a 28 días de curado.....	102
Tabla 56 Comparación de resistencias a flexión de los grupos de prueba a 28 días de curado	102
Tabla 57 Comparación general del módulo de rotura promedio de los grupos de prueba	104



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Nylon tejido	28
Figura 2 Nanotubos de carbono	29
Figura 3 Características de los nanotubos de carbono.....	32
Figura 4 Nanotubos de carbono de una pared	33
Figura 5 Nanotubos de carbono de múltiples paredes	34
Figura 6 Presentación de nylon tejido	59
Figura 7 Presentación de textiles de nanotubos de carbono	61
Figura 8 Toma de muestra representativa para pesaje y posterior secado al horno.....	64
Figura 9 Análisis granulométrico de los agregados para clasificación por tamaños	65
Figura 10 Clasificación granulométrica de agregados finos.....	66
Figura 11 Clasificación granulométrica de agregados gruesos	67
Figura 12 Pesaje de picnómetro con muestra para determinación de pesos específicos	68
Figura 13 Limpieza de agregados para medición de absorción.....	69
Figura 14 Ensayo de asentamiento de la mezcla fresca de concreto hidráulico	70
Figura 15 Ensayo de resistencia a la compresión con rotura de briquetas	72
Figura 16 Ensayo de resistencia a la compresión con rotura de briquetas	73
Figura 17 Comparación de asentamientos promedio	78
Figura 18 Comparación de resistencias promedio en 7 días.	82
Figura 19 Comparación de resistencias promedio en 14 días.	86
Figura 20 Comparación de resistencias promedio en 28 días.	90
Figura 21 Comparación general de resistencias promedio de los grupos de prueba.....	91
Figura 22 Comparación del módulo de rotura a 7 días de curado.	95
Figura 23 Comparación del módulo de rotura a 14 días de curado.	99
Figura 24 Comparación del módulo de rotura a 28 días de curado.	103
Figura 25 Comparación general del módulo de rotura promedio de los grupos de prueba	104



RESUMEN

En el estudio titulado "Influencia de la aplicación de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en cantidades variables sobre las propiedades de un concreto hidráulico en la provincia de Sandia 2024", se tiene como objetivo evaluar el impacto de la incorporación de nylon tejido reciclado y nanotubos de carbono reciclados sobre las propiedades de un concreto hidráulico. La investigación es de diseño experimental y tipo aplicado. Los resultados obtenidos, muestran que la incorporación de ambos materiales reciclados influyó negativamente en la trabajabilidad del concreto, la muestra control presentó una trabajabilidad inicial de 3.80", con un 1.2% de nylon tejido reciclado, esta disminuyó a 2.98", mientras que con el mismo porcentaje de nanotubos de carbono reciclados se redujo a 3.18". En cuanto al módulo de elasticidad, se observó una mejora significativa con adiciones moderadas, la muestra control presentó una resistencia de 214.61 kg/cm². Con la adición de un 0.5% de nylon tejido reciclado, la resistencia aumentó a 219.49 kg/cm², pero descendió a 209.35 kg/cm² al incorporar un 1.2%. En el caso de los nanotubos de carbono reciclados, un 0.8% alcanzó una resistencia máxima de 231.71 kg/cm², disminuyendo a 225.48 kg/cm² al aumentar al 1.2%. El módulo de rotura también mostró una mejora significativa. La muestra control presentó una resistencia de 35.03 kg/cm², con un 0.5% de nylon tejido reciclado, esta aumentó a 37.80 kg/cm², mientras que la adición de un 0.8% de nanotubos reciclados logró una resistencia máxima de 42.86 kg/cm². La aplicación de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en cantidades variables mejora las propiedades de un concreto hidráulico en la provincia de Sandia, ya que conserva la trabajabilidad de la mezcla fresca de concreto hidráulico, además, incrementa el módulo de elasticidad del concreto endurecido, y mejora el módulo de rotura del concreto hidráulico en las tres edades de curado.

Palabras Clave: Concreto hidráulico, nylon tejido reciclado, textiles de nanotubos de carbono.



ABSTRACT

The study, titled "Influence of the Application of Carbon Nanotube Textiles and Recycled Woven Nylon in Varying Amounts on the Properties of Hydraulic Concrete in the Province of Sandia 2024," aims to evaluate the impact of incorporating recycled woven nylon and recycled carbon nanotubes on the properties of hydraulic concrete. The research is of an experimental and applied design. The results obtained show that the incorporation of both recycled materials negatively influenced the workability of the concrete. The control sample presented an initial workability of 3.80", with 1.2% recycled woven nylon, this decreased to 2.98", while with the same percentage of recycled carbon nanotubes it was reduced to 3.18". In terms of compressive strength, a significant improvement was observed with moderate additions, the control sample presented a resistance of 214.61 kg/cm². With the addition of 0.5% recycled woven nylon, the resistance increased to 219.49 kg/cm², but decreased to 209.35 kg/cm² when incorporating 1.2%. In the case of recycled carbon nanotubes, 0.8% reached a maximum resistance of 231.71 kg/cm², decreasing to 225.48 kg/cm² when increasing to 1.2%. The resistance to Flexural strength also showed significant improvement. The control sample had a strength of 35.03 kg/cm², with 0.5% recycled woven nylon increasing this to 37.80 kg/cm², while the addition of 0.8% recycled nanotubes achieved a maximum strength of 42.86 kg/cm². The application of carbon nanotube textiles and recycled woven nylon in varying quantities improved the properties of hydraulic concrete in the province of Sandia, as it preserved the workability of the fresh hydraulic concrete mix, further increased the compressive strength of the hardened concrete, and improved the modulus of rupture of the hydraulic concrete at all three curing stages.

Keywords: Hydraulic concrete, recycled nylon fabric, carbon nanotube textiles.



INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción enfrenta actualmente el desafío de optimizar las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto hidráulico, buscando alternativas sostenibles y eficientes en la utilización de materiales. En este contexto, el uso de materiales reciclados y tecnologías avanzadas se ha vuelto cada vez más relevante, no solo por su impacto en el rendimiento del concreto, sino también por su contribución a la reducción de residuos y la preservación del medio ambiente. La incorporación de componentes reciclados, como el nylon tejido y los nanotubos de carbono, representa una oportunidad innovadora para mejorar las propiedades estructurales y funcionales del concreto, explorando alternativas que promuevan tanto la sostenibilidad como la eficiencia en el uso de recursos.

El presente estudio busca evaluar la influencia de la aplicación controlada de nylon tejido reciclado y nanotubos de carbono reciclados sobre las propiedades del concreto hidráulico en la provincia de Sandia en 2024. La investigación se enfoca en analizar cómo estas incorporaciones afectan las características de resistencia a compresión, resistencia a flexión y trabajabilidad del concreto, en comparación con las mezclas convencionales. El nylon tejido reciclado, conocido por su resistencia a la tracción, y los nanotubos de carbono, por su capacidad para mejorar la conductividad y rigidez de los materiales compuestos, ofrecen un enfoque experimental para optimizar la mezcla de concreto y adaptarla a las necesidades estructurales de la zona de estudio.

Esta investigación busca aportar una base científica que respalde el uso de materiales reciclados avanzados en aplicaciones estructurales, con el fin de mejorar las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto hidráulico, así como promover prácticas de construcción más sostenibles y responsables.



Capítulo I: Se presenta el planteamiento del problema, los objetivos y las hipótesis, además de la operacionalización de las variables.

Capítulo II: en este apartado extenso se sustentan los trabajos de similar estudio al presente, dando a conocer los resultados que se obtuvieron y lo relevante que significa la conclusión, además de eso se citan las teorías que avalan y refuerzan el entendimiento del tema de estudio, dado que su profundidad implica conceptos de entendimiento hacia una mejor presentación de los resultados.

Capítulo III: en este acápite se explican de forma detallada los procedimientos, materiales necesarios, y siendo lo más importante los métodos empleados en cada uno de las fases que comprende el estudio, dado que su definición está ligada al campo de estudio y de generación de conocimientos bajo una cierta medida de lo que se debe hacer, como y con qué se debe de realizar.

Capítulo IV: en esta sección se detalla ampliamente la información obtenida y análisis bajo resúmenes y su representación bajo gráficos comparativos, ya que su análisis comprende una serie de datos que conllevan a la decisión de verdad, además de ello se explica de forma clara el porqué de los resultados obtenidos con los conseguidos por los autores que se cita en capítulos anteriores.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

En la actualidad, Uno de los retos que debe afrontar el sector de la construcción es adoptar prácticas más sostenibles y eficientes debido a la escasez de recursos naturales, el aumento de la contaminación y la generación de desechos. A nivel internacional, la utilización de materiales reciclados en la producción de concreto ha surgido como una solución para disminuir el impacto ambiental de esta industria. Sin embargo, la implementación de estos materiales, como fibras de nylon tejido reciclado y nanotubos de carbono, plantea desafíos técnicos en cuanto a su efecto sobre las propiedades estructurales del concreto. Investigaciones en países desarrollados han explorado el uso de fibras recicladas y nanotubos en diversas aplicaciones, mostrando resultados prometedores en cuanto a la mejora de la resistencia y durabilidad del concreto. No obstante, persisten limitaciones en cuanto a la optimización de estos materiales para su uso controlado en concreto hidráulico, así como en la adaptación de estos avances a contextos geográficos y económicos diversos.

A nivel nacional, Perú se encuentra en una etapa de transición hacia la incorporación de materiales reciclados en la construcción, impulsada en gran medida por la creciente preocupación por el medio ambiente y la sostenibilidad de los recursos. Si bien

existen algunos estudios en el país sobre el uso de fibras y agregados reciclados en concreto, estos han sido limitados en su alcance y aplicación práctica, lo que ha llevado a una falta de normativas claras y estándares técnicos específicos para el empleo de materiales avanzados reciclados. La construcción de infraestructura en el país continúa dependiendo en gran medida de métodos tradicionales y recursos no renovables, lo cual evidencia la necesidad de investigaciones que validen el uso de tecnologías sostenibles y de materiales reciclados que ofrezcan un rendimiento superior al concreto convencional.

En el contexto local de la provincia de Sandia, la situación es aún más desafiante debido a la limitada infraestructura y disponibilidad de materiales de calidad para la construcción. Además, el uso de concreto en la región es crítico para el desarrollo de infraestructuras públicas y privadas en áreas de difícil acceso. Sin embargo, la dependencia de agregados convencionales implica un alto costo y un impacto ambiental significativo en los recursos naturales de la zona. La implementación de materiales reciclados como el nylon y los nanotubos de carbono reciclados podría ofrecer una alternativa viable y económica para mejorar las propiedades del concreto, incrementando su durabilidad y resistencia en las condiciones climáticas y geológicas de Sandia. No obstante, la falta de estudios específicos que avalen su efectividad y los lineamientos necesarios para su aplicación han limitado su adopción en la región, lo cual plantea la necesidad de esta investigación para evaluar científicamente la reacción de estos elementos reciclados y sus influencias en el concreto hidráulico local.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuáles es la influencia de la aplicación de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en cantidades variables sobre las propiedades de un concreto hidráulico en la provincia de Sandia 2024?

1.2.2 *Problemas específicos*

- a. ¿Cuál es la incidencia de la adición controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia?
- b. ¿Cuál es el efecto de la incorporación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia?
- c. ¿Cuál es el impacto de la aplicación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia?

1.3 **Objetivos de la investigación**

1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar la aplicación de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en cantidades variables sobre las propiedades de un concreto hidráulico en la provincia de Sandia 2024.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- a. Analizar la incidencia de la adición controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia.
- b. Explicar el efecto de la incorporación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia.



- c. Explicar el impacto de la aplicación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 *Justificación técnica*

La presente investigación busca ofrecer un enfoque innovador para mejorar las propiedades de concretos hidráulicos mediante la aplicación controlada de materiales como el nylon tejido reciclado y los textiles de nanotubos de carbono. Desde una perspectiva técnica, el uso de estos materiales tiene el potencial de mejorar significativamente del módulo de elasticidad, la durabilidad y la flexión del concreto, lo cual es crítico en el desarrollo de infraestructuras más robustas y duraderas. Esta investigación técnica también puede proporcionar una base para futuras normativas y estándares en el uso de materiales avanzados reciclados en concreto, particularmente en condiciones geológicas y climáticas como las de la provincia de Sandia.

1.4.2 *Justificación económica*

El empleo de nylon y textiles de nanotubos de carbono reciclados en la composición de concretos presenta una oportunidad de reducir costos de producción al reutilizar materiales que de otro modo serían considerados desechos. Esto no solo disminuiría la dependencia de agregados convencionales, cuyo costo es elevado, sino que también permitiría a los constructores acceder a un material de alto rendimiento a un menor precio. La investigación tiene el potencial de demostrar que el empleo de estos materiales reciclados es una alternativa económicamente viable para la industria de la construcción en la región, contribuyendo a una economía circular y a la disminución de los costos asociados con el uso de materiales convencionales.

1.4.3 Justificación social

La aplicación de tecnologías sostenibles en construcciones tiene un impacto positivo en las comunidades locales al mejorar la calidad y durabilidad de las infraestructuras, especialmente en áreas rurales y de difícil acceso como la provincia de Sandia. Al desarrollar un concreto mejorado con materiales reciclados, se pueden construir infraestructuras más seguras y de mayor durabilidad, beneficiando a la población con estructuras más confiables y accesibles. Asimismo, el uso de materiales reciclados promueve la conciencia social y ambiental, alentando prácticas de construcción más sostenibles y contribuyendo al bienestar y desarrollo de la comunidad.

1.4.4 Justificación ambiental

El uso de nylon y textiles de nanotubos de carbono reciclados ayuda a reducir el impacto ambiental al reutilizar materiales que de otro modo serían considerados desechos, disminuyendo así la cantidad de residuos que terminan en vertederos y la demanda de agregados naturales. Esta práctica no solo contribuye a la preservación de los recursos naturales de la región, sino que también ayuda a reducir las emisiones de carbono y otros impactos ecológicos asociados con la extracción y procesamiento de materiales vírgenes. La investigación aporta una alternativa ambientalmente responsable para la producción de concreto, promoviendo un enfoque sostenible en la construcción y reduciendo la huella ecológica de la industria.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

La influencia de la aplicación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado optimizará las propiedades de un concreto hidráulico en la provincia de Sandia 2024.



1.5.2 *Hipótesis específicas*

- a. La incidencia de la adición controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado conservará la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia.
- b. El efecto de la incorporación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado mejorará la resistencia a la compresión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia.
- c. El impacto de la aplicación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado incrementará la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia.

1.6 Variables

1.6.1 *Variable independiente*

Textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado.

Dimensiones:

- Incorporación de textiles de nanotubos de carbono en 0.5%, 0.8% y 1.2%.
- Incorporación de nylon tejido reciclado en 0.5%, 0.8% y 1.2%.

1.6.2 *Variable dependiente*

Propiedades del Concreto Hidráulico.

Dimensiones:

- Trabajabilidad (Slump)
- Módulo de elasticidad
- Módulo de rotura

1.7 Operacionalización de variables

A continuación, se presenta la tabla de operacionalización de variables, mismos que son objeto de estudio:

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de medición
<p>VI</p> <p>Textiles de nanotubos de carbono</p> <p>Nylon tejido reciclado</p>	<p>Los textiles de nanotubos de carbono son tejidos convencionales, como el algodón u otros materiales textiles, que han sido impregnados, recubiertos o integrados con nanotubos de carbono. El nylon tejido reciclado es un material textil elaborado a partir de residuos de nylon que han sido recolectados, procesados y transformados nuevamente en fibras aptas para la fabricación de tejidos</p>	<p>Los textiles de nanotubos de carbono se incorporan en porcentajes de 0.5%, 0.8% y 1.2%. Asimismo, el nylon tejido reciclado se adiciona en porcentajes de 0.5%, 0.8% y 1.2%. ambos materiales adicionados en forma pequeña.</p>	<p>Textiles de nanotubos de carbono en 0.5%, 0.8% y 1.2%.</p> <p>Nylon tejido reciclado en 0.5%, 0.8% y 1.2%.</p>	<p>Proporción en peso y volumen de los textiles de nanotubos de carbono</p> <p>Proporción en peso y volumen del nylon tejido reciclado</p>	<p>Balanza</p> <p>Fichas de cálculo</p>
<p>VD</p> <p>Propiedades del concreto hidráulico</p>	<p>El concreto hidráulico es un material de construcción compuesto principalmente por una mezcla homogénea de cemento, agua, agregados (arena y grava, naturales, procesados o artificiales) y, en ocasiones, aditivos. Su característica fundamental es que utiliza cementos hidráulicos, como el cemento Portland, a fin de adquirir resistencia, incluso en ambientes húmedos o bajo el agua.</p>	<p>Las propiedades del concreto hidráulico estarán definidos por su trabajabilidad, módulo de elasticidad y resistencia a la flexión, medidos en todos sus grupos de control.</p>	<p>Trabajabilidad</p> <p>Resistencia a compresión</p> <p>Resistencia a la flexión</p>	<p>Slump</p> <p>Esfuerzo de elasticidad</p> <p>Esfuerzo a flexotracción</p>	<p>Equipos y herramientas de laboratorio</p> <p>Certificados de control de calidad emitidos por laboratorio</p>



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Según Rodríguez y Díaz (2020) en su estudio "Análisis de la respuesta mecánica de la modificación del concreto hidráulico para pavimentos mediante fibra de fique", desarrollado para optar por el título de ingeniero civil en la Universidad Piloto de Colombia, Seccional Alto Magdalena, se evaluó la viabilidad de mejorar la resistencia de un concreto modificado mediante la adición de fibra de fique. El objetivo fue utilizar esta fibra como un refuerzo secundario para reducir la fragilidad de la matriz del concreto y mejorar su respuesta ante la formación de fisuras. Para los ensayos, se seleccionaron proporciones de fibra de fique de 0.3%, 0.5% y 0.7% respecto al volumen total de la mezcla. Se fabricaron 6 cilindros y 6 vigas de concreto convencional, además de 18 cilindros de concreto modificado con fibra de 4 cm de longitud, evaluados a edades de 7, 14 y 28 días. Los resultados mostraron que, en términos de resistencia a la compresión, el concreto modificado con fibra de fique no superó los valores del concreto convencional, observándose una disminución porcentual en los valores obtenidos frente a los del concreto sin fibra. Sin embargo, en los ensayos de resistencia a la flexión, la adición de fibra de fique mostró resultados satisfactorios, superando la resistencia del concreto



convencional. La investigación concluye que la proporción óptima de fibra de fique para mejorar la resistencia a la flexión, especialmente aplicable en losas de pavimento, es del 0.5%, lo que proporciona una resistencia adicional posterior a la aparición de fisuras, gracias a la interacción de las fibras con la matriz del concreto.

Según Ribeiro (2023) en su investigación titulada "Alternativa para reducir el consumo de cemento Portland en el hormigón: uso de nanotubos de carbono multipared", se propuso utilizar NTCPM para producir concreto con una reducción en el consumo de cemento Portland, sin comprometer la resistencia a la compresión a los 28 días. Para establecer la metodología óptima de dispersión e incorporación de los NTCPM, se produjeron morteros experimentales, determinando que una reducción del 10% en el consumo de cemento Portland permitía mantener una resistencia comparable entre la mezcla de referencia y aquella con NTCPM. Con esta reducción ideal, se fabricaron concretos con tres diferentes relaciones agua/cemento (w/c) para evaluar su comportamiento. Además de un concreto de referencia (REF), se elaboraron mezclas con NTCPM y una reducción del 10% de cemento (S10), concretos con NTCPM sin reducción de cemento (MWCNT) y concretos con una reducción del 10% de cemento, pero sin NTCPM (SW10). Los resultados mostraron que las propiedades reológicas de los concretos se alteraron con la adición de NTCPM, aumentando tanto el límite elástico como la viscosidad, independientemente de la relación w/c . Asimismo, los ensayos de retracción y módulo de elasticidad indicaron mejoras en ambos aspectos en las muestras con NTCPM. El ensayo de absorción por inmersión reveló que la porosidad abierta del concreto no se veía afectada significativamente por la incorporación de NTCPM. Se realizaron análisis microestructurales y de la cinética de hidratación en pastas con NTCPM, tanto con reducción de cemento como sin ella. Mediante calorimetría isotérmica, difracción de rayos X (DRX) y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), se determinó que la inserción de NTCPM no generaba nuevas fases o compuestos durante la hidratación del cemento Portland. Las mejoras en las propiedades mecánicas y la

retracción por secado en concretos con NTCPM se atribuyeron a su efecto de relleno y punteo, demostrando que la adición de NTCPM con una reducción del 10% en el consumo de cemento es viable y sostenible. Este estudio evidencia que el uso de NTCPM permite reducir el consumo de cemento Portland en el concreto sin comprometer su resistencia, posicionándolo como una opción sostenible en la construcción.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según Lagos (2023) en su investigación titulada "Efectos de la adición de fibra de nylon 120D/2 en las propiedades plásticas y mecánicas en compresión y flexión del concreto de $f'c$ 210 kg/cm², Abancay, Apurímac, 2020", Se investigaron de forma experimental los efectos de la adición de fibra de nylon en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto en Abancay. Entre las propiedades plásticas evaluadas se incluyeron la consistencia, el contenido de aire, el potencial de fisuración, la temperatura y el peso unitario, mientras que las propiedades mecánicas analizadas fueron la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión. Se utilizó concreto con una resistencia de 210 kg/cm², al que se añadieron diferentes cantidades de fibra de nylon (0, 900, 1200, 1500, 1800 y 2400 g/m³). Los materiales empleados incluyeron grava fina y gruesa de la cantera Murillo, cemento Portland I, fibra de nylon y un aditivo plastificante. La adición de 1800 g/m³ de fibra de poliéster al concreto resultó ser óptima para reducir el potencial de fisuración en un 278.80%, lo cual demuestra que esta cantidad impacta de manera significativa en las propiedades plásticas del concreto: la consistencia disminuyó en un 21.05%, el contenido de aire en un 5%, la temperatura en un 13.13% y el peso unitario del concreto varió un 0.71%. A los 28 días, la resistencia a la compresión aumentó en un 11.11%, mientras que la resistencia a la flexión disminuyó en un 2.71%. De los resultados obtenidos en el laboratorio, se concluyó que la adición de 1800 g/m³ de fibra de nylon 120D/2 es óptima para mejorar las propiedades plásticas del concreto, ya que reduce el potencial de fisuración, la consistencia, el porcentaje de contenido de aire y la temperatura, manteniendo el peso unitario dentro de los parámetros adecuados. En cuanto a las

propiedades mecánicas, se observó un incremento significativo en la resistencia a la compresión, aunque la resistencia a la flexión disminuyó ligeramente. Asimismo, con la adición óptima de 1800 g/m^3 de fibra de nylon 120D/2 y el uso de un plastificante al 1%, se logró recuperar el asentamiento, que inicialmente se redujo en $3 \frac{3}{4}$ ". El contenido de aire atrapado aumentó de 2.20% a 2.30%, la temperatura disminuyó de $25.90 \text{ }^\circ\text{C}$ a $22.50 \text{ }^\circ\text{C}$, y el peso unitario se redujo de 2331.17 kg/m^3 a 2314.54 kg/m^3 , manteniéndose dentro de los parámetros aceptables. En el ensayo de fisuración, el potencial de fisuración se redujo en un 278.80% frente al concreto sin fibras, demostrando en laboratorio la efectividad de la adición de fibra de nylon en estas condiciones. Finalmente, en relación con las propiedades mecánicas del concreto, la resistencia a la compresión a los 28 días aumentó en un 11.11%, alcanzando una resistencia de 347.9 kg/cm^2 , mientras que la resistencia a la flexión disminuyó en un 2.71%, llegando a 33.71 kg/cm^2 , lo cual indica que la contribución de la fibra de nylon a la resistencia a la flexión no es significativa.

Según Cortez (2023) en su investigación titulada "Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023", tuvo como objetivo principal analizar las propiedades del concreto hidráulico con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, evaluando cómo influyen los NTC en sus características físicas y mecánicas. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, con un diseño cuasi-experimental, en el que se realizaron ensayos físicos (como trabajabilidad, temperatura y permeabilidad) y mecánicos (resistencia a compresión y flexotracción). Para el análisis se emplearon 84 especímenes (probetas y viguetas) con adiciones de NTC en porcentajes de 11.5%, 13% y 14.5%, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. En términos de propiedades físicas, se observó una variación en la trabajabilidad del concreto con asentamientos entre 3 y 4 pulgadas, dependiendo de las dosificaciones seleccionadas. Además, en cuanto a la permeabilidad, la mezcla con 13% de NTC resultó ser la menos permeable, mientras que, al aumentar la cantidad de nanotubos, la permeabilidad también incrementó. En lo que

respecta a las propiedades mecánicas, los ensayos realizados a los 28 días revelaron resistencias de compresión y flexotracción de 357 kg/cm^2 y 142 kg/cm^2 , respectivamente, siendo estos los valores más altos obtenidos con una dosificación de 13% de NTC. En resumen, la adición de nanotubos de carbono al concreto hidráulico con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ mejora de manera significativa sus propiedades físicas y mecánicas, optimizando su aplicabilidad en pavimentos rígidos, particularmente al respetar los porcentajes óptimos establecidos en los ensayos.

2.1.3 Antecedentes regionales

Según Huaman (2024) en su investigación titulada "Influencia de fibra y nylon tejido reciclado en propiedades del concreto en edificaciones de la URB Carmen - Puno, 2023", tiene como objetivo demostrar cómo el uso de fibra de nylon tejido reciclado (FNR) y tejido de fibra de nylon tejido reciclado (TFNR) influye en las propiedades del concreto. Este estudio es de tipo aplicado, con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental cuasiexperimental. La población está conformada por probetas de concreto en forma cilíndrica y de disco, con un volumen total de 0.483 m^3 . Se añadieron porcentajes específicos de FNR (0.10%, 0.50%, 2.20%) y TFNR (0.04%, 0.08%, 0.10%). La investigación utilizó técnicas de recolección documental y observación experimental, y se emplearon fichas de observación y equipos de ensayo para la recopilación de datos. Los resultados mostraron que en el ensayo de absorción de agua se obtuvo una menor absorción al utilizar 0.10% de FNR (6.40%) y 0.04% de TFNR (6.28%). En el ensayo de profundidad de penetración de iones de cloruro, la profundidad se redujo a 10.60 mm con 0.10% de FNR y a 9.50 mm con 0.04% de TFNR. En cuanto a la resistencia a la compresión, se alcanzaron valores de 224.21 kg/m^3 con 0.10% de FNR y 227.16 kg/m^3 con 0.04% de TFNR. En conclusión, se determina que la adición de TFNR es más efectiva que la FNR para impermeabilizar el concreto en porcentajes bajos (0.04%, 0.08%, 0.10%).

Según Quispe (2022) en su investigación titulada "Propiedades del concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos con adición de nanotubos de carbono,

Arequipa - 2022", el objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de los nanotubos de carbono (NTC) en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico con una resistencia de diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, aplicado en pavimentos rígidos en Arequipa en el año 2022. La metodología empleada fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño cuasi-experimental, bajo un enfoque descriptivo-explicativo. La investigación se realizó con muestras de concreto con dosificaciones de NTC de 0%, 5%, 10% y 15%, obteniendo un total de 80 especímenes. Los ensayos incluyeron pruebas de resistencia a la compresión, flexotracción, permeabilidad y abrasión. En la prueba de compresión, las dosificaciones de 5%, 10% y 15% de NTC alcanzaron resistencias de 326.0 kg/cm^2 , 345.0 kg/cm^2 y 320.33 kg/cm^2 , representando incrementos de 7.24%, 13.49% y 5.4%, respectivamente, en comparación con el concreto de referencia. En flexotracción, tras 28 días de curado, se obtuvieron resistencias de 93.47 kg/cm^2 , 119.91 kg/cm^2 y 110.13 kg/cm^2 , con incrementos del 82.09%, 93.53% y 77.91% sobre la muestra patrón. En cuanto a la permeabilidad, las profundidades de penetración fueron de 3.287 cm, 2.254 cm, 3.432 cm y 2.533 cm para las distintas dosificaciones, destacando que con un 5% de NTC la permeabilidad disminuyó en un 31% respecto al concreto patrón, mientras que con un 10% de NTC aumentó en un 4.4%. Finalmente, el ensayo de abrasión mostró una disminución del desgaste en un 0.01% respecto al diseño patrón, siendo las dosificaciones de 5% y 15% las más efectivas. En conclusión, la adición de nanotubos de carbono al concreto hidráulico con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ mejora significativamente sus propiedades mecánicas y físicas, haciéndolo una opción viable para su aplicación en pavimentos rígidos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Aplicación de nylon tejido reciclado en el concreto

La fibra de nylon es un polímero de origen sintético, perteneciente al grupo de las poliamidas, y está formada por cuatro elementos básicos: oxígeno, carbono, nitrógeno e hidrógeno. Gracias a su resistencia y su diámetro reducido, el nylon es ampliamente



utilizado en aplicaciones que demandan materiales duraderos y livianos. Esta fibra artificial está compuesta por unidades repetitivas conectadas mediante enlaces de amida, una característica distintiva de las cadenas poliméricas de las poliamidas sintéticas que componen su estructura molecular (Barboza & Burga, 2023).

Existen varias variantes de nylon, siendo el nylon 6 y el nylon 6,6 los tipos más comunes y empleados. Estas fibras son reconocidas por su alta resistencia mecánica, su durabilidad al exponerse a la luz solar y su capacidad para resistir el desgaste por fricción. Sin embargo, el nylon también tiene algunas limitaciones: su capacidad de absorber agua es relativamente alta en comparación con otros materiales, lo cual puede afectar su rendimiento en ciertas condiciones, y muestra menor resistencia cuando está en contacto con ambientes clorados (Huaman, 2024).

El nylon se clasifica técnicamente como un polímero de poliamida debido a su proceso de síntesis, que se realiza mediante una reacción de policondensación entre diácidos y diaminas. Aunque el proceso teórico utiliza estos componentes en su forma pura, en la práctica se suele trabajar con soluciones que contienen aminas y cloruros de diácido en lugar de los ácidos y aminas puros. Este procedimiento de dos fases permite obtener polímeros que luego son moldeados y extendidos para formar fibras de nylon, las cuales tienen un amplio uso en la industria textil y en diversas aplicaciones industriales, dada su combinación de resistencia, flexibilidad y ligereza (Abad, 2023).

Las fibras textiles de nylon son conocidas por su combinación única de elasticidad y resistencia, acompañada de una durabilidad sobresaliente. Al ser inmunes a los daños de polillas y no requerir planchado, se convierten en una alternativa práctica y de bajo mantenimiento para diversas aplicaciones. Debido a estas cualidades, el nylon se utiliza extensamente en la fabricación de medias, tejidos y telas de punto, además de productos especializados como sedales y cerdas. El nylon moldeado también se emplea en la creación de herramientas y accesorios, tales como cepillos y mangos de pinceles. En el



ámbito textil, el hilo de nylon es frecuentemente llamado "hilo de poliamida," una referencia directa a su estructura química de poliamida.

Durante su fabricación, las fibras de nylon pasan por un proceso que incluye técnicas de extrusión, texturización y estiramiento en frío. Estas etapas permiten que las fibras se alarguen hasta cuatro veces su tamaño inicial, mejorando su resistencia, su nivel de cristalinidad y su capacidad de tracción, lo cual les confiere las propiedades óptimas necesarias para cumplir con exigentes demandas industriales. Gracias a estos tratamientos, el nylon puede ser ajustado para satisfacer los requisitos específicos de cada sector de manufactura, aumentando su versatilidad en aplicaciones industriales (Farfán & Trigoso, 2023).

El nylon también presenta una resistencia notable a una variedad de agentes químicos, tales como alcoholes, cetonas y ciertos hidrocarburos aromáticos, lo cual le permite mantener su estabilidad en ambientes químicos complejos. Sin embargo, debido a su baja viscosidad en estado fundido, el nylon puede presentar dificultades en algunos procesos de transformación industrial. Además, si se expone de forma prolongada a factores ambientales, puede volverse quebradizo y experimentar decoloración, a menos que se le aplique una protección adecuada. Para maximizar su rigidez y resistencia, el nylon puede someterse a un enfriamiento lento y controlado que permite una organización óptima de su estructura cristalina (Lagos, 2023).

Con un punto de fusión que alcanza los 263 °C, el nylon es soluble en ciertos compuestos, incluyendo el cresol, el ácido fórmico y el fenol. Existen diferentes tipos de hilos de nylon con diversos calibres y grosores, lo cual abre un amplio abanico de aplicaciones. Por ejemplo, los hilados de nylon son ampliamente utilizados en productos textiles como telas, ropa deportiva, telas de urdimbre, calcetines y sombrillas, aprovechando su resistencia y adaptabilidad a los distintos procesos de producción industrial.

Figura 1*Nylon tejido*

Nota. Nylon Tejido. Tomada de (Lagos, 2023).

2.2.2 Aplicación de textiles de nanotubos de carbono en el concreto

La nanotecnología ha generado una revolución significativa en diversas áreas, y el sector de la construcción no es la excepción. En particular, la incorporación de nanopartículas en matrices cementicias ha demostrado mejorar notablemente el desempeño de materiales como hormigones, morteros y pastas. Estas diminutas partículas, por su tamaño ultrafino, tienen la capacidad de ocupar microespacios que de otro modo quedarían vacíos en una mezcla cementicia convencional. Esto permite incrementar la densidad de la matriz y potenciar sus propiedades estructurales, aportando mayor resistencia y cohesión al material final.

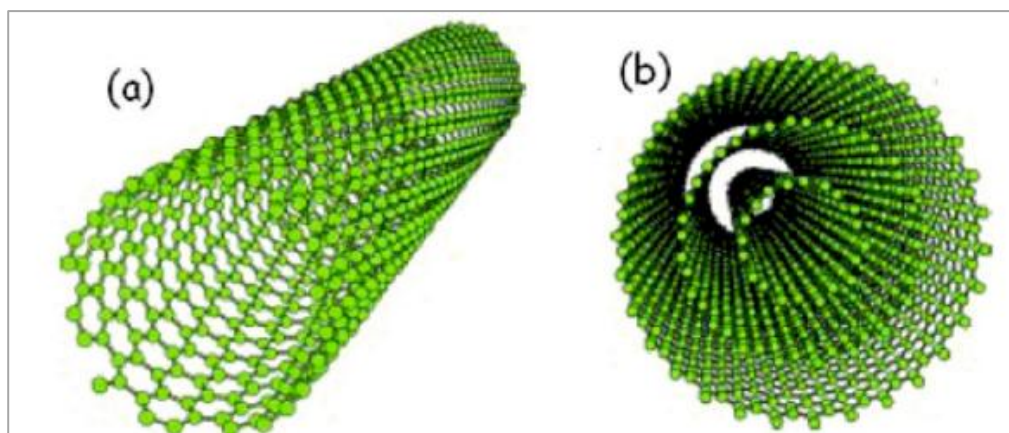
El principal objetivo de utilizar nanomateriales en compuestos basados en cemento Portland es optimizar sus características mecánicas, incrementar la cohesión dentro de la mezcla y prolongar la durabilidad del material. Además, estas partículas de tamaño nanométrico son efectivas para reducir la fluencia y minimizar las fisuras que suelen aparecer en las etapas iniciales del fraguado, lo cual es crucial para extender la vida útil

de las estructuras construidas y asegurar su resistencia frente a cargas y variaciones ambientales.

Entre los nanomateriales que más se investigan y emplean en las matrices de cemento se encuentran los nanotubos de carbono, los cuales pueden clasificarse en dos tipos principales: nanotubos de pared simple (NTCPS) y nanotubos de pared múltiple (NTCPM). Estos nanotubos no solo contribuyen a incrementar la resistencia a la tracción y mejorar la flexibilidad de los materiales, sino que también desempeñan la función de puentes de unión dentro de la matriz cementicia, brindando mayor cohesión y reduciendo el riesgo de fracturas. En la Figura se ilustran las estructuras de un NTCPS y un NTCPM, destacando sus diferencias en la configuración de capas y su potencial como refuerzo en materiales de construcción.

Figura 2

Nanotubos de carbono



La nanotecnología ofrece avances significativos para la industria de la construcción, con el uso de nanotubos de carbono posicionado como uno de los desarrollos más importantes. Su capacidad para fortalecer, densificar y estabilizar las matrices de concreto abre la puerta a la creación de estructuras más duraderas, resistentes y sostenibles, lo que establece un nuevo estándar de calidad en los materiales de construcción modernos.

Uno de los mayores desafíos al incorporar nanomateriales en matrices de cemento es lograr que se dispersen de manera uniforme en la mezcla. Si los nanomateriales no están distribuidos de forma homogénea, los beneficios que se espera que aporten a las propiedades del concreto no solo se verían limitados, sino que incluso podrían poner en riesgo la integridad de la estructura. Dado lo complejo de este proceso, se han desarrollado múltiples métodos para facilitar la dispersión de nanomateriales en el concreto, y la investigación en este ámbito continúa avanzando.

Entre las técnicas más comunes para lograr una dispersión adecuada de nanomateriales en el cemento están: (1) la dispersión en medios acuosos, que puede realizarse con o sin el uso de aditivos dispersantes y, frecuentemente, con la ayuda de ondas sónicas para mejorar la distribución; (2) la funcionalización, que implica un tratamiento químico específico en la superficie del nanomaterial; y (3) la síntesis del nanomaterial directamente en el clínker del cemento. Cada método ofrece ventajas particulares en función de las propiedades requeridas en el producto final.

La técnica de funcionalización de los nanomateriales, especialmente en el caso de los nanotubos de carbono (NTC), ha sido ampliamente explorada. Este proceso consiste en injertar grupos químicos funcionales en la superficie de los nanotubos, lo cual genera pequeñas imperfecciones en la estructura original. A pesar de alterar ligeramente la superficie del nanomaterial, estas imperfecciones ofrecen una ventaja crucial: ayudan a que los nanotubos se adhieran de forma más estable a la matriz de cemento, de modo que, al aplicarles fuerza, se dificulte su extracción, contribuyendo así a la resistencia general del material (Matos, 2023).

En cuanto a las formas alotrópicas del carbono, los nanotubos de carbono han atraído una atención especial en los sectores científico e industrial debido a su potencial como material de refuerzo a nivel nanométrico. Los nanotubos son estructuras tubulares compuestas por átomos de carbono organizados en un patrón hexagonal y dispuestos en

capas paralelas, lo que les otorga una resistencia extraordinaria y una elevada fuerza de atracción de Van der Waals.

Existen varios métodos para producir nanotubos de carbono, pero el método de ablación por láser es uno de los que ofrece un producto de alta calidad. Este proceso se basa en la vaporización de grafeno mediante irradiación con láser en una atmósfera de gas, dentro de un horno que alcanza aproximadamente los 1200 °C. La formación de nanotubos de carbono ocurre cuando se generan inestabilidades en los enlaces de los átomos de carbono en los bordes, lo que provoca una curvatura en la estructura del grafeno hasta que se transforma en el tubo característico de los NTC. (Valle & Pablo, 2016).

Gracias a su estructura y sus sobresalientes propiedades mecánicas, los nanotubos de carbono representan un material prometedor para aplicaciones en construcción. Cuando se integran adecuadamente en la matriz de concreto, estos nanotubos ofrecen una mejora significativa en la resistencia y durabilidad de los materiales cementosos, contribuyendo a la creación de estructuras más sólidas y de mayor vida útil.

2.2.2.1 Características

Los nanotubos de carbono (NTC) son estructuras únicas formadas por átomos de carbono dispuestos de manera específica, lo cual determina tanto su rendimiento como sus propiedades físicas y mecánicas. Estos átomos se organizan en un patrón hexagonal que otorga a los NTC una estructura muy estable y resistente, lo que los hace especialmente útiles en aplicaciones de alta tecnología, así como en el ámbito de la construcción avanzada (Silvestro, 2022).

En términos geométricos, existen dos factores principales que determinan las propiedades de los NTC: el diámetro y la quiralidad. La quiralidad se refiere a la orientación de los hexágonos de carbono en relación con el eje del tubo, y es un factor crucial que influye tanto en las propiedades electrónicas como en las mecánicas del nanotubo.

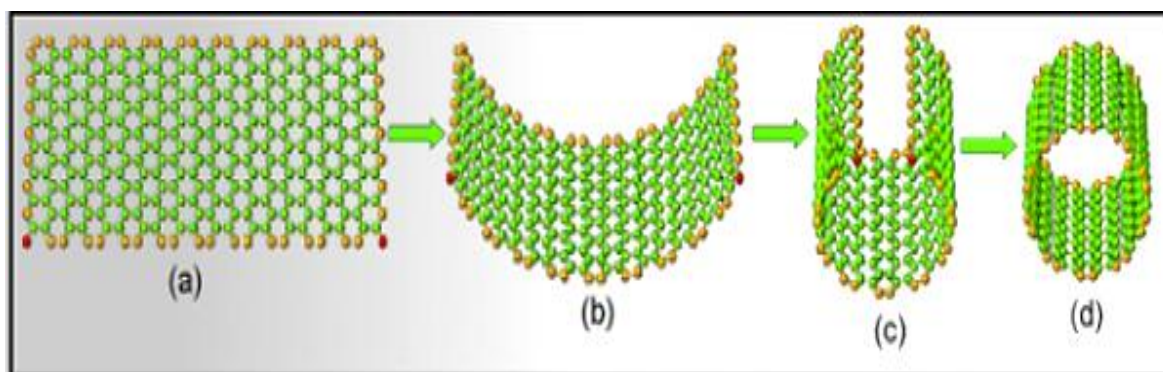
Dependiendo de cómo se dispongan estos hexágonos, los NTC pueden comportarse como conductores o como semiconductores, una característica especialmente importante para su uso en aplicaciones electrónicas y en materiales de construcción que requieran alta resistencia (Silva, 2019).

Actualmente, se están desarrollando numerosos estudios para controlar estas propiedades de los NTC con mayor precisión, tanto durante su síntesis como en la etapa de selección para usos específicos. Esta capacidad de control permite optimizar los nanotubos para aprovechar al máximo sus beneficios en las matrices en las que se integran, potenciando su rendimiento en materiales compuestos y otras aplicaciones avanzadas (Echeverry, 2020).

La formación de los NTC comienza con una lámina de grafeno de tamaño nanométrico que se enrolla en un tubo hueco. Este proceso de "enrollado" convierte la estructura bidimensional del grafeno en un nanotubo tridimensional, conservando una notable resistencia a la tracción y una elevada rigidez. Estas propiedades hacen que los NTC sean ideales para reforzar materiales, ya que su estructura tubular y su tamaño extremadamente pequeño les permiten integrarse a nivel microscópico en matrices como la del concreto, mejorando de forma significativa las propiedades mecánicas sin añadir peso adicional.

Figura 3

Características de los nanotubos de carbono



Tomada: (Silva, 2019)

Los NTC ofrecen una combinación única de ligereza, resistencia y flexibilidad, lo que los convierte en un componente revolucionario para la mejora de materiales de construcción y otras aplicaciones industriales. La capacidad de controlar el diámetro, la quiralidad y, en consecuencia, las propiedades finales de los NTC, abre amplias posibilidades de investigación y desarrollo en nanotecnología, con un potencial significativo para transformar materiales convencionales en compuestos de alto rendimiento y durabilidad en diversos sectores industriales (Becerra & De La Cruz, 2024).

2.2.2.2 Tipos

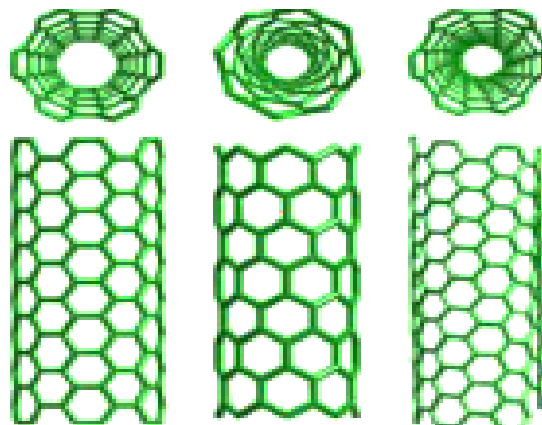
Los nanotubos de carbono se dividen principalmente en dos categorías, basadas en su estructura física: los nanotubos de pared única (SWCNT, por sus siglas en inglés) y los nanotubos de pared múltiple (MWCNT). Cada tipo presenta características únicas que los hacen adecuados para distintas aplicaciones industriales y tecnológicas.

❖ Nanotubos de Pared Única (SWCNT)

Los nanotubos de pared única son estructuras tubulares compuestas por una sola capa de grafito, enrollada en forma cilíndrica. Estos nanotubos suelen agruparse en paquetes de varias longitudes y diámetros, lo que les permite formar configuraciones de gran estabilidad y resistencia. A nivel microscópico, en imágenes obtenidas mediante microscopía electrónica de barrido, los SWCNT aparecen como una red de fibras o hilos enmarañados.

Figura 4

Nanotubos de carbono de una pared



Para aprovechar al máximo sus propiedades en aplicaciones específicas, es esencial dispersarlos adecuadamente, ya que suelen tender a aglomerarse en paquetes. Para ello, se emplean técnicas avanzadas que permiten separar los nanotubos en moléculas individuales o pequeños racimos, lo cual optimiza su rendimiento. Los SWCNT destacan por sus sobresalientes propiedades eléctricas y mecánicas, características que los hacen idóneos para su uso en electrónica, en la elaboración de materiales compuestos y en sensores (Osco, 2023).

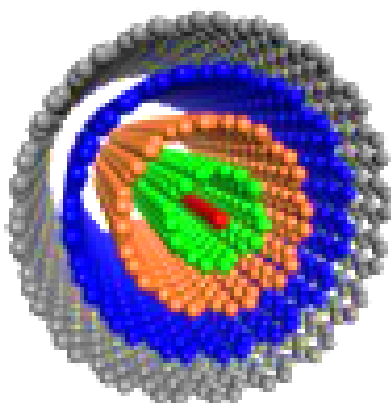
❖ Nanotubos de Pared Múltiple (MWCNT)

Los nanotubos de carbono de pared múltiple consisten en varias capas de nanotubos de pared única dispuestas de manera concéntrica, dando lugar a una estructura de tubos anidados. En este tipo de nanotubos, las capas individuales están separadas radialmente por una distancia aproximada de 0,3 nm, mientras que los diámetros exteriores pueden oscilar entre los 10 y los 50 nm. Los MWCNT fueron los primeros nanotubos de carbono identificados, observados y descritos en 1991 por el investigador japonés Sumio lijima, quien descubrió estas estructuras tubulares similares a agujas.

Debido a su configuración de múltiples capas, los MWCNT poseen una gran resistencia a fuerzas de tracción y flexión, lo que los hace especialmente útiles para aplicaciones que requieren refuerzos robustos, como en la industria automotriz y aeroespacial (Osco, 2023).

Figura 5

Nanotubos de carbono de múltiples paredes



Los nanotubos de carbono, tanto de pared única como de pared múltiple, ofrecen una amplia gama de propiedades adaptadas a sus distintas estructuras. Los SWCNT, con su notable conductividad eléctrica y flexibilidad, son ideales para aplicaciones en la electrónica, mientras que los MWCNT, gracias a su estructura multicapa que les confiere una gran robustez, son más adecuados para aplicaciones que requieren alta resistencia mecánica. Estas diferencias estructurales le otorgan a cada tipo un papel destacado en diversas industrias, abriendo el camino para avances significativos en el desarrollo de materiales de alta tecnología.

2.2.2.3 Propiedades

❖ Electrónicas

Los nanotubos de carbono destacan por sus sobresalientes propiedades electrónicas. Estas características dependen en gran medida de los índices de Hamada, un parámetro que define si el nanotubo será metálico o semiconductor. En particular, si estos índices son múltiplos de tres, el nanotubo se considera metálico, mientras que en otros casos se comporta como un semiconductor. Todos los nanotubos de tipo "armchair" son metálicos, en tanto que los tipos zigzag y quirales pueden ser tanto metálico como semiconductores. Los nanotubos metálicos permiten un transporte rápido y directo de electrones, posibilitando el flujo de corriente a lo largo de grandes distancias sin que se genere calentamiento en la estructura. Además, es posible crear diferentes configuraciones uniendo nanotubos de tipos diversos, formando así enlaces metal-semiconductor, semiconductor-semiconductor o metal-metal. Los enlaces metal-semiconductor, por ejemplo, funcionan de manera similar a un rectificador, debido a las peculiaridades de la unión. Por otro lado, en las uniones metal-metal, dependiendo del arreglo de los nanotubos, se puede permitir o bloquear completamente el paso de electrones, una propiedad útil para el desarrollo de nano-interruptores.



❖ Ópticas

Las propiedades ópticas de los nanotubos de carbono se estudian principalmente a través de la espectroscopia Raman. Este método se basa en la dispersión de una luz monocromática (generalmente, un láser) sobre el material, lo cual provoca una variación en la energía de los fotones, permitiendo un análisis detallado de las características del material. Los nanotubos también presentan luminiscencia, lo que los convierte en potenciales fuentes de luz microscópica para la creación de optomemorias y otros dispositivos a nanoescala. Sin embargo, la baja eficiencia de los nanotubos de carbono puros limita su uso comercial en estas aplicaciones.

❖ Ignífugas

Se ha comprobado experimentalmente que los polímeros reforzados con nanotubos de carbono presentan propiedades ignífugas. Aunque aún no se comprende completamente el mecanismo, se cree que, en caso de incendio, los nanotubos se desplazan hacia la superficie, formando una capa protectora que actúa como barrera y preserva la integridad estructural del polímero. Al conducir el calor de manera eficiente a lo largo del eje del nanotubo, pero no en la dirección transversal, los nanotubos contribuyen a la resistencia al fuego sin afectar la estructura subyacente. Esta propiedad de los nanotubos los convierte en una alternativa más ecológica a los retardantes de llama convencionales, que suelen ser nocivos para el medioambiente. Su inclusión en materiales ignífugos resulta crucial para aplicaciones en aviones y otras industrias donde se emplean plásticos inflamables.

❖ Térmicas

Los nanotubos de carbono presentan una excelente estabilidad a altas temperaturas y una conductividad térmica excepcionalmente alta a lo largo de su eje, superando incluso la del diamante. En cambio, cuando se aplica calor en una dirección perpendicular al eje, los nanotubos reflejan el calor, creando un efecto aislante. Estas



propiedades pueden transferirse a los materiales compuestos que contienen nanotubos de carbono, permitiendo el desarrollo de materiales que ofrezcan conductividad térmica en una dirección y aislamiento en otra, en función de la alineación de los nanotubos. Estas propiedades pueden aprovecharse en aplicaciones electrónicas para la disipación de calor, como en chips que alcanzan temperaturas superiores a 100 °C, o para crear eficaces barreras térmicas.

❖ Mecánicas

Los estudios tanto teóricos como experimentales han demostrado que los nanotubos de carbono son una de las fibras más fuertes conocidas. Estos nanotubos pueden deformarse en respuesta a fuerzas externas sin sufrir cambios permanentes en su estructura molecular, recuperando su forma original después de torsiones, compresiones o incluso aplanamientos. Además de su gran resistencia, su ligereza es otra ventaja, especialmente en comparación con materiales de propiedades similares. Sin embargo, medir la resistencia de los nanotubos sigue siendo un reto debido a su tamaño extremadamente pequeño y la falta de instrumentos precisos para evaluar tensiones a esta escala. Las pruebas realizadas hasta el momento indican que los nanotubos pueden soportar presiones máximas de hasta 130 GPa, en contraste con los 5 GPa o menos que soporta el acero, lo que reafirma su potencial como materiales de refuerzo de alta resistencia en diversas aplicaciones.

2.2.3 *El concreto*

El concreto es uno de los materiales más comunes y valorados en el ámbito de la construcción, especialmente en la creación de estructuras y edificaciones, gracias a su notable resistencia y longevidad. La calidad y estabilidad de una estructura dependen en gran medida del concreto utilizado, lo que subraya la relevancia de optimizar sus propiedades para asegurar un desempeño estructural de alta calidad. De manera sencilla,



el concreto puede describirse como una "piedra artificial" creada a partir de la combinación de varios ingredientes, que al endurecerse forma una estructura fuerte y estable (Chimbo, 2024).

La producción de concreto implica varias etapas clave. En primer lugar, se mezclan sus ingredientes principales, que suelen incluir cemento, agua, arena y grava. Una vez realizada la mezcla, el concreto se transporta hasta el sitio de construcción, donde se vierte en el encofrado, es decir, el molde que le dará forma. Después, se procede a su compactación y finalmente a un proceso esencial de curado. El curado es una etapa fundamental, ya que permite que el concreto desarrolle sus propiedades de resistencia y durabilidad, logrando así su capacidad de soportar cargas y resistir diversas condiciones ambientales una vez endurecido (De la Oliva & Melendrez, 2023).

En ocasiones, de acuerdo con las especificaciones del diseñador o las exigencias del proyecto, es conveniente añadir ciertos compuestos químicos llamados "aditivos". Estos aditivos son incorporados en la mezcla para mejorar o modificar algunas propiedades del concreto, como su facilidad de manejo (trabajabilidad), su tiempo de fraguado, y su capacidad de resistencia y durabilidad. Existen varios tipos de aditivos que cumplen funciones específicas: los acelerantes, por ejemplo, aceleran el proceso de fraguado; los retardadores, por el contrario, ralentizan este proceso; los plastificantes mejoran la trabajabilidad sin requerir exceso de agua; y los superplastificantes permiten obtener una mezcla fluida y manejable sin sacrificar la resistencia final. Estos aditivos son esenciales para ajustar las características del concreto y adaptarlo a las particularidades de cada proyecto, permitiendo un mejor desempeño y adecuación a las condiciones y requisitos de construcción (Espinoza, 2023).

El concreto es un tipo de material compuesto que se elabora mediante la mezcla de varios elementos fundamentales: el cemento, La grava, la arena y el agua son ejemplos de áridos gruesos. Los áridos finos incluyen la arena y la grava. Además, en muchas ocasiones se añaden ciertos aditivos con el propósito de optimizar o modificar sus

características específicas. En su estado fresco, el concreto presenta una consistencia maleable, lo cual facilita su manipulación y adaptación a diversas formas y diseños estructurales. Sin embargo, una vez que el material se endurece, alcanza una notable resistencia a la compresión, una propiedad que le confiere su popularidad y preferencia en el sector de la construcción a nivel global.

La formación de la estructura del concreto se logra mediante la integración de una pasta cementante con agregados finos y gruesos, creando una matriz sólida y resistente cuando se ha endurecido completamente. En esta investigación, además de los elementos convencionales, se añadirá un tipo específico de fibras con el propósito de mejorar las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto. La inclusión de estas fibras no solo contribuirá a fortalecer la estructura interna, sino que también aumentará su resistencia ante diversas cargas y condiciones de desgaste, ampliando así su vida útil y adaptabilidad en diferentes aplicaciones de ingeniería estructural.

2.2.3.1 Componentes

a. Cemento

Hoy en día, el cemento es uno de los materiales de construcción más utilizados en el mundo, considerado indispensable en la realización de obras civiles y arquitectónicas. Su bajo costo y su notable versatilidad lo convierten en el adhesivo de preferencia en proyectos de diversa escala. Debido a sus excepcionales propiedades físicas y mecánicas, el cemento es empleado en una amplia gama de aplicaciones, actuando como el elemento activo y cohesivo en mezclas de concreto y mortero (Espinoza, 2023).

El uso del cemento se remonta a civilizaciones antiguas, como los egipcios, griegos y romanos, quienes empleaban materiales similares en sus construcciones. Los egipcios y los romanos, por ejemplo, utilizaban una mezcla de yeso y cal común obtenida al calcinar piedra caliza. Además, los romanos y griegos desarrollaron técnicas avanzadas al incorporar ceniza volcánica, conocida como puzolana, la cual, al mezclarse con cal,



adquiría consistencia y solidez en presencia de agua, mejorando la durabilidad de sus estructuras. Esta combinación permitió la construcción de edificaciones duraderas que han resistido el paso del tiempo (Espinoza, 2023).

El cemento actual, conocido como cemento Portland, es el más común para la producción de concreto. Se obtiene mediante la pulverización del clinker —un material formado al calcinar en hornos las materias primas como caliza y arcilla— al que se le añade una pequeña cantidad de yeso para regular su tiempo de fraguado. Este tipo de cemento es apreciado por sus propiedades de adherencia y cohesión, que permiten la unión de fragmentos minerales y la formación de una estructura sólida y resistente. El cemento Portland ha revolucionado la construcción moderna, haciendo posible la edificación de estructuras fuertes y duraderas que soportan cargas y condiciones ambientales extremas, convirtiéndose así en la base de la infraestructura global.

El cemento es un material fundamental en el ámbito de la construcción, utilizado como un potente aglutinante para dar cohesión y resistencia a diversas estructuras. Su elaboración comienza con la combinación de minerales esenciales, principalmente caliza y arcilla, que pasan por un proceso intenso de calcinación en hornos que operan a temperaturas extremadamente elevadas. A lo largo de esta etapa, estas materias primas experimentan una serie de cambios químicos complejos que culminan en la formación de clinker, el componente base y clave del cemento. Este clinker se somete luego a un proceso de molienda hasta lograr un polvo fino y uniforme, conocido comúnmente como cemento (Cieza & Domenack, 2024).

Una característica esencial del cemento es su habilidad para fraguar y endurecer al entrar en contacto con agua, lo que desencadena una reacción de hidratación. Este proceso es lo que permite al cemento adquirir firmeza y una resistencia considerable, cualidades que lo convierten en el material ideal para unir y cohesionar partículas de otros elementos, como la arena y la grava. En las mezclas de concreto, el cemento se convierte en el núcleo cohesivo, actuando como el “pegamento” que mantiene los materiales unidos

y confiere solidez y durabilidad al conjunto. Esta función de cohesión y resistencia estructural hace del cemento un componente insustituible en la mayoría de los proyectos de construcción, desde edificaciones pequeñas hasta grandes infraestructuras (Torres, 2023).

b. Agregados

Los agregados son un conjunto de partículas de variados tamaños y características, que pueden proceder de fuentes naturales o fabricarse de manera artificial. Dependiendo de sus propiedades y del propósito específico para el que se destinen, estos materiales pueden someterse a diferentes tratamientos o procesos de preparación. En la elaboración de concreto, los agregados ocupan un papel central, ya que, junto con el cemento y el agua, conforman los elementos principales de esta mezcla esencial en construcción (Rodríguez & Díaz, 2020).

Existen dos categorías fundamentales de agregados: finos y gruesos. Los agregados finos, como la arena, tienen la función de aportar cohesión y mejorar la manejabilidad de la mezcla, facilitando su aplicación en diversas formas y estructuras. Por otro lado, los agregados gruesos, como la grava, son responsables de añadir fortaleza y estabilidad al concreto, proporcionando resistencia estructural a largo plazo. La elección precisa y la proporción adecuada de estos tipos de agregados es de suma importancia, ya que sus características influyen directamente en el desempeño del concreto final. Aspectos como su durabilidad, resistencia a la compresión y respuesta a factores ambientales dependen en gran medida de una selección y mezcla óptimas de estos agregados. Esta correcta combinación asegura que el concreto cumpla con los estándares de calidad y soporte las exigencias del entorno en el que será utilizado.

c. Agua

El agua es una de las partes fundamentales en la composición del concreto, ya que cumple varias funciones clave. Primero, permite la hidratación del cemento, un proceso



esencial en el que el cemento reacciona químicamente con el agua, generando la capacidad de fraguar y endurecer. Este proceso de endurecimiento convierte la mezcla en un sólido único y cohesivo junto con los agregados, proporcionando la resistencia y durabilidad que caracterizan al concreto. Además, el agua le otorga a la mezcla la fluidez y manejabilidad necesarias para facilitar su aplicación y moldeo en el sitio de construcción (Guamán & Orozco, 2022).

Si bien el agua puede ser extraída de fuentes naturales en caso de no contar con redes de acueducto, es fundamental que esté libre de sustancias contaminantes, como aceites, ácidos, materiales alcalinos y materia orgánica, que pueden afectar la calidad del concreto. Cuando el agua proviene de pozos, es necesario realizar un análisis de su composición para asegurar que su pH se mantenga estable a lo largo del tiempo, garantizando así su idoneidad para el concreto. Según estos autores, cualquier agua no potable o de calidad dudosa debe probarse mediante la preparación de cubos de mortero, los cuales deben alcanzar al menos el 90% de la resistencia de los morteros preparados con agua potable a los 7 y 28 días de fraguado. Esta prueba asegura que el agua empleada no comprometa la resistencia y durabilidad del concreto (Marroquín & López, 2019).

Existe la creencia de que cualquier agua apta para el consumo humano es adecuada para la producción de concreto. Sin embargo, esta premisa puede no ser del todo cierta, ya que algunas plantas de tratamiento de agua añaden sustancias químicas, como sulfatos de aluminio, cloro, flúor o incluso azúcares, que pueden interferir con el proceso de fraguado del cemento, causar corrosión en los elementos metálicos o dejar manchas en la superficie del concreto. Estas sustancias pueden modificar las propiedades químicas del agua y, en consecuencia, afectar la calidad y durabilidad del concreto (Rodríguez & Díaz, 2019).

Por ello, es fundamental asegurarse de que el agua utilizada en el concreto esté libre de impurezas y de sustancias que puedan alterar las reacciones químicas involucradas en el fraguado y endurecimiento del cemento.



El agua cumple un rol esencial en la preparación del concreto, ya que su interacción con el cemento da inicio a una serie de reacciones químicas conocidas como hidratación. Este proceso resulta crucial, pues es el que permite que la mezcla de concreto se endurezca progresivamente, adquiriendo la firmeza y resistencia que son necesarias para que pueda ser utilizada en diversas aplicaciones estructurales. Durante la hidratación, el cemento se transforma en una pasta sólida que se adhiere de manera efectiva a los agregados, formando una estructura compacta y robusta.

La proporción y calidad del agua que se añade al concreto son aspectos decisivos en el rendimiento final de la mezcla. La cantidad correcta de agua facilita la manejabilidad de la mezcla en su estado fresco, permitiendo que se coloque y moldee sin dificultades. Sin embargo, el exceso de agua puede disminuir la densidad de la mezcla, debilitando la resistencia del concreto una vez que ha endurecido. Por otro lado, una cantidad de agua insuficiente podría impedir que la mezcla logre una cohesión adecuada, dificultando el fraguado y comprometiendo la integridad estructural. Además, es fundamental que el agua utilizada esté limpia y libre de impurezas o contaminantes, ya que cualquier presencia de elementos no deseados puede interferir en las reacciones químicas del fraguado, afectando negativamente tanto las propiedades mecánicas como la durabilidad del concreto resultante (Peña & Sanchez, 2022).

2.2.3.2 Características

a. Trabajabilidad

La trabajabilidad es una propiedad esencial en el concreto fresco, ya que define su capacidad para ser manipulado y moldeado de acuerdo con los requerimientos específicos de cada proyecto sin que se vean afectadas sus propiedades estructurales. Una mezcla de concreto con buena trabajabilidad facilita su colocación, compactación y acabado, lo que es crucial para lograr una estructura sólida, uniforme y libre de defectos internos que

puedan comprometer su rendimiento. Sin embargo, esta característica puede variar considerablemente dependiendo de diversos factores, como la cantidad de agua utilizada, el tipo y proporción de agregados, la dosificación de cemento y el grado de hidratación. Si uno de estos elementos, especialmente el agua o los agregados, se añade en exceso, la calidad del concreto puede verse comprometida, disminuyendo su resistencia y durabilidad una vez que se ha endurecido (Boñon, 2023).

Para mejorar la trabajabilidad del concreto sin sacrificar sus propiedades mecánicas, a menudo se recurre al uso de aditivos químicos, como los plastificantes y superplastificantes. Estos aditivos permiten que la mezcla sea más fluida y fácil de manejar, lo que resulta útil al colocar el concreto en moldes o en estructuras de diseño complejo. Además, el uso de estos aditivos minimiza la necesidad de añadir grandes cantidades de agua, lo cual es especialmente beneficioso, ya que un exceso de agua puede debilitar la resistencia final del concreto y aumentar su porosidad, haciéndolo más vulnerable a la penetración de agentes externos y al desgaste con el paso del tiempo. Así, los aditivos no solo optimizan la manejabilidad del concreto, sino que también contribuyen a conservar su calidad y durabilidad en el largo plazo (Guevara, 2024).

b. Consistencia

La consistencia es una característica fundamental en el concreto fresco, ya que define su capacidad para mantener su forma y comportamiento de manera estable antes de que inicie el proceso de fraguado. Esta propiedad está estrechamente vinculada a la fluidez y docilidad de la mezcla, aspectos que pueden verse influenciados por la cantidad de agua contenida en la masa de concreto. Una consistencia adecuada permite que el concreto se ajuste con facilidad a los moldes y configuraciones de la estructura sin comprometer su uniformidad y evitando que se produzcan segregaciones o desajustes en la mezcla (Garcés & Vergara, 2023).

Para que el concreto funcione de manera óptima en el contexto de una obra, es crucial que tenga una consistencia que facilite su adhesión y permita el llenado completo

de los encofrados, garantizando así la ausencia de huecos o vacíos internos que podrían disminuir la solidez de la estructura. Además, una buena consistencia contribuye a reducir la cantidad de burbujas de aire que podrían quedar atrapadas en la mezcla, lo cual disminuye las porosidades en la superficie y proporciona un acabado más uniforme y resistente. En definitiva, lograr una consistencia adecuada en el concreto es esencial para asegurar que la estructura final cumpla con los estándares de calidad y durabilidad esperados (Duart, 2021).

c. Resistencia compresiva

La resistencia a la compresión en el concreto representa la máxima fuerza que este material es capaz de soportar antes de alcanzar el punto de ruptura. Dado que el concreto se emplea principalmente en aplicaciones que requieren soportar cargas de compresión, esta característica se considera un indicador esencial de su calidad y capacidad estructural. Desde una perspectiva técnica, la resistencia a la compresión es la mayor carga axial que un espécimen de concreto puede resistir sin fallar, y usualmente se mide en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2). Esta propiedad suele evaluarse después de un periodo de 28 días, que es el tiempo en que el concreto alcanza un nivel de resistencia más estable y óptimo, representado por el símbolo $F'c$ (Pachamango, 2022).

La resistencia a la compresión es una propiedad física de gran relevancia, no solo como indicador de la calidad del concreto, sino también como un aspecto fundamental en el diseño estructural. Los ingenieros dependen de esta medida para asegurar que el concreto utilizado en sus proyectos sea capaz de soportar las cargas planificadas sin poner en riesgo la integridad de la estructura.

d. Resistencia a flexión

La resistencia a la flexión es un indicador de la capacidad del concreto no reforzado para soportar fallas ante momentos flexionantes, como los que se generan en elementos estructurales como losas o vigas. Para medir esta propiedad, se realizan ensayos en vigas de concreto con dimensiones estandarizadas de 150 x 150 mm en su sección transversal

y con una distancia entre apoyos (luz) que sea al menos tres veces el espesor de la viga. Esta resistencia se expresa mediante el Módulo de Rotura (M_r), y se puede medir en libras por pulgada cuadrada o en megapascales (MPa), según el sistema de unidades empleado.

El Módulo de Rotura representa generalmente entre un 10% y un 20% de la resistencia a la compresión del concreto, aunque este valor puede variar según factores como el tipo, tamaño y cantidad de los agregados gruesos en la mezcla. Esta relación proporciona una correlación práctica entre el diseño de mezcla del concreto y su capacidad para resistir los esfuerzos de flexión, ayudando a que el material responda eficazmente a las demandas estructurales (Barturen & Veliz, 2024).

El ensayo para determinar el M_r se realiza aplicando carga en las vigas en puntos específicos, dividiendo su longitud en tercios. Esta distribución de carga tiende a producir valores de resistencia algo más bajos en comparación con los ensayos en los que la carga se aplica directamente en el punto medio de la viga, mostrando una diferencia que puede llegar hasta el 15%. Este valor ligeramente más bajo refleja un escenario de carga más crítico, proporcionando así una medida conservadora de la resistencia a la flexión del concreto.

Además de la resistencia a la flexión, otro parámetro fundamental es el módulo de elasticidad del concreto, que mide su capacidad de soportar deformaciones elásticas bajo la aplicación de carga, representando así la rigidez del concreto frente a fuerzas externas. La determinación del módulo de elasticidad sigue normas específicas y se presenta en forma de una curva, que conecta puntos de referencia de una deformación unitaria de 0.00005 y el 40% de la última carga aplicada. Esta curva permite observar cómo responde el concreto a las cargas, mostrando su capacidad de deformarse y de volver a su forma original dentro del rango elástico (Galán & Nieto, 2021).

En conjunto, tanto la resistencia a la flexión como el módulo de elasticidad son propiedades clave que permiten evaluar el comportamiento del concreto en estructuras



sometidas a distintos tipos de carga, asegurando que las construcciones sean seguras y duraderas.

2.2.4 Nanotecnología en el concreto

El mundo actual avanza a un ritmo vertiginoso, con continuos desarrollos en investigación y nuevas invenciones que han impulsado la creación de materiales innovadores mediante la nanotecnología en diversos campos. No hay duda de que llegará un momento en el cual la nanotecnología se integre plenamente en el sector de la construcción, facilitando el desarrollo de materiales con propiedades excepcionales que incrementen la eficiencia y la durabilidad de las estructuras. Estos avances prometen ofrecer resultados innovadores en el futuro, transformando radicalmente la forma en que concebimos y edificamos nuestras infraestructuras (Navarro & Forero, 2017).

La implementación de la nanotecnología en materiales de construcción no se limita solo a mejorar sus propiedades mecánicas; también se proyecta como una herramienta poderosa en la lucha contra la contaminación ambiental, un tema de creciente relevancia en la actualidad. La creación de materiales más resistentes y de mayor durabilidad disminuye la frecuencia de reparaciones y la necesidad de reemplazo, lo que conlleva una reducción en el consumo de recursos y en las emisiones asociadas a estos procesos.

Hoy en día, la nanotecnología empieza a tener aplicaciones prácticas en la construcción, con innovaciones como sensores de escala nanométrica que pueden integrarse en las estructuras para monitorear con precisión su estado y rendimiento en tiempo real. Además, se están desarrollando versiones mejoradas de materiales convencionales como el acero y el concreto, que ofrecen mayor durabilidad y resistencia, prolongando considerablemente su vida útil y minimizando el impacto ambiental de su uso.

Hasta el momento, gran parte de los estudios en el ámbito de la construcción se han enfocado en la investigación de materiales cementantes. Estos estudios buscan profundizar en el entendimiento de los nanomateriales y su respuesta a distintos tipos de



estrés a nivel nanométrico, con el objetivo de optimizar sus propiedades y adaptar mejor su desempeño a las exigencias estructurales actuales.

El avance en el estudio de nanomateriales ha sido posible gracias a la colaboración interdisciplinaria de expertos que han desarrollado herramientas avanzadas para observar y manipular la materia a nivel de nanoescala, una capacidad que hace solo dos décadas parecía lejana. Esta habilidad para trabajar en la nanoescala abre nuevas oportunidades para modificar y mejorar el concreto, no solo incrementando sus propiedades mecánicas, sino también incorporando características completamente novedosas.

La incorporación de nanomateriales en el concreto permite ajustar y mejorar propiedades específicas del material. Modificar el cemento o sus agregados con nanomateriales puede llevar a la creación de concretos con alta resistencia a la compresión, baja resistividad eléctrica, capacidad de autolimpieza y, en algunos casos, incluso propiedades autorreparadoras para cerrar microfisuras. Estas innovaciones amplían el potencial del concreto como material de construcción, haciéndolo más versátil, duradero y funcional en un mundo que requiere infraestructuras más adaptables y sostenibles.

2.3 Marco conceptual

- a. **Concreto:** Los concretos son materiales de construcción compuestos fundamentalmente por una mezcla de cemento, grava, arena y agua. Al endurecerse, forma una estructura sólida que es utilizada ampliamente en las construcciones por su durabilidad, resistencias a la compresión y versatilidades en diferentes tipos de proyectos.

- b. **Nylon:** El nylon como material son polímeros sintéticos, perteneciente a la familia de las poliamidas, conocido por su alta resistencia, flexibilidad y durabilidad. Es empleado en variedades de aplicaciones, incluyendo textiles, plásticos industriales y materiales



de refuerzo, debido a su resistencia a la abrasión, su elasticidad y su resistencia a la humedad y productos químicos.

- c. **Nanotubos de carbono:** Estos materiales son componentes cilíndricos en escalas nanométricas de orden compuesto exclusivamente por átomos de carbono. Tienen propiedades mecánicas y eléctricas excepcionales, como grandes resistencias a la tracción y altos valores de conductividades eléctricas, lo que los convierte en un material prometedor para aplicaciones avanzadas en ciencia de materiales y tecnología de construcción.
- d. **Resistencia a compresión:** La resistencia compresiva son capacidades de los materiales que soportan cargas que quieren disminuir su composición endurecida. En materiales de construcción como los concretos, esta característica es primordial, puesto que estima las capacidades de los materiales para soportar fuerzas de compresión evitando sufrir una deformación permanente o fallas estructurales.
- e. **Resistencia a flexión:** El módulo de rotura es la capacidad de un material para resistir fuerzas que tienden a doblarlo o deformarlo. Es un parámetro importante en materiales utilizados en construcción y diseño estructural, ya que permite evaluar el rendimiento del material cuando se enfrenta a cargas transversales.
- f. **Trabajabilidad:** Este parámetro está orientado a las facilidades con la que un material, especialmente el concreto, puede ser mezclado, manejado, transportado y colocado en su posición final sin sufrir pérdida de homogeneidad o resistencia. La trabajabilidad es esencial para asegurar una adecuada colocación y consolidación del material en la estructura deseada.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de Investigación es el conjunto sistemático de principios, técnicas y procedimientos utilizados para diseñar y llevar a cabo estudios científicos que buscan responder preguntas y resolver problemas en distintas áreas del conocimiento. Este enfoque permite estructurar el proceso investigativo de manera lógica y ordenada, desde la formulación de preguntas de investigación hasta la recolección, análisis e interpretación de los datos obtenidos. la metodología de investigación incluye tanto enfoques cuantitativos, que se basan en la medición y el análisis estadístico de datos, como cualitativos, que buscan interpretar fenómenos desde perspectivas subjetivas y contextuales. En esencia, la metodología de investigación permite a los investigadores construir conocimiento científico de forma confiable, estructurando cada etapa del proceso para responder preguntas y lograr conclusiones que contribuyan al avance de su disciplina (Rodríguez, 2020).

3.1 Enfoque de la investigación

Según Guevara et al. (2020) el enfoque de estudio se refiere a las características del estudio y abarca la totalidad del proceso de investigación, que incluye la definición del



tema, el planteamiento del problema de investigación, la determinación de la estrategia metodológica y la recogida, el análisis y la interpretación de los datos.

El presente trabajo de investigación se basa en un enfoque cuantitativo, debido a que desde la obtención, tratamiento y presentación de resultados se manejaron datos numéricos, teniéndose cálculos consecutivos.

3.2 Nivel y tipo de investigación

El estudio aplicado es un tipo de investigación cuyo objetivo principal es la resolución de problemas específicos y prácticos, mediante la aplicación de conocimientos teóricos en contextos reales. Este tipo de investigación se centra en obtener resultados prácticos que puedan implementarse directamente en sectores como la industria, la educación, la salud, y el desarrollo social, orientando el conocimiento científico hacia aplicaciones tangibles que impacten en la sociedad. La investigación aplicada es esencial para la toma de decisiones y la formulación de políticas, ya que permite que los resultados de las investigaciones sean aplicables y útiles en contextos específicos. A diferencia de la investigación básica, cuyo propósito es ampliar el conocimiento teórico sin una aplicación inmediata, la investigación aplicada tiene una orientación práctica y está dirigida a resolver problemas concretos en el entorno social o laboral (Rodríguez, 2020).

El presente estudio cuenta con un tipo de estudio aplicada, ya que se busca resolver problemas prácticos al evaluar cómo el uso de materiales reciclados, como el nylon y textiles de nanotubos de carbono, mejoramiento de las características de concretos hidráulicos.

3.3 Nivel de la investigación

El nivel explicativo es un nivel avanzado en el proceso de investigaciones científicas, cuyo propósito principal es identificar las causas de los fenómenos estudiados

y entender el "por qué" y el "cómo" ocurren. Este nivel de investigación va más allá de la mera descripción y comparación, y se enfoca en establecer relaciones de causa y efecto entre variables para proporcionar una comprensión profunda de los fenómenos. El nivel explicativo permite la construcción de teorías y modelos que ayudan a predecir comportamientos o resultados bajo condiciones específicas. Para ello, este tipo de investigación a menudo recurre a diseños experimentales y cuasi-experimentales, que son herramientas idóneas para probar hipótesis sobre relaciones causales con un alto grado de validez interna (Villanueva, 2022).

La presente investigación se rige bajo un nivel de estudio explicativo, puesto que el estudio es de causa y efecto, buscando comprender las relaciones causales entre la aplicación de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono reciclados y las propiedades de concretos hidráulicos.

3.4 Diseño de la investigación

El diseño de investigación experimental es un tipo de diseño estructurado para establecer relaciones de causa y efecto mediante la manipulación y el control de variables en un entorno controlado. Este tipo de diseño permite a los investigadores asignar intencionadamente condiciones específicas a diferentes grupos, lo que facilita la observación de los efectos directos de una variable independiente sobre una o más variables dependientes. El diseño experimental se distingue por su rigor metodológico, ya que incluye la manipulación de una variable (o más) al mismo tiempo conserva el estricto control en las demás variables que puedan incidir en el resultado. Esto generalmente se logra mediante la asignación aleatoria de los participantes a grupos experimentales y de control, una técnica que asegura la validez interna del estudio al minimizar el sesgo y la variabilidad externa (Villanueva, 2022).

El presente estudio se guía bajo un diseño experimental, ya que se hace la manipulación de la variable independiente y se buscó evaluar mediante experimentos



controlados, cómo la aplicación de materiales reciclados como nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono influye en las propiedades del concreto hidráulico.

3.5 Métodos de la investigación

El método de investigación científico es un conjunto sistemático de pasos que los científicos y académicos siguen para investigar fenómenos, formular hipótesis, experimentar y llegar a conclusiones con el fin de obtener conocimiento verificable y objetivo. Este método se caracteriza por su enfoque estructurado y su aplicación lógica, que permite organizar la investigación en fases secuenciales para asegurar la objetividad y reproducibilidad de los resultados. El método de investigación científico es una herramienta fundamental en la construcción del conocimiento, ya que proporciona un marco sistemático y objetivo para el estudio de fenómenos naturales y sociales. Este método garantiza la precisión y la confiabilidad de los resultados, lo cual es crucial para el avance de la ciencia y la validación del conocimiento en diferentes disciplinas (Villanueva, 2022).

En el presente estudio el método es científico porque siguió un proceso sistemático que incluye la identificación de un problema, la formulación de hipótesis, la experimentación controlada con materiales reciclados, y el análisis de resultados para validar o refutar las hipótesis planteadas.

3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

La población está definida como un universo de elementos, sujetos o individuos que comparten una o más características y que son de interés para un estudio específico. La población representa el universo sobre el cual el investigador desea hacer inferencias o aplicar los hallazgos de su estudio. Puede estar compuesta por personas, organizaciones, objetos o eventos, dependiendo del ámbito y objetivo de la investigación. Es esencial en el



diseño de la investigación, ya que define los límites y las características del grupo que se estudiará y, por lo tanto, influye en la validez y generalización de los resultados. La población puede ser finita, cuando tiene un número delimitado de elementos, o infinita, cuando no tiene una cantidad exacta de individuos o elementos medibles (Iglesias, 2021).

La población está conformada por las mezclas de concreto hidráulico que pueden ser fabricadas en la provincia de Sandia, además de concreto con incorporación de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono reciclados.

3.6.2 *Muestra*

La muestra en investigación es un subconjunto que representa a la población más amplia, mismo que se preselecciona a fin de ser investigado para la realización de inferencias sobre el grupo completo. Una muestra se elige para facilitar la recolección y el análisis de datos, permitiendo a los investigadores estudiar un grupo manejable en lugar de toda la población, lo que sería costoso y en muchos casos impracticable. La representatividad de la muestra es un elemento clave, ya que de esta depende que los resultados puedan generalizarse con precisión a la población de interés. Para lograrlo, existen distintos métodos de muestreo, como el muestreo probabilístico (que permite la selección aleatoria de elementos) y el no probabilístico (donde la selección no se basa en el azar). Estos métodos aseguran que la muestra refleje adecuadamente las características de la población, minimizando así el sesgo y aumentando la validez de los resultados (Castillo et al., 2014).

La muestra está constituida por grupos de control de concreto hidráulico convencional y grupo de concreto con incorporación de proporciones controladas de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono reciclados, a fin de explicar las variaciones.

Tabla 2*Cantidad de especímenes de prueba para ensayos*

Grupo de prueba	Cantidad de muestra para cada grupo de prueba		
	Asentamiento	Módulo de elasticidad	Resistencia a la flexión
MC	3	5	5
0.5% NTR	3	5	5
0.8% NTR	3	5	5
1.2% NTR	3	5	5
0.5% TNC	3	5	5
0.8% TNC	3	5	5
1.2% TNC	3	5	5

Nota. composición propia de grupos de prueba.

MC : Muestra control

NTR : Nylon tejido reciclado

TNC : Textiles de nanotubos de carbono

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

Las técnicas de investigación son instrumentos especializados empleados por los investigadores para recopilar, analizar e interpretar datos con el fin de responder a las preguntas y cumplir los objetivos de la investigación. Estas técnicas abarcan un amplio rango de procedimientos que pueden ser aplicados en diferentes etapas de la investigación, desde la observación inicial hasta el análisis de los resultados finales. Las técnicas de investigación pueden clasificarse en cualitativas y cuantitativas, dependiendo del enfoque del estudio. Las técnicas cuantitativas incluyen encuestas, experimentos y análisis estadístico, donde los datos se recogen en forma numérica y se analizan estadísticamente. Las técnicas cualitativas, como entrevistas, grupos focales y análisis de contenido, buscan profundizar en la comprensión de los fenómenos desde una perspectiva interpretativa y contextual (Hadi et al., 2023).

Las técnicas en las que se guía el trabajo, están dadas por:

- Observación directa
- Toma de muestras en campo
- Recolección de nylon tejido reciclado
- Recolección de nanotubos de carbono
- Diseño de mezclas
- Ensayos de laboratorio
- Análisis e interpretación de resultados.

3.7.2 Instrumentos

Los instrumentos son recursos específicos diseñados para recolectar datos que permitan responder a las preguntas de investigación y validar las hipótesis planteadas en un estudio. Estos instrumentos incluyen cuestionarios, entrevistas, escalas de medición, listas de verificación, y guías de observación, entre otros, y su adecuada aplicación es fundamental para garantizar la validez y confiabilidad de los datos obtenidos. Los instrumentos de investigación deben ser contruidos y seleccionados cuidadosamente, asegurando que estén alineados con los objetivos y el diseño metodológico del estudio. La adecuación de un instrumento depende de su capacidad para medir con precisión las variables de interés y minimizar el sesgo en la recolección de datos (Hadi et al., 2023).

Los instrumentos de mayor relevancia para la investigación realizada, fueron:

- Fichas de toma de datos en campo
- Herramienta y bolsas para muestreo de agregados en campo
- Recipientes y/o bolsas para nylon tejido reciclado
- Recipientes y/o bolsas para nanotubos de carbono
- Guía de diseño de mezclas del ACI 211
- Equipos y herramientas laboratorio
- Software de análisis e interpretación de resultados.



3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

3.8.1 Validación de los instrumentos

La validación es un proceso de evaluación de la capacidad de un instrumento de estudio para medir con precisión y coherencia las variables o ideas deseadas. Esta fase sostiene que el instrumento utilizado, como un cuestionario, una escala o una entrevista estructurada, capte con precisión los datos necesarios y, por tanto, permita obtener resultados confiables y significativos. La validación implica verificar tanto la validez como la confiabilidad del instrumento. La validez se refiere a la capacidad del instrumento para medir lo que realmente se desea estudiar, y se puede clasificar en varios tipos: validez de contenido (revisión de expertos para asegurar que el instrumento cubre todos los aspectos relevantes del constructo), validez de criterio (comparación con otros instrumentos ya validados) y validez de constructo (capacidad para medir el concepto en cuestión).

3.8.2 Confiabilidad de instrumentos

La Confiabilidad de Instrumentos en investigación se refiere al grado en el que un instrumento de medición produce resultados consistentes y estables a lo largo del tiempo y en diferentes condiciones de aplicación. Un instrumento confiable es aquel que, al ser aplicado repetidamente en circunstancias similares, arroja resultados similares, lo cual es fundamental para asegurar la precisión de los datos recolectados y la credibilidad de las conclusiones de un estudio. La confiabilidad de un instrumento puede evaluarse mediante varios métodos estadísticos.

3.9 Procedimiento de recolección de datos

3.9.1 Etapa de campo

3.9.1.1. Recolección de agregados para la elaboración de concreto

Los materiales granulares empleados en el trabajo se extrajeron de la cantera Cuyo Cuyo, situada en la provincia de Sandia. Los materiales de dicha cantera son reconocidos



por la frecuencia de uso para distintos lugares, mismos que cumplen con las especificaciones requeridas para la elaboración de concretos de diseño convencional. Antes de su uso, los agregados fueron sometidos a un proceso de tamizado y limpieza para garantizar la eliminación de impurezas y obtener una granulometría adecuada.

3.9.1.2. Recolección de nylon tejido reciclado

Los tejidos de nylon tejido reciclado, empleados como parte de los materiales de refuerzo en el estudio, fueron recolectados a partir de mallas de nylon utilizadas en diversas aplicaciones industriales y domésticas. Estas mallas, tras ser desechadas, pasaron por un proceso de recuperación, que incluyó su limpieza, desinfección y acondicionamiento, es decir se cortó en tamaños de 0.5 cm a 1.0 cm, considerándose formas lineales como cruzadas, esto con la finalidad de incorporarlos en la mezcla del concreto hidráulico, asegurando así la continuidad de las pruebas posteriores del estudio.

Figura 6

Presentación de nylon tejido



a. Propiedades físicas del nylon tejido

Según Carrion (2019), las propiedades físicas del nylon están dados de la siguiente manera:

- Baja densidad: Aproximadamente 1.14g/cm^3 , lo que contribuye a la ligereza del tejido.
- Higroscopicidad baja: Absorbe entre 3-8.5% de agua en 24h, dependiendo de la variante del nylon y las condiciones ambientales.
- Resistencia al calor: Rango de punto de fusión de 190°C a 265°C (dependiendo del tipo de nylon: 6, 6.6, etc.), lo que permite su uso en ambientes con temperaturas elevadas.
- Alta resistencia al desgaste: Resistente a la abrasión y a la formación de bolitas, ideal para aplicaciones de uso intensivo.

- Resistencia química: Tolerante a aceites, disolventes, ácidos débiles y álcalis; sufre degradación ante ácidos fuertes.
- Secado rápido y baja absorción de manchas: Gracias a su estructura, el tejido de nylon seca rápido y mantiene su forma.

b. Propiedades mecánicas del nylon tejido

Según Pérez *et al.* (2014), las propiedades mecánicas del nylon están dados de la siguiente manera:

- Alta resistencia a la tracción: Entre 42-90MPa para filmes y tejidos; puede alcanzar más de 12,000psi (83MPa) en ensayos estándar, dependiendo de la estructura y el tratamiento del hilo.
- Módulo de elasticidad: Aproximadamente 930-1,000MPa para determinados tejidos técnicos, lo que indica buena rigidez y resistencia al estiramiento.
- Alargamiento a la rotura: Elongación varía según el textil: típicamente de 6-8% en aplicaciones técnicas hasta 90% en fibras textiles estándar, mostrando un equilibrio entre resistencia y flexibilidad.
- Resistencia al impacto: Mantiene buena integridad ante cargas dinámicas y choques, útil en prendas deportivas y equipamiento industrial.
- Resistencia a la fatiga: Sostiene cargas repetidas sin fallar estructuralmente, lo que lo hace valioso en aplicaciones sometidas a estiramientos continuos.
- Dureza: Dureza Rockwell típica de 1.2-2.1 (escala M para polímeros).
- Flexibilidad y recuperación: Tiene gran capacidad para recuperar su forma tras deformaciones, lo que lo convierte en un material ideal para ropa elástica, medias y cintas técnicas.

3.9.1.3. Recolección de textiles de nanotubos de carbono

Los textiles de nanotubos de carbono reciclados se obtuvieron mediante una adquisición gestionada a través de mercados especializados de ropa deportiva.

Figura 7

Presentación de textiles de nanotubos de carbono



Estos nanotubos provienen de desechos generados mediante la imprimación de grafeno sobre camisetas deportivas, donde los desechos de los mismos se utilizaron en presente investigación, dado que después de su recolección, se procedió a cortar dichas telas con impregnaciones de nanotubos de carbono, en formas de tiras de 0.5 cm a 1.0 cm, para su posterior aplicación en peso sobre la composición de la mezcla de concreto hidráulico.

a. Propiedades físicas de textiles de nanotubos de carbono

Según Álvarez *et al.* (2014), las propiedades físicas de nanotubos de carbono están dados de la siguiente manera:

- Baja densidad: Tienen una densidad entre 1.3 y 1.5 gr/cm³, mucho menor que la mayoría de los metales estructurales y compuesta sólo por átomos de carbono.



- Elevada área superficial: El área puede ser de hasta $1,400\text{m}^2/\text{g}$ para nanotubos de pared simple, lo que los hace ideales para almacenamiento y catalizadores.
- Conductividad térmica: Tienen una de las mayores conductividades térmicas entre materiales conocidos, con valores superiores a $3,000\text{W}/\text{mK}$ e incluso reportes de hasta $6,000\text{W}/\text{mK}$ en ciertas condiciones. Esta conductividad es mayor a lo largo del eje del nanotubo.
- Estabilidad térmica: Resisten temperaturas de hasta 700°C en atmósfera oxidante y $2,800^\circ\text{C}$ en vacío, lo que permite su uso en ambientes extremos.
- Hidrofobicidad: Repelen el agua y presentan poca absorción de humedad, útil para aplicaciones donde la interacción con el agua debe ser mínima.
- Comportamiento eléctrico: Dependiendo de su estructura, pueden ser conductores metálicos o semiconductores. Esta propiedad los vuelve útiles en nanoelectrónica.

b. Propiedades mecánicas de textiles de nanotubos de carbono

Según Cuervo *et al.* (2016), las propiedades mecánicas de nanotubos de carbono están dados de la siguiente manera:

- Alta resistencia a la tracción: Se han medido valores de resistencia de rotura de 63GPa a 150GPa en nanotubos individuales. Estas cifras superan ampliamente a las de cualquier fibra conocida, incluyendo materiales como el acero y las fibras de carbono convencionales.
- Módulo de Young: El módulo de elasticidad de los NTC puede oscilar entre 800GPa y hasta 1.3TPa en el caso de nanotubos individuales. La rigidez es tan alta que pueden soportar grandes esfuerzos antes de deformarse permanentemente.
- Tenacidad y flexibilidad: A pesar de su alta resistencia, los nanotubos pueden doblarse a ángulos pronunciados sin romperse y regresar a su forma original, mostrando notable elasticidad y flexibilidad.



- Ligereza: Son seis veces más ligeros que el acero, pero con una resistencia hasta diez veces mayor, lo que permite crear materiales compuestos de alta relación resistencia/peso.
- Resistencia al desgaste y fatiga: Por los fuertes enlaces carbono-carbono, exhiben una excelente resistencia al desgaste y la fatiga estructural.

3.9.2 *Ensayos de laboratorio*

a. Contenido de humedad

El ensayo para determinar el contenido de humedad se realiza de acuerdo con la Norma Técnica Peruana 339.185 y/o ASTM C566. Este ensayo permite medir la humedad presente en las muestras de agregados utilizados, siendo necesario un horno ajustado a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, y balanzas con una precisión de 0.1 g.

- Pesado inicial de la muestra: Pese la muestra de agregado en condiciones de ambiente para obtener su peso inicial en kilogramos. Este peso debe ser suficiente para representar adecuadamente la muestra.
- Preparación de la muestra: Una vez obtenido el peso inicial de la muestra, determine el tamaño máximo nominal del agregado. Coloque la muestra en un recipiente adecuado para evitar pérdidas de material durante el proceso de secado.

Figura 8

Toma de muestra representativa para pesaje y posterior secado al horno



- Secado en el horno: Coloque el recipiente con la muestra en el horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Deje la muestra en el horno el tiempo necesario para eliminar completamente la humedad, evitando cualquier pérdida de material.
- Enfriado y pesado final: Retire la muestra del horno y deje que se enfríe a temperatura ambiente. Una vez fría, pese nuevamente la muestra para obtener el peso final seco.
- Cálculo del contenido de humedad: Con los datos obtenidos (peso inicial y peso seco), calcule el contenido de humedad de la muestra según las fórmulas especificadas en la norma.

b. Análisis granulométrico

El ensayo granulométrico se lleva a cabo bajo la normativa NTP 400.012. Para su realización, se utilizan los siguientes materiales y equipos: balanza, tamices, estufa y los agregados correspondientes.

Figura 9

Análisis granulométrico de los agregados para clasificación por tamaños



Fino

Para analizar la granulometría del agregado fino (AF), se emplean los tamices N°4, N°8, N°30, N°50, N°100 y N°200. La muestra de agregado fino se zarandea a través de estos tamices, y luego se pesa el material retenido en cada uno de ellos.

- Determinación del porcentaje retenido acumulado: Se calcula el porcentaje de material retenido en cada tamiz de manera acumulada.
- Determinación del porcentaje que pasa: A partir de un 100% inicial, se va restando el porcentaje de material retenido en cada tamiz para determinar el porcentaje de material que pasa por cada uno.

Figura 10*Clasificación granulométrica de agregados finos*

- Finalmente, con los porcentajes retenidos y los que pasan, se elabora una gráfica de curva granulométrica que permite visualizar la distribución del tamaño de las partículas del agregado fino.

Grueso

Para el análisis granulométrico del agregado grueso (AG), se utilizan los tamices de 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", y #4. La muestra de agregado se zarandea a través de estos tamices, y luego se pesa el material que queda retenido en cada uno de ellos.

- Determinación del porcentaje retenido acumulado: Se calcula el porcentaje de material retenido en cada tamiz de forma acumulada.
- Determinación del porcentaje que pasa: A partir de un 100% inicial, se resta el porcentaje de material retenido en cada tamiz, obteniendo así el porcentaje que pasa por cada uno.
- Finalmente, con los datos de los porcentajes retenidos y los que pasan, se elabora una gráfica de la curva granulométrica, que muestra la distribución del tamaño de las partículas del agregado grueso.

Figura 11

Clasificación granulométrica de agregados gruesos



c. Peso específico y absorción

Fino

El ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado fino se realiza de acuerdo con la Norma Técnica Peruana 400.022 y/o ASTM C128. Este ensayo permite obtener el peso específico seco, el peso específico en estado saturado con superficie seca (SSS), el peso específico aparente, y la absorción del agregado fino. Para realizar el ensayo, se requiere el siguiente equipo: un picnómetro de 500 cm³, un horno ajustado a 110°C ± 5°C, una balanza con sensibilidad de 0.1 g, y un molde con barra compactadora (cono truncado de 40 mm de diámetro interior inferior, 90 mm de diámetro interior superior y 75 mm de altura).

- Selección y Lavado de la Muestra: Seleccione el material que pasa por la malla N°4 y lave la muestra cuidadosamente para eliminar cualquier impureza adherida al agregado fino.
- Secado Inicial de la Muestra: De acuerdo con los requisitos de la norma, seque la muestra en el horno a una temperatura de 110°C ± 5°C para obtener el peso seco

inicial. Luego, sumerja la muestra en agua a temperatura ambiente durante un periodo de 24 horas \pm 4 horas para lograr la saturación completa del agregado.

- Secado Superficial para Estado Saturado con Superficie Seca (SSS): Retire la muestra del agua y elimine toda película visible de agua en la superficie del agregado. Este secado superficial es necesario para obtener el peso de la muestra en estado saturado con superficie seca (SSS).
- Determinación del Peso Sumergido: Coloque la muestra en un picnómetro o recipiente con agua para determinar el peso sumergido. Esto permite calcular el volumen del agregado y, por lo tanto, el peso específico aparente.
- Secado Final para Peso Seco: Finalmente, vuelva a colocar la muestra en el horno hasta alcanzar un peso constante. Deje enfriar la muestra y luego obtenga su peso seco final.

Figura 12

Pesaje de picnómetro con muestra para determinación de pesos específicos



Grueso

El ensayo de determinación de pesos específicos y absorción de agregados gruesos se realiza de acuerdo con la Norma Técnica Peruana 400.021 y/o ASTM C127. Este ensayo permite determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, y la absorción del agregado grueso. Para llevar a cabo este ensayo, se requieren los siguientes equipos y herramientas: balde para depósito de agua, cestas de malla metálica con aberturas máximas de 3.35 mm y capacidad de 4-7 litros, balanzas con una precisión de 0.1 g, hornos ajustados a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, y mallas estandarizadas N°4.

- Selección y Limpieza de la Muestra: Seleccione el material retenido en la malla N°4 y lave la muestra cuidadosamente para eliminar cualquier impureza adherida al agregado.
- Secado Inicial de la Muestra: De acuerdo con las especificaciones de la norma para el peso mínimo, seque la muestra en el horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Después del secado, sumerja la muestra en agua a temperatura ambiente durante un periodo de 24 horas \pm 4 horas para lograr la saturación.

Figura 13

Limpieza de agregados para medición de absorción



- Secado de Superficie para Estado Saturado con Superficie Seca (SSS): Tras las 24 horas de inmersión, retire la muestra del agua y elimine toda película visible de agua en la superficie del agregado. Este secado superficial es necesario para obtener el peso de la muestra en estado saturado con superficie seca (SSS).
- Determinación del Peso Sumergido: Coloque la muestra en una cesta de alambre y sumerja la cesta en agua para obtener el peso de la muestra en el agua. Este paso permite medir el desplazamiento y obtener el volumen del agregado.
- Secado Final para Peso Seco: Finalmente, coloque la muestra en el horno nuevamente para secarla hasta alcanzar peso constante. Deje enfriar la muestra a temperatura ambiente y pese la muestra seca para obtener el peso específico seco.

d. Asentamiento

La prueba de asentamiento tiene como objetivo determinar el grado de fluidez y consistencia de una mezcla de concreto fresco. Esta prueba está regulada por la norma ASTM C-143, que detalla el procedimiento adecuado para realizar el ensayo de asentamiento de concreto.

Figura 14

Ensayo de asentamiento de la mezcla fresca de concreto hidráulico



- **Preparación del Molde y Superficie:** Humedezca el molde cónico y colóquelo en una superficie plana y no absorbente. Asegúrese de que el molde permanezca firme y estable durante todo el proceso.
- **Llenado del Molde en Capas:** Llene el molde en tres capas iguales. Para cada capa, compacte el concreto aplicando 25 golpes uniformes con la varilla de compactación. Esto garantiza una distribución uniforme del concreto en el molde.
- **Retiro del Molde:** Una vez lleno el molde, retire el cono cuidadosamente en sentido vertical y colóquelo al lado de la masa de concreto sin alterar su forma.
- **Medición del Asentamiento:** Coloque la varilla horizontalmente sobre el molde cónico invertido y mida la distancia vertical desde la superficie superior del concreto hasta la parte inferior de la varilla. Anote esta medida, que corresponde al asentamiento o slump del concreto.

e. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión del concreto se realiza a fin de verificar que la mezcla de concreto utilizada cumpla con los requerimientos de resistencia especificados para una estructura determinada, asegurando así la calidad y seguridad de la construcción. Esta prueba está regulada por la norma ASTM C39 y normas nacionales como NTC 673, que detalla el procedimiento adecuado para realizar el ensayo de módulo de elasticidad del concreto.

- **Antes de iniciar se registra los datos de altura y diámetro de las probetas moldeadas.** Se ubica los especímenes (probetas) dentro del aparato de medición (Prensa), se verifica que este centrada y correctamente ubicada.
- **Preparación de las Probetas:** Retire las probetas de la zona de curado. Mida su altura y diámetro para registrar las dimensiones exactas antes del ensayo.
- **Configuración de la Máquina de Compresión:** Asegúrese de que la máquina de compresión esté calibrada y con la carga en cero antes de iniciar el ensayo.

- Colocación y Ensayo de la Probeta: Coloque la probeta sobre la platina inferior de la máquina de compresión, asegurándose de que esté centrada para evitar cargas desiguales. Inicie el ensayo aplicando la carga de manera continua y uniforme hasta que la probeta falle (fisura o fractura).
- Registro de Resultados: Anote el valor de resistencia que indique la máquina en el momento de la falla. Luego, apague la máquina y retire la probeta con cuidado.
- Se repite este ensayo a los 7, 14 y 28 días de edad de muestreadas las probetas.

Figura 15

Ensayo de resistencia a la compresión con rotura de briquetas



f. Resistencia a flexión

El ensayo de flexión permite determinar el módulo de rotura (MR) de especímenes denominados viguetas de concreto simplemente apoyadas con carga en el centro del tramo, conforme a la norma ASTM C293 y normas nacionales como NTP 339.079, que

detalla el procedimiento adecuado para realizar el ensayo de módulo de elasticidad del concreto.

- Preparación de las Viguetas: Retire las probetas de la zona de curado. Mida su altura, ancho y longitud para registrar las dimensiones exactas antes del ensayo.
- Configuración de la Prensa Hidráulica: Asegúrese de que la máquina de compresión esté calibrada y con la carga en cero antes de iniciar el ensayo.
- Colocación y Ensayo de la Vigueta: Coloque la vigueta sobre los apoyos simples a los extremos de la base de la máquina de compresión, asegurándose de que esté centrada para evitar cargas desiguales. Inicie el ensayo aplicando la carga puntual al centro de manera continua y uniforme hasta que la vigueta falle (fisura o fractura en la parte central).
- Registro de Resultados: Anote el valor de resistencia que indique la máquina en el momento de la falla. Luego, apague la máquina y retire la vigueta con cuidado.

Figura 16

Ensayo de resistencia a la compresión con rotura de briquetas





3.10 Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos es una fase esencial en la investigación donde los datos recolectados se organizan y examinan para obtener conclusiones válidas. Primero, en el procesamiento de datos, se limpian y estructuran los datos para asegurar su precisión, eliminando errores y organizándolos para facilitar su interpretación. Luego, en el análisis de datos, se aplican técnicas estadísticas o cualitativas para identificar patrones y relaciones entre las variables estudiadas. Este proceso permite transformar la información inicial en resultados significativos, contribuyendo así a la comprensión y fundamentación de las conclusiones del estudio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Este estudio presenta los resultados de la investigación acerca de los efectos de incorporar nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono reciclados en el concreto hidráulico. Las adiciones se realizaron en proporciones de 0.5%, 0.8% y 1.2%, evaluando su impacto en diversas propiedades mecánicas y físicas del concreto. A través de tablas y gráficos detallados, se analizan y comparan los efectos de cada proporción de los elementos de origen reciclado en las propiedades de los concretos.

Tabla 3

Características de los agregados

Características	Ag. Fino	Ag. Grueso
P.e. SSS	2.16	3.01
P.U. Varillado	1571.61	1753.06
P.U. Suelto	1496.55	1577.35
% de Absorción	2.94	4.20
% de Humedad Natural	2.64	3.56
Módulo de Fineza	-	2.23

Nota. Laboratorio

Se presentan las características físicas de los agregados obtenidas a través de los ensayos realizados en el laboratorio.

Tabla 4

Dosificación para elaboración de 1 m³ de concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm²

Dosificación y Proporción				
Componente	Dosificación en Peso Seco	Proporción Volumen Seco	Dosificación en Peso Húmedo	Proporción en Volumen Húmedo
Cemento	366.00	1.00	366.00	1.00
Agua	205.00	0.56	211.14	0.58
Ag. Grueso	1063.98	2.91	1092.10	2.98
Ag. Fino	462.62	1.26	479.10	1.31
Aire	2.0%	-	2.0%	-

Se presenta la dosificación del concreto hidráulico y las proporciones según el diseño de mezclas.

Tabla 5

Dosificación de mezcla de concreto hidráulico + textiles de nanotubos de carbono

Dosificación y Proporción				
Agregado	Peso Húmedo	0.5% TNC	0.8% TNC	1.2% TNC
Cemento	366.00	366.00	366.00	366.00
Agua	211.14	211.14	211.14	211.14
Ag. Grueso	1092.10	1092.10	1092.10	1092.10
Ag. Fino	479.10	479.10	479.10	479.10
Aire	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
TNC	-	1.83 kg.	2.928 kg.	4.392 kg.

Tabla 6

Dosificación de mezcla de concreto hidráulico + nylon tejido reciclado

Dosificación y Proporción				
Agregado	Peso Húmedo	0.5% NTR	0.8% NTR	1.2% NTR
Cemento	366.00	366.00	366.00	366.00
Agua	211.14	211.14	211.14	211.14
Ag. Grueso	1092.10	1092.10	1092.10	1092.10
Ag. Fino	479.10	479.10	479.10	479.10
Aire	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
NTR	-	1.83 kg.	2.928 kg.	4.392 kg.



4.1.1 Incidencia de la adición de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono en la trabajabilidad

Se presenta el análisis del asentamiento de las muestras de concreto ensayadas, en las cuales se ha incorporado nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono reciclados en proporciones de 0.5%, 0.8% y 1.2%.

Tabla 7

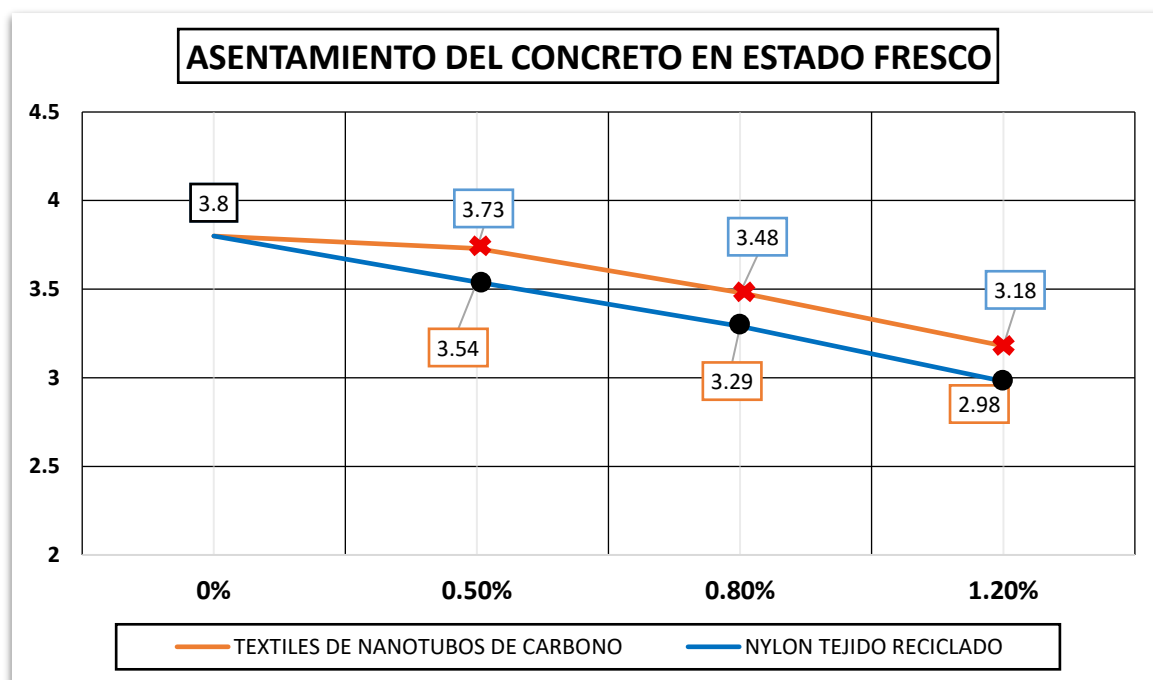
Resumen de trabajabilidades alcanzadas mediante prueba de asentamiento

Grupo de Prueba	Slump (pulg)	Promedio (pulg)
MC	3.87	3.80
	3.74	
	3.80	
0.5% NTR	3.50	3.54
	3.55	
	3.58	
0.8% NTR	3.26	3.29
	3.30	
	3.32	
1.2% NTR	2.95	2.98
	3.00	
	3.00	
0.5% TNC	3.75	3.73
	3.70	
	3.75	
0.8% TNC	3.50	3.48
	3.45	
	3.50	
1.2% TNC	3.20	3.18
	3.15	
	3.20	

En la tabla anterior se muestra los asentamientos alcanzados por cada uno de los grupos de prueba, donde se aprecia que mientras mayor es la adición de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono la trabajabilidad reduce.

Figura 17

Comparación de asentamientos promedio



Nota. Elaboración propia

Se muestra los resultados del asentamiento del concreto en distintas mezclas, incluyendo una muestra control (MC) y mezclas con diferentes porcentajes de nylon tejido reciclado (NTR) y textiles de nanotubos de carbono (TNC). Se observa que el concreto con NTR y TNC presenta una disminución en el valor de asentamiento a medida que aumenta el porcentaje de aditivo, indicando una menor trabajabilidad. La mezcla control (MC) tiene un promedio de 3.80 pulgadas, mientras que las mezclas con NTR y TNC muestran promedios de asentamiento menores, alcanzando el valor más bajo con 1.2% de NTR (2.98 pulgadas) y 1.2% de TNC (3.18 pulgadas).

4.1.2 Efecto de la incorporación de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono en el módulo de elasticidad

Se presentan las resistencias obtenidas en los periodos de 7, 14 y 28 días, tanto para la muestra de control como para las muestras que incorporan tejidos de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono reciclados.

a. Rotura 7 días

Tabla 8

Módulo de elasticidad de muestra de control a 7 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F _c
B-1	27756	156.86	74.69	210 kg/cm ²
B-2	27742	157.41	74.96	
B-3	27739	156.76	74.65	
B-4	27758	157.50	75.00	
B-5	27762	156.89	74.71	
Promedio		157.08 kg/cm²	74.80 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 9

Módulo de elasticidad de MC + 0.5% NTR a 7 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F _c
B-1	29032	164.07	78.13	210 kg/cm ²
B-2	29045	164.14	78.16	
B-3	29062	164.90	78.52	
B-4	29055	164.86	78.50	
B-5	29048	164.16	78.17	
Promedio		164.42 kg/cm²	78.30 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 10

Módulo de elasticidad de MC + 0.8% NTR a 7 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F _c
B-1	28564	161.42	76.87	210 kg/cm ²
B-2	28572	161.47	76.89	
B-3	28569	162.10	77.19	
B-4	28554	162.01	77.15	
B-5	28582	161.53	76.92	
Promedio		161.71 kg/cm²	77.00 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 11

Módulo de elasticidad de MC + 1.2% NTR a 7 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F'c
B-1	27349	154.56	73.60	210 kg/cm ²
B-2	27358	154.61	73.62	
B-3	27367	155.28	73.94	
B-4	27334	155.09	73.85	
B-5	27344	154.53	73.59	
Promedio		154.81 kg/cm²	73.72 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 12

Módulo de elasticidad de MC + 0.5% TNC a 7 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F'c
B-1	29712	167.91	79.96	210 kg/cm ²
B-2	29726	167.99	80.00	
B-3	29709	167.89	79.95	
B-4	29715	167.93	79.97	
B-5	29721	167.96	79.98	
Promedio		167.94 kg/cm²	79.97 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 13

Módulo de elasticidad de MC + 0.8% TNC a 7 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F'c
B-1	30726	173.64	82.69	210 kg/cm ²
B-2	30632	173.11	82.43	
B-3	30642	173.17	82.46	
B-4	30629	173.09	82.43	
B-5	30644	173.18	82.47	
Promedio		173.24 kg/cm²	82.49 %	

Nota. Laboratorio



Tabla 14

Módulo de elasticidad de MC + 1.2% TNC a 7 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F _c
B-1	30108	170.15	81.02	210 kg/cm ²
B-2	30114	170.18	81.04	
B-3	30110	170.16	81.03	
B-4	30116	170.19	81.05	
B-5	30109	170.16	81.03	
Promedio		170.17 kg/cm²	81.03 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 15

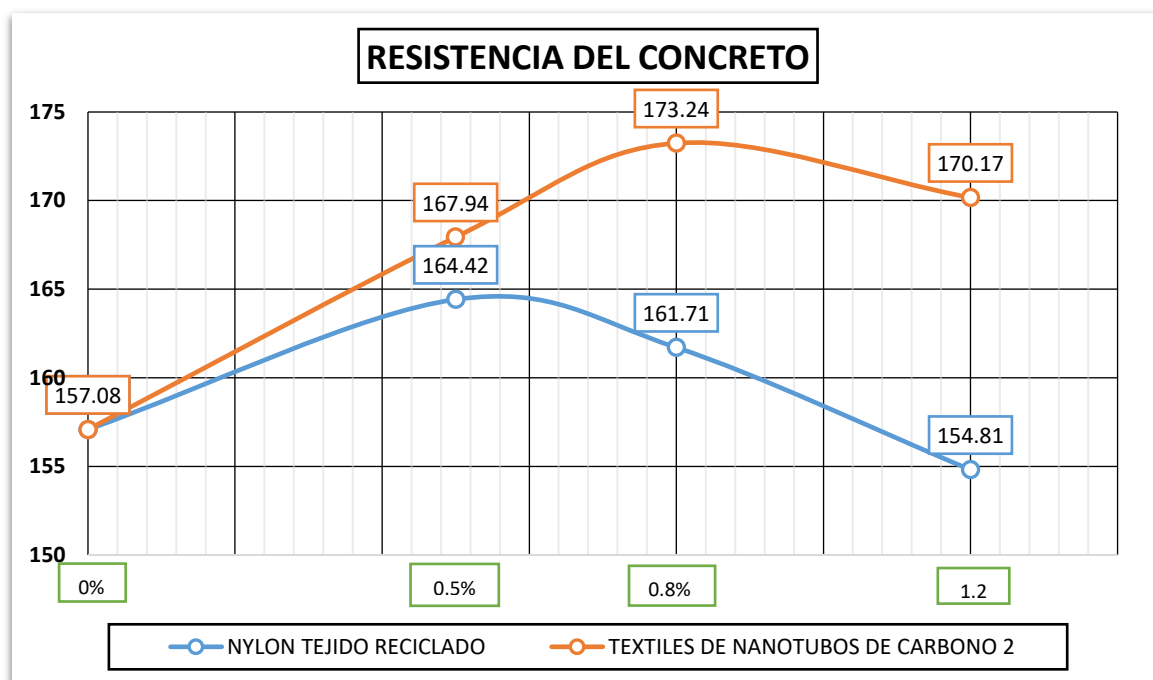
Comparación de resistencias promedio de los grupos de prueba a 7 días de curado

Grupo de prueba	7 días (kg/cm ²)
MC	157.08
0.5% NTR	164.42
0.8% NTR	161.71
1.2% NTR	154.81
0.5% TNC	167.94
0.8% TNC	173.24
1.2% TNC	170.17

Nota. Laboratorio

Figura 18

Comparación de resistencias promedio en 7 días.



Nota. Elaboración propia

Se presenta una comparativa del módulo de elasticidad a los 7 días, para concreto de mezcla convencional (MC) y variaciones con porcentajes específicos de nylon tejido reciclado (NTR) y textiles de nanotubos de carbono (TNC). Los resultados indican que el concreto MC alcanza una resistencia de 157.08 kg/cm², mientras que las mezclas con NTR presentan resistencias de 164.42 kg/cm² (0.5%), 161.71 kg/cm² (0.8%) y 154.81 kg/cm² (1.2%). Por otro lado, las mezclas con TNC logran resistencias superiores: 167.94 kg/cm² (0.5%), 173.24 kg/cm² (0.8%) y 170.17 kg/cm² (1.2%). Estos datos permiten observar el impacto de cada tipo de tratamiento y porcentaje de agregado en la resistencia a la compresión del concreto a corto plazo.

b. Rotura 14 días

Tabla 16

Módulo de elasticidad de muestra de control a 14 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F'c
B-1	33228	188.28	89.66	210 kg/cm ²
B-2	33236	188.08	89.56	
B-3	33241	188.36	89.69	
B-4	33238	188.59	89.81	
B-5	33227	188.03	89.54	
Promedio		188.27 kg/cm²	89.65 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 17

Módulo de elasticidad de MC + 0.5% NTR a 14 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F'c
B-1	34621	195.65	93.17	210 kg/cm ²
B-2	34619	195.64	93.16	
B-3	34632	195.72	93.20	
B-4	34627	195.69	93.18	
B-5	34630	195.70	93.19	
Promedio		195.68 kg/cm²	93.18 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 18

Módulo de elasticidad de MC + 0.8% NTR a 14 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F'c
B-1	33971	191.98	91.42	210 kg/cm ²
B-2	34021	192.26	91.55	
B-3	34011	192.21	91.53	
B-4	34023	192.27	91.56	
B-5	34034	192.34	91.59	
Promedio		192.21 kg/cm²	91.53 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 19*Módulo de elasticidad de MC + 1.2% NTR a 14 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F'c
B-1	32715	184.88	88.04	210 kg/cm ²
B-2	32708	184.84	88.02	
B-3	32720	184.91	88.05	
B-4	32726	184.94	88.07	
B-5	32715	184.88	88.04	
Promedio		184.89 kg/cm²	88.04 %	

Nota. Laboratorio.

Tabla 20*Módulo de elasticidad de MC + 0.5% TNC a 14 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F'c
B-1	35056	198.11	94.34	210 kg/cm ²
B-2	35038	198.01	94.29	
B-3	35042	198.03	94.30	
B-4	35028	198.75	94.64	
B-5	35067	198.17	94.37	
Promedio		198.22 kg/cm²	94.39 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 21*Módulo de elasticidad de MC + 0.8% TNC a 14 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F'c
B-1	35998	204.25	97.26	210 kg/cm ²
B-2	36187	204.50	97.38	
B-3	35999	204.26	97.27	
B-4	35979	204.14	97.21	
B-5	35984	204.17	97.22	
Promedio		204.27 kg/cm²	97.27 %	

Nota. Laboratorio



Tabla 22

Módulo de elasticidad de MC + 1.2% TNC a 14 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F'c
B-1	35284	200.20	95.33	210 kg/cm ²
B-2	35392	200.01	95.24	
B-3	35264	200.09	95.28	
B-4	35258	200.05	95.26	
B-5	35262	200.08	95.27	
Promedio		200.09 kg/cm²	95.28 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 23

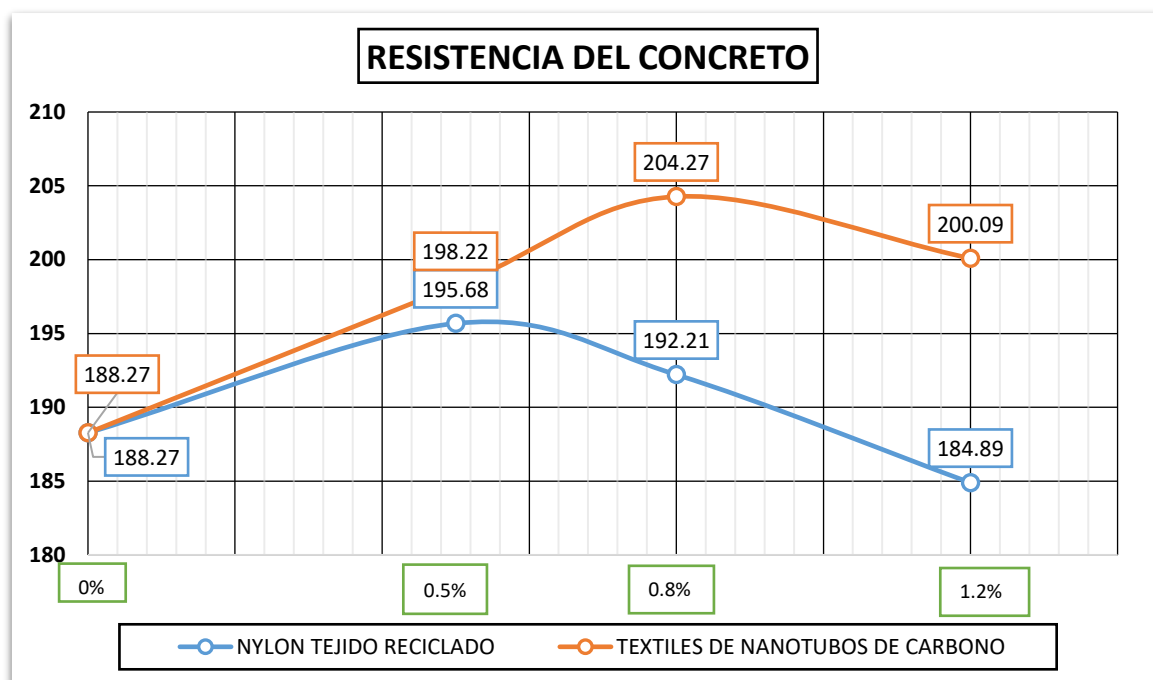
Comparación de resistencias promedio de los grupos de prueba a 14 días de curado

Grupo de prueba	14 días (kg/cm ²)
MC	188.27
0.5% NTR	195.68
0.8% NTR	192.21
1.2% NTR	184.89
0.5% TNC	198.22
0.8% TNC	204.27
1.2% TNC	200.09

Nota. Laboratorio

Figura 19

Comparación de resistencias promedio en 14 días.



Nota. Elaboración propia

Se muestra los resultados de resistencia a la compresión a los 14 días, para concreto de mezcla convencional (MC) y las variaciones con agregados tratados. El concreto MC alcanza una resistencia de 188.27 MPa, mientras que las mezclas con un agregado de tratamiento no residual (NTR) registran resistencias de 195.68 kg/cm² (0.5%), 192.21 kg/cm² (0.8%) y 184.89 kg/cm² (1.2%). En contraste, las mezclas con textiles de nanotubos de carbono (TNC) presentan valores de 198.22 kg/cm² (0.5%), 204.27 kg/cm² (0.8%) y 200.09 kg/cm² (1.2%). Los resultados evidencian cómo varía la resistencia a la compresión a los 14 días en función del tipo de tratamiento y porcentaje de agregado empleado.

c. Rotura 28 días

Tabla 24

Módulo de elasticidad de muestra de control a 28 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F _c
B-1	37908	214.23	102.01	210 kg/cm ²
B-2	37921	214.30	102.05	
B-3	37915	214.27	102.03	
B-4	37910	215.10	102.43	
B-5	37914	215.12	102.44	
Promedio		214.61 kg/cm²	102.19 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 25

Módulo de elasticidad de MC + 0.5% NTR a 28 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F _c
B-1	38822	219.40	104.47	210 kg/cm ²
B-2	38714	219.66	104.60	
B-3	38837	219.48	104.51	
B-4	38828	219.43	104.49	
B-5	38836	219.47	104.51	
Promedio		219.49 kg/cm²	104.52 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 26

Módulo de elasticidad de MC + 0.8% NTR a 28 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F _c
B-1	38142	215.55	102.64	210 kg/cm ²
B-2	38043	215.85	102.79	
B-3	38165	215.68	102.71	
B-4	38187	215.81	102.77	
B-5	38165	215.68	102.71	
Promedio		215.72 kg/cm²	102.72 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 27*Módulo de elasticidad de MC + 1.2% NTR a 28 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F'c
B-1	37016	209.19	99.61	210 kg/cm ²
B-2	37010	209.99	100.00	
B-3	37021	209.22	99.63	
B-4	37018	209.20	99.62	
B-5	37010	209.15	99.60	
Promedio		209.35 kg/cm²	99.69 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 28*Módulo de elasticidad de MC + 0.5% TNC a 28 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F'c
B-1	39643	224.03	106.68	210 kg/cm ²
B-2	39656	224.11	106.72	
B-3	39662	224.14	106.73	
B-4	39649	224.97	107.13	
B-5	39655	224.10	106.72	
Promedio		224.27 kg/cm²	106.80 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 29*Módulo de elasticidad de MC + 0.8% TNC a 28 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F'c
B-1	41010	231.76	110.36	210 kg/cm ²
B-2	41003	231.72	110.34	
B-3	41009	231.75	110.36	
B-4	40800	231.50	110.24	
B-5	41018	231.81	110.38	
Promedio		231.71 kg/cm²	110.34 %	

Nota. Laboratorio

Tabla 30*Módulo de elasticidad de MC + 1.2% TNC a 28 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Esfuerzo a Rotura (kg/cm ²)	(%)	F _c
B-1	39887	225.41	107.34	210 kg/cm ²
B-2	39898	225.48	107.37	
B-3	39880	225.37	107.32	
B-4	39779	225.70	107.48	
B-5	39890	225.43	107.35	
Promedio		225.48 kg/cm²	107.37 %	

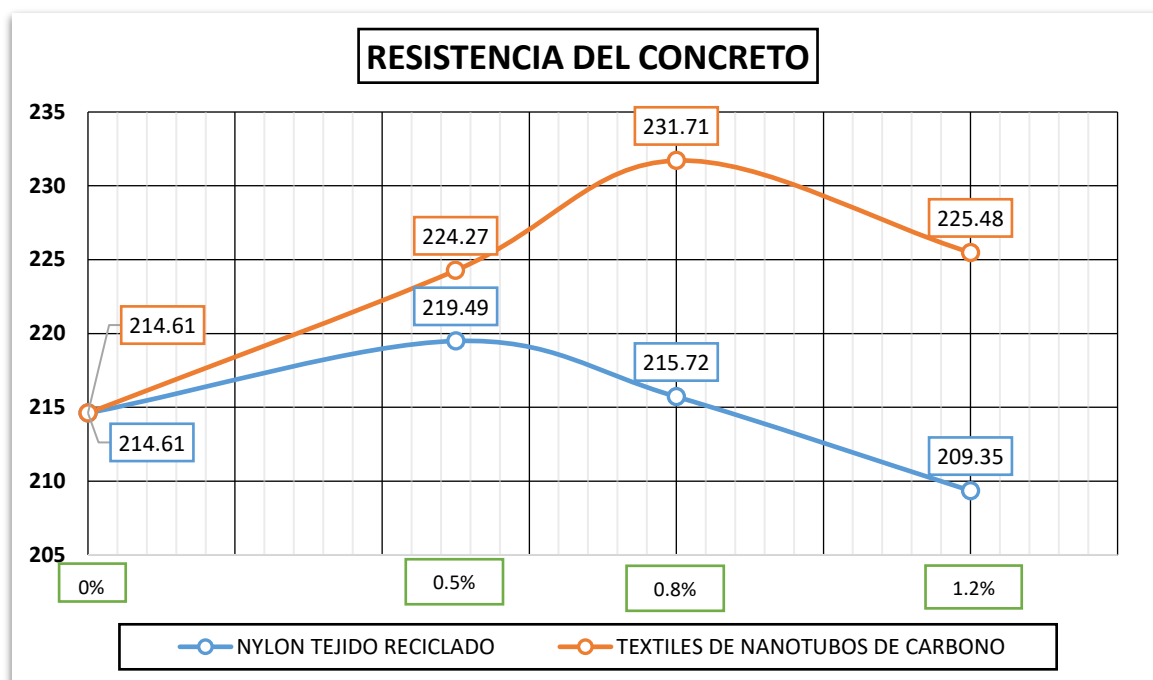
Nota. Laboratorio**Tabla 31***Comparación de resistencias promedio de los grupos de prueba a 28 días de curado*

Grupo de prueba	28 días (kg/cm ²)
MC	214.61
0.5% NTR	219.49
0.8% NTR	215.72
1.2% NTR	209.35
0.5% TNC	224.27
0.8% TNC	231.71
1.2% TNC	225.48

Nota. Laboratorio

Figura 20

Comparación de resistencias promedio en 28 días.



Nota. Elaboración Propia

Se presenta la resistencia a la compresión a los 28 días para diferentes mezclas de concreto, comparando el concreto de mezcla convencional (MC) y las variantes con agregados tratados. La mezcla convencional (MC) obtiene una resistencia de 214.61 kg/cm². En cuanto a las mezclas con tratamiento no residual (NTR), se observan resistencias de 219.49 kg/cm² (0.5%), 215.72 kg/cm² (0.8%) y 209.35 kg/cm² (1.2%). Por otro lado, las mezclas con textiles de nanotubos de carbono (TNC) logran resistencias de 224.27 kg/cm² (0.5%), 231.71 kg/cm² (0.8%) y 225.48 kg/cm² (1.2%). Estos resultados permiten observar el impacto de cada tratamiento y proporción de agregado en la resistencia del concreto a los 28 días, mostrando que el TNC produce los valores más altos en comparación con MC y NTR.

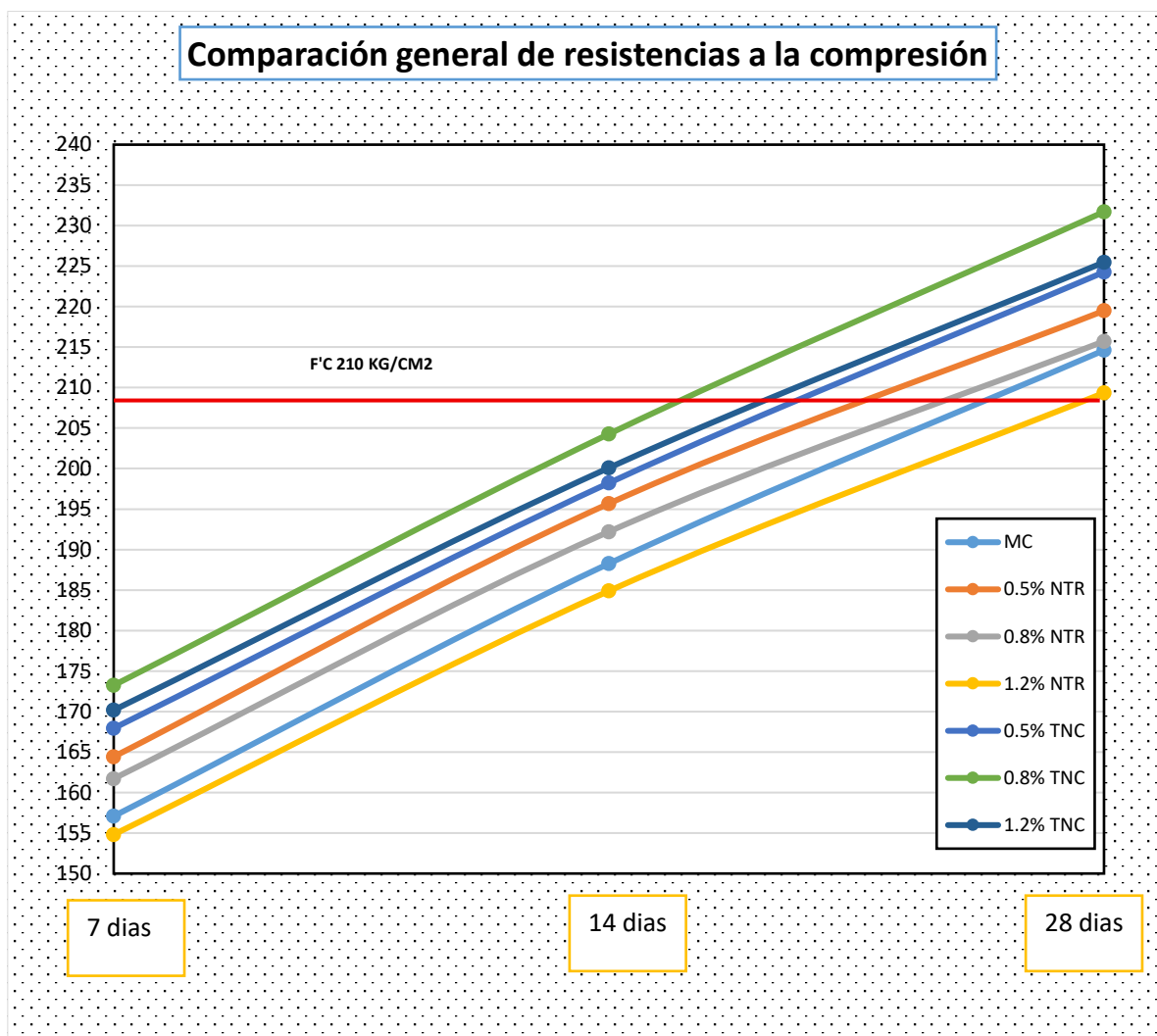
Tabla 32

Comparación general de resistencias promedio de los grupos de prueba

Comparación general de resistencias alcanzadas			
Grupo de prueba	7 días (kg/cm ²)	14 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)
MC	157.08	188.27	214.61
0.5% NTR	164.42	195.68	219.49
0.8% NTR	161.71	192.21	215.72
1.2% NTR	154.81	184.89	209.35
0.5% TNC	167.94	198.22	224.27
0.8% TNC	173.24	204.27	231.71
1.2% TNC	170.17	200.09	225.48

Figura 21

Comparación general de resistencias promedio de los grupos de prueba



Nota. Elaboración propia

Se muestra la resistencia a la compresión en kg/cm^2 para distintas mezclas de concreto a los 7, 14 y 28 días. El concreto convencional (MC) alcanza 157.08, 188.27 y 214.61 kg/cm^2 respectivamente. Las mezclas con nylon tejido reciclado (NTR) y textiles de nanotubos de carbono (TNC), muestran que el TNC, en especial al 0.8%, logra las mayores resistencias, alcanzando 231.71 kg/cm^2 a los 28 días. Estos resultados sugieren que el TNC mejora del módulo de elasticidad comparado con MC y NTR.

4.1.3 Impacto de la incorporación de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono en el módulo de rotura

a. Rotura 7 días

Tabla 33

Módulo de rotura de muestra de control a 7 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	1159.51	17.24
RUV-2	1149.32	17.03
RUV-3	1153.46	17.20
RUV-4	1156.51	17.13
RUV-5	1147.63	17.06
	Promedio (kg//cm²)	17.13

Nota. Laboratorio

Tabla 34

Módulo de rotura de MC + 0.5% NTR a 7 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	1311.24	19.49
RUV-2	1324.17	19.62
RUV-3	1313.09	19.45
RUV-4	1325.14	19.63
RUV-5	1317.16	19.58
	Promedio (kg//cm²)	19.55

Nota. Laboratorio

Tabla 35*Módulo de rotura de MC + 0.8% NTR a 7 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm²)
RUV-1	1213.12	18.03
RUV-2	1212.26	17.96
RUV-3	1216.09	18.02
RUV-4	1218.16	18.05
RUV-5	1214.24	18.05
	Promedio (kg//cm²)	18.02

*Nota. Laboratorio***Tabla 36***Módulo de rotura de MC + 1.2% NTR a 7 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm²)
RUV-1	1012.21	15.05
RUV-2	1011.69	14.99
RUV-3	1007.89	14.93
RUV-4	1002.87	14.86
RUV-5	1003.95	14.92
	Promedio (kg//cm²)	14.95

*Nota. Laboratorio***Tabla 37***Módulo de rotura de MC + 0.5% TNC a 7 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm²)
RUV-1	1404.87	20.88
RUV-2	1405.95	20.83
RUV-3	1408.92	20.87
RUV-4	1401.90	20.77
RUV-5	1406.88	20.91
	Promedio (kg//cm²)	20.85

Nota. Laboratorio

Tabla 38*Módulo de rotura de MC + 0.8% TNC a 7 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	1495.57	22.23
RUV-2	1498.62	22.20
RUV-3	1506.54	22.32
RUV-4	1505.49	22.30
RUV-5	1494.84	22.22
Promedio (kg//cm²)		22.25

Nota. Laboratorio**Tabla 39***Módulo de rotura de MC + 1.2% TNC a 7 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	1424.67	21.18
RUV-2	1428.58	21.16
RUV-3	1430.77	21.20
RUV-4	1439.92	21.33
RUV-5	1442.81	21.45
Promedio (kg//cm²)		21.26

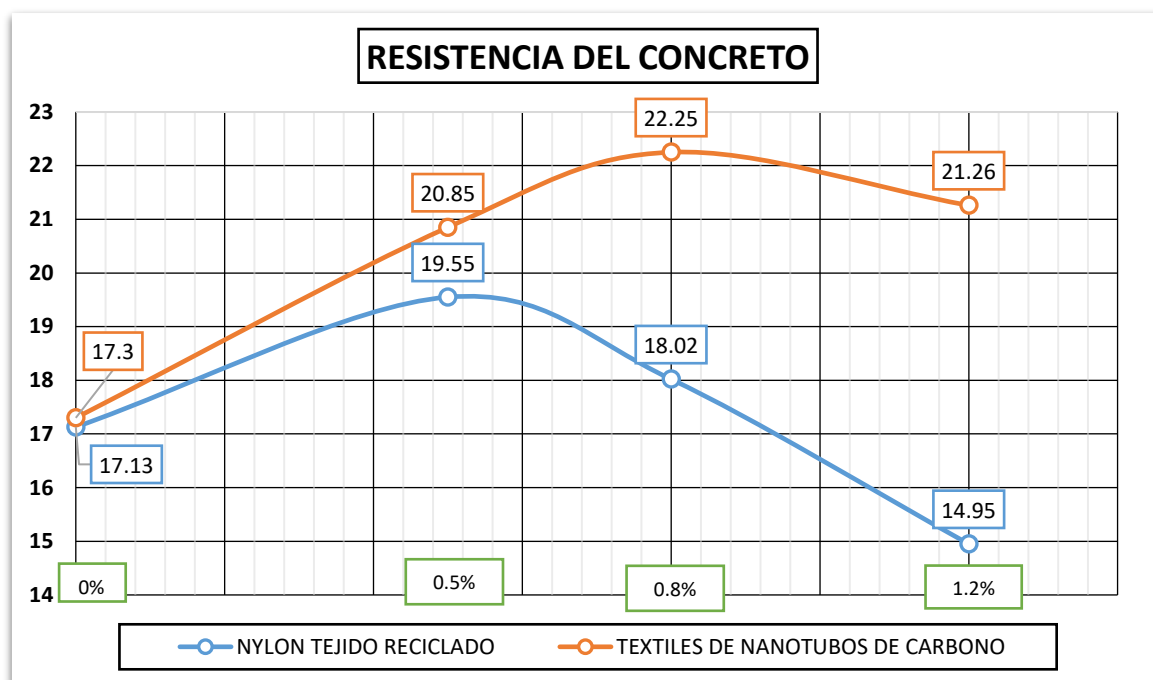
Nota. Laboratorio**Tabla 40***Comparación de resistencias a flexión de los grupos de prueba a 7 días de curado*

Descriptiva	7 días
MC	17.13
0.5% NTR	19.55
0.8% NTR	18.02
1.2% NTR	14.95
0.5% TNC	20.85
0.8% TNC	22.25
1.2% TNC	21.26

Nota. Laboratorio

Figura 22

Comparación del módulo de rotura a 7 días de curado.



Nota. Elaboración propia.

Se presenta los resultados de resistencia a la flexión a los 7 días para distintas mezclas de concreto. La mezcla convencional (MC) obtiene una resistencia de 17.13 kg/cm². Las mezclas con tratamiento no residual (NTR) alcanzan 19.55 kg/cm² (0.5%), 18.02 kg/cm² (0.8%) y 14.95 kg/cm² (1.2%). En cuanto a las mezclas con textiles de nanotubos de carbono (TNC), se logran resistencias de 20.85 kg/cm² (0.5%), 22.25 kg/cm² (0.8%) y 21.26 kg/cm² (1.2%), mostrando que el TNC mejora el módulo de rotura, especialmente con el 0.8% TNC, que alcanza el valor más alto.

b. Rotura 14 días**Tabla 41***Módulo de rotura de muestra de control a 14 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	1816.89	27.01
RUV-2	1820.94	27.16
RUV-3	1829.95	27.20
RUV-4	1822.96	27.01
RUV-5	1825.98	27.23
	Promedio (kg//cm²)	27.12

Nota. Laboratorio**Tabla 42***Módulo de rotura de MC + 0.5% NTR a 14 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	1994.42	29.65
RUV-2	1981.61	29.36
RUV-3	1995.74	29.57
RUV-4	1986.58	29.43
RUV-5	1997.69	29.60
	Promedio (kg//cm²)	29.52

Nota. Laboratorio**Tabla 43***Módulo de rotura de MC + 0.8% NTR a 14 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	1926.42	28.64
RUV-2	1917.26	28.40
RUV-3	1919.16	28.43
RUV-4	1917.22	28.40
RUV-5	1912.36	28.33
	Promedio (kg//cm²)	28.44

Nota. Laboratorio

Tabla 44*Módulo de rotura de MC + 1.2% NTR a 14 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	1625.35	24.16
RUV-2	1629.59	24.14
RUV-3	1628.67	24.13
RUV-4	1626.82	24.10
RUV-5	1625.79	24.09
	Promedio (kg//cm²)	24.12

*Nota. Laboratorio***Tabla 45***Módulo de rotura de MC + 0.5% TNC a 14 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	2039.54	30.32
RUV-2	2050.35	30.38
RUV-3	2059.29	30.51
RUV-4	2062.57	30.56
RUV-5	2074.88	30.74
	Promedio (kg//cm²)	30.50

*Nota. Laboratorio***Tabla 46***Módulo de rotura de MC + 0.8% TNC a 14 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	2173.99	32.31
RUV-2	2184.84	32.37
RUV-3	2196.96	32.55
RUV-4	2188.90	32.43
RUV-5	2189.81	32.44
	Promedio (kg//cm²)	32.42

Nota. Laboratorio



Tabla 47

Módulo de rotura de MC + 1.2% TNC a 14 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	2121.87	31.54
RUV-2	2133.92	31.61
RUV-3	2130.88	31.57
RUV-4	2114.79	31.33
RUV-5	2122.92	31.45
	Promedio (kg//cm²)	31.50

Nota. Laboratorio

Tabla 48

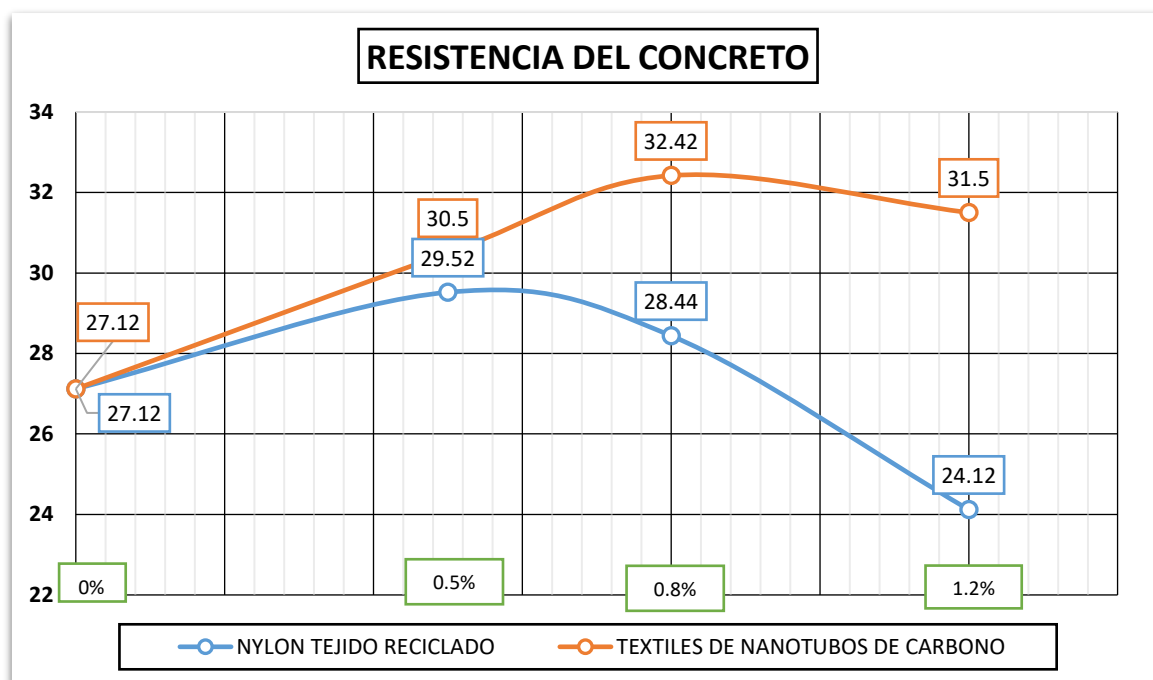
Comparación de resistencias a flexión de los grupos de prueba a 14 días de curado

Grupo de prueba	14 días (kg/cm ²)
MC	27.12
0.5% NTR	29.52
0.8% NTR	28.44
1.2% NTR	24.12
0.5% TNC	30.50
0.8% TNC	32.42
1.2% TNC	31.50

Nota. Laboratorio

Figura 23

Comparación del módulo de rotura a 14 días de curado.



Nota. Laboratorio

Se muestra la resistencia a la flexión a los 14 días para diferentes mezclas de concreto. El concreto convencional (MC) alcanza 27.12 kg/cm². Las mezclas con tratamiento no residual (NTR) presentan resistencias de 29.52 kg/cm² (0.5%), 28.44 kg/cm² (0.8%) y 24.12 kg/cm² (1.2%). Por otro lado, las mezclas con textiles de nanotubos de carbono (TNC) logran valores más altos: 30.50 kg/cm² (0.5%), 32.42 kg/cm² (0.8%) y 31.50 kg/cm² (1.2%), indicando que el TNC mejora el módulo de rotura, con el 0.8% TNC mostrando el mayor incremento.

c. Rotura 28 días

Tabla 49

Módulo de rotura de muestra de control a 28 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	2356.53	35.03
RUV-2	2364.46	35.03
RUV-3	2354.98	35.12
RUV-4	2353.89	34.87
RUV-5	2359.79	35.08
Promedio (kg//cm²)		35.03

Nota. Laboratorio

Tabla 50

Módulo de rotura de MC + 0.5% NTR a 28 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	2550.43	37.91
RUV-2	2546.58	37.73
RUV-3	2549.63	37.77
RUV-4	2553.51	37.83
RUV-5	2547.38	37.74
Promedio (kg//cm²)		37.80

Nota. Laboratorio

Tabla 51

Módulo de rotura de MC + 0.8% NTR a 28 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	2428.36	36.10
RUV-2	2464.44	36.51
RUV-3	2456.11	36.39
RUV-4	2444.22	36.21
RUV-5	2458.14	36.42
Promedio (kg//cm²)		36.32

Nota. Laboratorio

Tabla 52*Módulo de rotura de MC + 1.2% NTR a 28 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	2119.68	31.51
RUV-2	2121.75	31.43
RUV-3	2127.89	31.52
RUV-4	2119.92	31.41
RUV-5	2117.94	31.38
Promedio (kg//cm²)		31.45

Nota. Laboratorio

Tabla 53*Módulo de rotura de MC + 0.5% TNC a 28 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	2690.21	39.99
RUV-2	2697.32	39.96
RUV-3	2685.54	39.79
RUV-4	2680.62	39.71
RUV-5	2692.64	39.89
Promedio (kg//cm²)		39.87

Nota. Laboratorio

Tabla 54*Módulo de rotura de MC + 0.8% TNC a 28 días de curado*

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	2888.26	42.93
RUV-2	2882.84	42.71
RUV-3	2897.76	42.93
RUV-4	2890.94	42.83
RUV-5	2894.84	42.89
Promedio (kg//cm²)		42.86

Nota. Laboratorio



Tabla 55

Módulo de rotura de MC + 1.2% TNC a 28 días de curado

Muestra	Carga aplicada (kg)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
RUV-1	2717.88	40.40
RUV-2	2721.79	40.32
RUV-3	2729.92	40.44
RUV-4	2716.88	40.25
RUV-5	2712.76	40.19
	Promedio (kg//cm²)	40.32

Nota. Laboratorio

Tabla 56

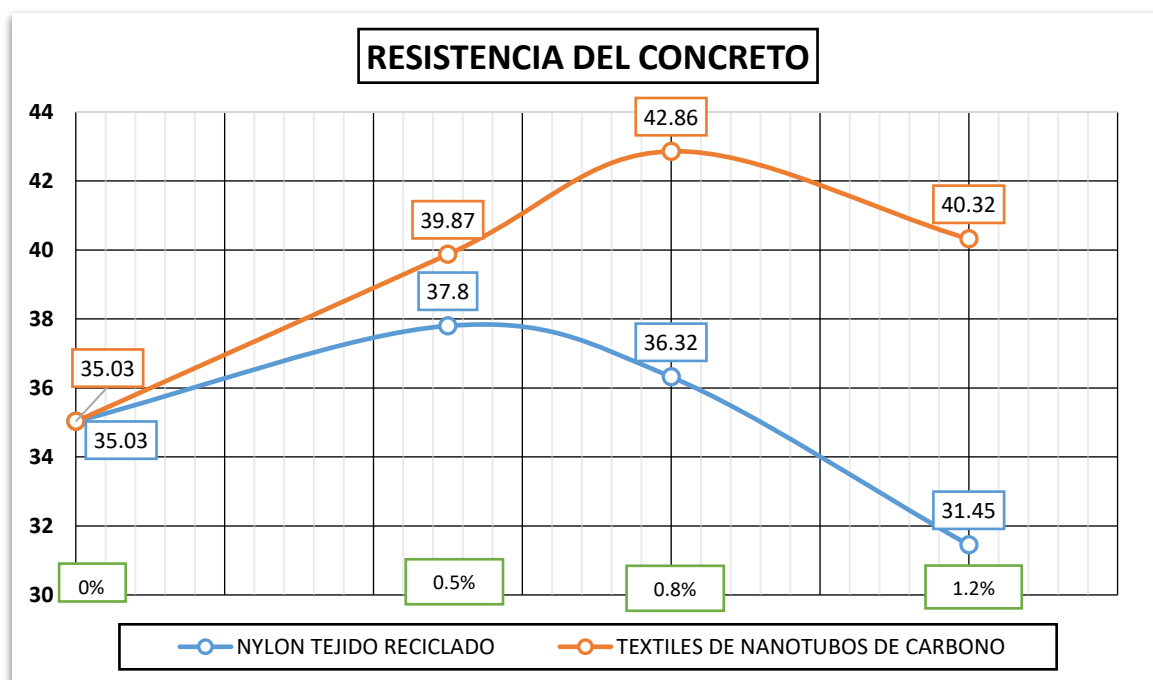
Comparación de resistencias a flexión de los grupos de prueba a 28 días de curado

Grupo de prueba	28 días (kg/cm ²)
MC	35.03
0.5% NTR	37.80
0.8% NTR	36.32
1.2% NTR	31.45
0.5% TNC	39.87
0.8% TNC	42.86
1.2% TNC	40.32

Nota. Laboratorio

Figura 24

Comparación del módulo de rotura a 28 días de curado.



Nota. Laboratorio

Se presenta los resultados de resistencia a la flexión a los 28 días para distintas mezclas de concreto. La mezcla convencional (MC) alcanza 35.03 kg/cm². Las mezclas con tratamiento no residual (NTR) logran resistencias de 37.80 kg/cm² (0.5%), 36.32 kg/cm² (0.8%) y 31.45 kg/cm² (1.2%). En contraste, las mezclas con textiles de nanotubos de carbono (TNC) muestran resistencias más altas: 39.87 kg/cm² (0.5%), 42.86 kg/cm² (0.8%) y 40.32 kg/cm² (1.2%), destacando que el 0.8% TNC alcanza el mayor valor, lo que sugiere una mejora en el módulo de rotura respecto a MC y NTR.

Tabla 57

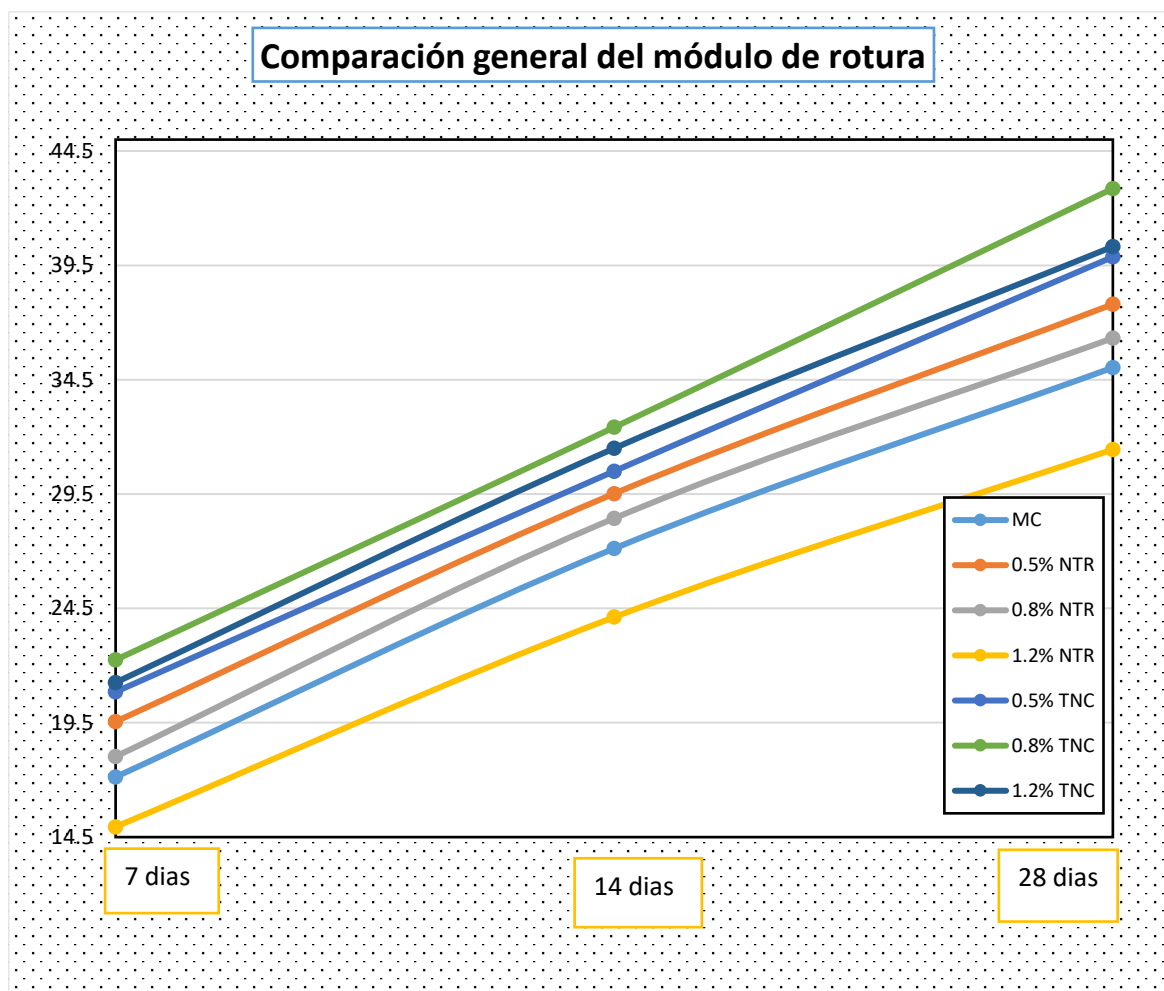
Comparación general del módulo de rotura promedio de los grupos de prueba

Comparación general de resistencias alcanzadas a flexión			
Grupo de prueba	7 días (kg/cm ²)	14 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)
MC	17.13	27.12	35.03
0.5% NTR	19.55	29.52	37.80
0.8% NTR	18.02	28.44	36.32
1.2% NTR	14.95	24.12	31.45
0.5% TNC	20.85	30.50	39.87
0.8% TNC	22.25	32.42	42.86
1.2% TNC	21.26	31.50	40.32

Nota. Laboratorio

Figura 25

Comparación general del módulo de rotura promedio de los grupos de prueba



Nota. Elaboración propia

Se compara la resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días para distintas mezclas de concreto. La mezcla convencional (MC) alcanza resistencias de 17.13, 27.12 y 35.03 kg/cm² en cada periodo, respectivamente. Las mezclas con tratamiento no residual (NTR) presentan mejoras con 19.55, 29.52 y 37.80 kg/cm² para 0.5% NTR; 18.02, 28.44 y 36.32 kg/cm² para 0.8% NTR; y 14.95, 24.12 y 31.45 kg/cm² para 1.2% NTR. Las mezclas con textiles de nanotubos de carbono (TNC) muestran los valores más altos: 20.85, 30.50 y 39.87 kg/cm² para 0.5% TNC; 22.25, 32.42 y 42.86 kg/cm² para 0.8% TNC; y 21.26, 31.50 y 40.32 kg/cm² para 1.2% TNC, siendo el 0.8% TNC el que presenta la mayor resistencia final.

4.2 Discusión de resultados

En el estudio de (Farfán & Trigoso, 2023), se utilizó nylon proveniente de redes de pesca, y se llegó a la conclusión de que su adición afecta significativamente la resistencia del concreto en comparación con la muestra patrón. En los ensayos de resistencia a la compresión, la muestra patrón obtuvo 216 kg/cm², mientras que con la adición de 0.2% de nylon se alcanzó una resistencia de 267 kg/cm², representando un incremento del 24%. Con una adición de 0.3% de nylon, la resistencia fue de 244 kg/cm², es decir, un 13% mayor que la muestra patrón. Sin embargo, al incrementar la adición a 0.5%, la resistencia se mantuvo igual a la de la muestra patrón. En cuanto a los ensayos de resistencia a la tracción, la muestra patrón obtuvo 18.81 kg/cm². Con la adición de 0.2% de nylon, la resistencia a la tracción aumentó a 34.07 kg/cm², lo que representa un incremento del 7%. Con un 0.3% de nylon, se obtuvo una resistencia de 28.60 kg/cm², un 5% mayor que la muestra patrón. Al igual que en la resistencia a la compresión, la adición de 0.5% de nylon no mostró variaciones en comparación con la muestra patrón.

En el estudio de (Quispe Jacinto, 2022), se evaluó la influencia de la adición de nanotubos de carbono (NTC) en las propiedades del concreto. Los resultados muestran que la inclusión de NTC mejora notablemente la permeabilidad del concreto. Según la Tabla 14, las dosificaciones de 5% y 15% resultaron óptimas, disminuyendo la profundidad

de penetración de agua desde 32.87 mm en la muestra patrón a 22.54 mm y 25.33 mm, respectivamente, lo cual representa una reducción del 22.9% y 31% en comparación con el diseño patrón. Estos resultados cumplen con los límites normativos. Además, se determinó que la adición de NTC influye positivamente en la resistencia a la compresión: con un 5% de NTC, se observa un aumento del 7.24%; con un 10%, el incremento alcanza el 13.49%; y con un 15%, la mejora es del 5.4% (Tablas 7, 8 y 9). Sin embargo, se observó que a dosificaciones superiores al 15% de NTC, la resistencia a la compresión disminuye, siendo el 10% la dosis óptima, logrando una resistencia de hasta 345.0 kg/cm². En los ensayos de resistencia a la flexo-tracción (Tablas 11, 12 y 13), también se observó un impacto positivo con las dosificaciones de 5%, 10% y 15% de NTC, incrementando la resistencia a la flexo-tracción en un 82.09%, 93.53% y 77.91%, respectivamente, en comparación con el diseño patrón. Este diseño supera los estándares del manual de carreteras para tráfico pesado, destacando así la efectividad del uso de NTC en el concreto.

En el estudio de (Matos, 2023), se evaluó el efecto de los nanotubos de carbono (NTC) en la resistencia a la compresión del concreto. Los resultados mostraron que el concreto patrón presenta una resistencia de 254.6 kg/cm² a los 7 días, 292.4 kg/cm² a los 14 días y 340.9 kg/cm² a los 28 días, valores que cumplen con el diseño de mezclas según el método ACI. Cuando se agregó un 0.5% de NTC, la resistencia a la compresión fue de 227.9 kg/cm² a los 7 días, 244.2 kg/cm² a los 14 días y 291.4 kg/cm² a los 28 días, lo cual también valida el diseño de mezcla por el método ACI. Al incrementar la adición a un 1.2% de NTC, los valores de resistencia fueron de 219.6 kg/cm² a los 7 días, 235.5 kg/cm² a los 14 días y 265.8 kg/cm² a los 28 días, manteniéndose dentro de los límites del diseño por el método ACI. Comparando estos valores a los 28 días, se observa que el concreto patrón alcanza una resistencia de 340.9 kg/cm², el concreto con 0.5% de NTC llega a 291.4 kg/cm², y el concreto con 1.2% de NTC presenta una resistencia de 265.8 kg/cm². Estos resultados indican que, aunque la adición de 0.5% de NTC logra superar la resistencia de



diseño de 280 kg/cm^2 , para adiciones superiores al 0.5% en relación al peso del cemento, la resistencia a la compresión disminuye.

En los estudios de Farfán y Trigoso (2023), Quispe Jacinto (2022) y Matos (2023) se evaluó el efecto de materiales adicionales en la resistencia y permeabilidad del concreto. Farfán y Trigoso encontraron que la adición de nylon (0.2% y 0.3%) aumentó del módulo de elasticidad hasta un 24% y a tracción hasta un 7%, sin mejoras al llegar a 0.5%. Quispe Jacinto observó que los nanotubos de carbono (NTC) mejoraron la impermeabilidad, con reducciones de hasta el 31% en penetración de agua, mientras que el 10% de NTC fue óptimo para del módulo de elasticidad (345 kg/cm^2) y flexo-tracción, superando los estándares de tráfico pesado. Matos determinó que el concreto patrón y el agregado con 0.5% de NTC cumplieron con el diseño ACI, pero adiciones mayores a 0.5% disminuyeron del módulo de elasticidad. Estos resultados sugieren que las adiciones de nylon y NTC mejoran ciertas propiedades del concreto, aunque la dosis debe controlarse para evitar reducciones en resistencia.

CONCLUSIONES

General, la aplicación de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en cantidades variables mejora las propiedades de un concreto hidráulico en la provincia de Sandía, ya que conserva la trabajabilidad de la mezcla fresca de concreto hidráulico, además, incrementa la resistencia a la compresión del concreto endurecido, y mejora el módulo de rotura del concreto hidráulico en las tres edades de curado.

Primera, la adición controlada de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono reciclados afecta negativamente la trabajabilidad del concreto. En el caso de la muestra control, la trabajabilidad inicial fue de 3.80". Sin embargo, al incorporar nylon tejido reciclado, se observó una disminución progresiva, alcanzando un valor de 2.98" con una adición del 1.2%. De manera similar, la inclusión de textiles de nanotubos de carbono reciclados también redujo la trabajabilidad, registrando un valor de 3.18" con el mismo porcentaje de adición (1.2%).

Segunda, la incorporación controlada de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono reciclados mejora del módulo de elasticidad, pero a mayores porcentajes de adición esta disminuye. La muestra control presentó una resistencia de 214.61 kg/cm². Con un 0.5% de nylon tejido reciclado, la resistencia aumentó a 219.49 kg/cm², pero disminuyó a 209.35 kg/cm² con un 1.2%. Por otro lado, con un 0.8% de nanotubos reciclados, la resistencia alcanzó 231.71 kg/cm², reduciéndose a 225.48 kg/cm² al aumentar al 1.2%. Estos resultados reflejan un efecto óptimo en adiciones moderadas.

Tercera, la incorporación controlada de nylon tejido reciclado y textiles de nanotubos de carbono reciclados mostró una mejora significativa en el módulo de rotura del concreto hidráulico. La muestra de control presentó una resistencia de 35.03 kg/cm². Al adicionar un 0.5% de nylon tejido reciclado, la resistencia aumentó a 37.80 kg/cm². Por otro lado, con la adición de un 0.8% de textiles de nanotubos de carbono reciclados, se logró una



resistencia máxima de 42.86 kg/cm^2 , evidenciando el impacto positivo de estos materiales en las propiedades mecánicas del concreto.



RECOMENDACIONES

Primera, se recomienda a futuros investigadores realizar la combinación de los óptimos porcentajes de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado, a fin de realizar las pruebas de laboratorio correspondientes y conocer de qué manera la combinación de ambos influye en las propiedades del concreto hidráulico.

Segunda, se recomienda llevar a cabo ensayos utilizando otros tipos de tejidos reciclados con el fin de explorar nuevas alternativas de materiales. Esto permitirá evaluar su impacto en las propiedades mecánicas y físicas del concreto, ampliando las opciones sostenibles y eficientes para su diseño y aplicación.

Tercera, se recomienda realizar pruebas a la mezcla concreto hidráulico con adiciones de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en estado fresco, tales como rendimiento, retracción plástica, tiempo de fraguado y contenido de aire, propiedades que son esenciales para optimizar su colocación, compactación y posterior desempeño estructural de concretos hidráulicos.

Cuarta, se recomienda realizar el ensayo de resistencia a la tracción como complemento a los análisis mecánicos, ya que este permite evaluar la resistencia del material frente a fuerzas de tracción directa. Esto proporcionará información más completa sobre el comportamiento estructural del concreto y su capacidad para soportar esfuerzos en condiciones específicas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aching, P., & del Castillo, W. (2018). *Influencia del plastificante reductor de agua sika-cem en el concreto cemento – arena - Iquitos, 2018*. SAN JUAN BAUTISTA: UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.
- Albornoz, J. (2014). *Efecto de la incorporación de mezcla de fibras polipropileno / polietileno sobre la exudación y la resistencia mecánica del hormigón*. Universidad de Valparaíso de Chile.
- Aleman, R. A., & Cordova, H. E. (2021). *Influencia del tipo de cemento en el asentamiento, pérdida de trabajabilidad, peso unitario, contenido de aire y resistencia a la compresión de un concreto convencional, Trujillo 2021*. Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte.
- Alfaro, A. (2017). *Concreto permeable como sistema de drenaje de aguas pluviales en estacionamientos, casi Farmacias San Pablo, Sucursal Tláhuac-Culhuacán*. Instituto Politécnico Nacional.
- Álvarez, M., Carrasco, F., & Maldonado, F. (2014). Desarrollo y aplicaciones de materiales avanzados de Nanotubos de Carbono: Estructura, Propiedades y Química. *Univeridad Internacional de Andalucía*, 141-193. doi:<http://hdl.handle.net/10334/3621>
- Arequipa, A. (2022). Manual del Maestro Constructor . *El concreto*.
- Becerra, M. (2012). *Tópicos de Pavimentos de Concreto: Diseño, Construcción y Supervisión*. Lima.
- Beltrán, A., & Villalba, S. (2020). *Diseño de mezcla para concreto permeable con fibra de vidrio*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Branco, T. (2019). *Evaluación de las propiedades del concreto permeable en pavimentos especiales, Lambayeque. 2018*. Universidad Señor de Sipán.
- Calloapaza, A. (2021). *Estudio comparativo del esfuerzo a compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con aditivo Chema 3 y SikaCem Acelerante PE, Juliaca -2021*. Universidad César Vallejo.



- Capillo, G. A., & Palma, L. (2020). *Adición paja de trigo para evaluar las propiedades físico - mecánico del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en columnas, Aucallama – 2020* . Lima, Perú: Universidad César Vallejo.
- Carrasco, S. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. Lima: San Marcos.
- Carrion, F. (2019). *MATERIALES POR EL DISEÑO DE PRODUCTOS TEXTILES*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA.
- Casilla, Y., & Condori, L. (2023). *Influencia de la Fibra de Vidrio en las Propiedades del Concreto Permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la Ciudad de Juliaca – 2023*. Universidad César Vallejo.
- Castellón, H., & de la Ossa, K. (2013). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo I y tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes*. Universidad de Cartagena.
- Cervantes, A. (2020). *Estudio de factibilidad del concreto permeable y su posible aplicación en la ciudad de barranquilla, Colombia*. Universidad de la Costa.
- Chávez, A., & Mendoza, J. (2021). *Análisis de las propiedades mecánicas del pavimento rígido incorporando virutas de aluminio reciclado en Ate 2021*. Universidad Cesar Vallejo. Lima: UCV.
- Cohen, N., & Gómez, G. (2019). *Metodología de la investigación, ¿para qué?* Buenos Aires, Argentina: Editorial Teseo.
- Coronado, J., & Maguiña, Á. (2019). *Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades físico-mecánicas del concreto permeable para su empleo en el Jr. Huascarán, Huaraz – 2019*. Universidad César Vallejo.
- Cubas, C., & Tafur, N. (2019). *Correlación entre el esfuerzo de compresión y el módulo de rotura en concretos autocompactantes, utilizando agregados de las canteras Tres Tomas y La Victoria de la región Lambayeque y su aplicación en pavimentos rígidos*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque: UNPRG.



- Cuervo, P., Carlos, J., Isabel, M., Orozco, W., Jaramillo, L., Hoyos, L., . . . Toro, A. (2016).
Propiedades reológicas de nanotubos de carbono como aditivo. *Dyna*, 83(199), 229-236.
doi:<https://doi.org/10.15446/dyna.v83n199.54900>
- Escalante, D. (2019). *Análisis comparativo de resistencia a compresión y permeabilidad de concreto poroso adicionado con fibras de vidrio con agregados de la cantera de huancachupa con respecto a un concreto poroso de agregado fino - Huánuco 2018*.
Universidad Nacional "Hermilio Valdizán".
- Escobar, J., Guerra, J., & Eguez, H. (2023). Tamaño máximo del agregado y su influencia en la porosidad de un hormigón elaborado con fibra de vidrio. *Revista Científica "INGENIAR"*, 6(11). doi:<https://doi.org/10.46296/ig.v6i11edespmayo.0095>
- Espinoza, B. A., & Guerrero, J. F. (2020). *Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Usando Cementos Sol y Quisqueya en la Ciudad de Huaraz, 2019*.
Huaraz, Perú: Universidad César Vallejo.
- Farfán, J., & Rojas, E. (2022). *Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión y Permeabilidad en el Concreto Permeable con la Incorporación de Diferentes Tamaños de Agregados, Lima 2021*. Universidad Privada del Norte.
- Galván, L., & de la Cruz, M. (2014). Análisis de la resistencia a la compresión y los estándares en contenido de aire para concreto permeable en equipamiento urbano. *CienciAcierta*(40), 19-22.
- García, J. (2020). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando viruta de aluminio secundario, Lambayeque, 2020*. Pimental: Universidad Señor de Sipan.
Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8075>
- GUEVARA, G., VERDESOTO, A., & CASTRO, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 163-173.
doi:10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173



- Hamada, H., Thomas, B., Yahaya, F., Tayeh, B., & Alattar, A. (2022). Effect of recycled waste glass on the properties of high-performance concrete: A critical review. *Case Studies in Construction Materials*, 17(2), 11-49. doi:10.1016/j.cscm.2022.e01149
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2019). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES S.A.
- Huamaní, D., & Solon, L. (2019). *Influencia de los aditivos acelerantes de fragua sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido Trujillo, 2019*. Universidad Privada del Norte.
- Lao, W. (2007). *Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la Ciudad de Pucallpa*. Pregrado, Universidad Ricardo Palma, Lima - Perú. Obtenido de <https://bit.ly/3pHiSa7>
- Li, H., Yang, J., Yu, X., Zhang, Y., & Zhang, L. (2023). Predicción de la permeabilidad del hormigón permeable en función de las proporciones de la mezcla y las características de los poros. *ScienceDirect*, 395, 132247. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132247>
- Lopera, L. (2020). *Más allá de la resistencia a la compresión: calidad y propiedades del concreto en estado endurecido*. Obtenido de <https://alio.com.co/calidad-y-propiedades-del-concreto/>
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa*. Barcelona: Edifici B - Universitat Autònoma de Barcelona.
- Mamani, H., & Valera, I. (2022). *Influencia de la adición de fibras de vidrio en las propiedades mecánicas e hidráulicas del concreto permeable $f'c=175$ kg/cm² empleado para pavimentos en la ciudad de Juliaca*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.



- Narvaez, M. D. (2020). *Análisis de un concreto $F'_{C}=210$ kg/cm² con incorporación del aditivo plastificante para climas fríos en losas aligeradas, Juliaca, 2020*. Lima, Perú: Universidad César Vallejo.
- Nel, L. (2019). *Metodología de la Investigación*. Lima: Editorial MACRO.
- Neyra, V. (2016). *Mejoramiento y rehabilitación de infraestructura vial urbana en el barrio nuevo San Miguel de la Ciudad de Ilave - Provincia de El Collao - Puno*. Universidad Nacional Del Altiplano. Puno: UNAP. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4282/Neyra_Quisca_Valerio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- NTP. (2015). *Resistencia a la compresión (NTP 339.034)*.
- Páez, D., & Prada, I. (2020). *Implementación del concreto permeable en el barrio Pardo Rubio en la calle 47ª con CRA 3 Este*. Universidad Antonio Nariño.
- Panimbosa, R. (2022). *Efectos de la zeolita como material suplementario del cemento portland en la resistencia a tracción indirecta del concreto estructural*. Ambato-Ecuador: UTA.
- Parvina, C. (2020). *Adición de fibras de aluminio reciclado en bloques de concreto vibrado para mejorar las propiedades físico mecánica, Villa María-Lima 2020*. Universidad César Vallejo. Lima: UCV. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87826/Parvina_GCI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pasquel, E. (2019). *Temas de tecnología del concreto en el Perú*. doi:ISBN 0051134519
- Pérez, C., Ferrás, E., Pérez, M., & Fernández, J. (2014). Síntesis, caracterización y propiedades de nylons 5,m. *Revista Cubana de Química*, 26(3), 166-180.
doi:<http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v26n3/ind02314.pdf>
- Pillaca, L. (2019). *Análisis del Concreto Permeable con Fibras Plásticas relacionado a las propiedades de Compresión y Flexión para su uso en Pavimentos, Lima - 2019*. Universidad César Vallejo.



- Pino, R. (2018). *Metodología de la investigación - Elaboracion de diseños para contrastar hipótesis*. Lima: San Marcos E.I.R.L.
- Pomalaza, Á. (2021). *Aplicación de pavimentos de concreto poroso como alternativa de control de la acumulación de precipitaciones pluviales en la provincia de Huancayo en el año 2017*. Universidad Continental.
- Possamai, R., Jaramillo, L., & Michael, A. (2023). Efecto de la adición de residuos de fibra de vidrio y cenizas volantes sobre el rendimiento mecánico de la pasta de cemento Portland. *ScienceDirect*, 7, 100176. doi:<https://doi.org/10.1016/j.clema.2023.100176>
- Ramos, C. (2019). *Mejoramiento al concreto absorbente con inserción de fibra de vidrio para aumentar su resistencia a la compresión en la ciudad de Tarma*. Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Rosas, R. J., & Valer, J. J. (2021). *Análisis comparativo de las propiedades reológicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con un concreto con superplastificante del 0.6% - 1.5%, Cusco 2018*. Cusco, Perú: Universidad Andina del Cusco.
- Sabino, C. (2016). *EL PROCESO DE INVESTIGACION*. Caracas: Panapo.
- Sapacayo, R. (2017). *Aplicación del aditivo acelerante de fragua marca per rapid 10 y nivel de efectividad en concretos aplicables a zonas de la región Madre de Dios, 2017*. Universidad Alas Peruanas.
- Silvestre, I., & Huamán, C. (2019). *Pasos para elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitaria*. Lima: San Marcos E.I.R.L.
- Sopan, L., & Soto, G. (2020). *Propuesta de diseño de pavimento, utilizando concreto permeable para el control del drenaje pluvial en el Jr. Malecón Germán Aliaga de la ciudad de Tocache*. Universidad Científica del Perú.
- Tibebu, A., Mekonnen, E., Kumar, L., Chimdi, J., Hailu, P., & Fikadu, N. (2022). Comportamiento a compresión y trabajabilidad del hormigón armado con fibra de vidrio picada. *ScienceDirect*, 62(8), 5087-5094. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.427>



- Torres, L. (2022). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón utilizando como agregados concreto reciclado*. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Valle, Q. (2018). *Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y 210 kg/cm^2 Chachapoyas-Amazonas*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Vargas, G., & Yataco, A. (2020). *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos*. Universidad Ricardo Palma. Lima: URP.
Obtenido de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3678/CIV-T030_72636801_T%20%20%20YATACO%20BARREDA%20ALVARO%20GUSTAVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zicarelli, M. (2022). Influencia del nivel de tensiones debido al peso propio en la conductividad hidráulica del hormigón permeable para aplicaciones geotécnicas. *ScienceDirect*, 32, 100409. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gete.2022.100409>



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024"				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuáles es la influencia de la aplicación de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en cantidades variables sobre las propiedades de un concreto hidráulico en la provincia de Sandia 2024?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar la aplicación de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en cantidades variables sobre las propiedades de un concreto hidráulico en la provincia de Sandia 2024.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La influencia de la aplicación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado optimizará las propiedades de un concreto hidráulico en la provincia de Sandia 2024.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p><i>TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO</i></p>	<p>Balanza</p>
<p>Problemas Específicos</p>	<p>Objetivos Específicos</p>	<p>Hipótesis Específicas</p>	<p>Dimensiones:</p> <p><i>Incorporación de textiles de nanotubos de carbono en 0.5%, 0.8% y 1.2%.</i></p> <p><i>Incorporación de nylon tejido reciclado en 0.5%, 0.8% y 1.2%.</i></p>	<p>Fichas de cálculo</p>
<p>¿Cuál es la incidencia de la adición controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia?</p>	<p>Analizar la incidencia de la adición controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia.</p>	<p>La incidencia de la adición controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado conservará la trabajabilidad de la mezcla de concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia.</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p><i>PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRÁULICO</i></p>	<p>Equipos y herramientas de laboratorio</p>
<p>¿Cuál es el efecto de la incorporación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia?</p>	<p>Explicar el efecto de la incorporación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia.</p>	<p>El efecto de la incorporación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado mejorará la resistencia a la compresión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia.</p>	<p>Dimensiones:</p> <p><i>Trabajabilidad (Slump)</i></p> <p><i>Resistencia a la compresión</i></p> <p><i>Resistencia a la flexión</i></p>	<p>Certificados de control de calidad emitidos por laboratorio</p>
<p>¿Cuál es el impacto de la aplicación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia?</p>	<p>Explicar el impacto de la aplicación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia.</p>	<p>El impacto de la aplicación controlada de textiles de nanotubos de carbono y nylon tejido reciclado incrementará la resistencia a la flexión del concreto hidráulico de $f'c=210$ kg/cm² en la provincia de Sandia.</p>		



Fotografía 1. Análisis granulométrico de agregados



Fotografía 2. Pesaje de materiales retenidos en cada tamiz



Fotografía 3. Pesaje de picnómetro para ensayo de pesos específicos



Fotografía 4. Varillado de material para determinación de pesos unitarios



Fotografía 5. Llenado de agregados para varillado y enrasado



Fotografía 6. Mezcla de agua con agregados



Fotografía 7. Mezcla de materiales para su combinación con agua y la mezcla respectiva



Fotografía 8. Mezcla de concreto hidráulico



Fotografía 9. Colocado de mezcla fresca al cono de Abrams para determinación del Slump



Fotografía 10. Medición del asentamiento del concreto hidráulico en su estado fresco



Fotografía 11. Medición del asentamiento de la mezcla con nylon tejido reciclado



Fotografía 12. Colocado y varillado de mezcla fresca en moldes de briqueta



Fotografía 13. Desmolde de briquetas para su posterior curado



Fotografía 14. Proceso de curado de briquetas



Fotografía 15. Medición de briquetas para su posterior rotura



Fotografía 16. Rotura de briquetas de concreto hidráulico en prensa hidráulica



Fotografía 17. Medición de viguetas para su posterior rotura



Fotografía 18. Rotura de viguetas de concreto hidráulico en prensa hidráulica



Fotografía 19. Recolección de textiles con impregnación de nanotubos de carbono



Fotografía 20. Corte de textiles de nanotubos de carbono en tiras de 0.5 cm a 1.0 cm.



Fotografía 21. Recolección de nylon tejido



Fotografía 22. Presentación de nylon tejido para su posterior corte en 0.5 cm a 1.0 cm.



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 : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024

SOLICITANTE : BACHILLER KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA

CANTERA : CUYO CUYO

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

FECHA : 12- DICIEMBRE- 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	368.54
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	357.21
PESO DEL TARRO (gr.)	39.14
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	329.40
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	318.07
PESO DEL AGUA (gr.)	11.33
% HUMEDAD	3.56

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	576.55
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	562.74
PESO DEL TARRO (gr.)	40.12
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	536.43
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	522.62
PESO DEL AGUA (gr.)	13.81
% HUMEDAD	2.64

OBSERVACIONES:

• LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



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

Mgr. Arnoldo Yana Torres
 CIP 103757



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 : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024

SOLICITANTE : BACHILLER KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA

CANTERA : CUYO CUYO

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

FECHA : 12 DICIEMBRE- 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	7962 gr	7962 gr	7962 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3073 cm ³	3073 cm ³	3073 cm ³
COLOCACIÓN DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12564.00 gr	12559.00 gr	12560.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4602.00 gr	4597.00 gr	4598.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.498 gr/cm ³	1.496 gr/cm ³	1.496 gr/cm ³
PROMEDIO		1.497 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	7962 gr	7962 gr	7962 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3073 cm ³	3073 cm ³	3073 cm ³
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12798.00 gr	12787.00 gr	12790.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4836.00 gr	4825.00 gr	4828.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.574 gr/cm ³	1.570 gr/cm ³	1.571 gr/cm ³
PROMEDIO		1.572 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

M.Sc. JEFATURA

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024

SOLICITANTE : BACHILLER KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA
CANTERA : CUYO CUYO

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

FECHA : 12- DICIEMBRE- 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	5938 gr	5938 gr	5938 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2083 cm ³	2083 cm ³	2083 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9214.00 gr	9226.00 gr	9231.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3276.00 gr	3288.00 gr	3293.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.573 gr/cm ³	1.578 gr/cm ³	1.581 gr/cm ³
PROMEDIO		1.577 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	5938 gr	5938 gr	5938 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2083 cm ³	2083 cm ³	2083 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9589.00 gr	9593.00 gr	9587.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3651.00 gr	3655.00 gr	3649.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.753 gr/cm ³	1.755 gr/cm ³	1.752 gr/cm ³
PROMEDIO		1.753 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDÍA 2024

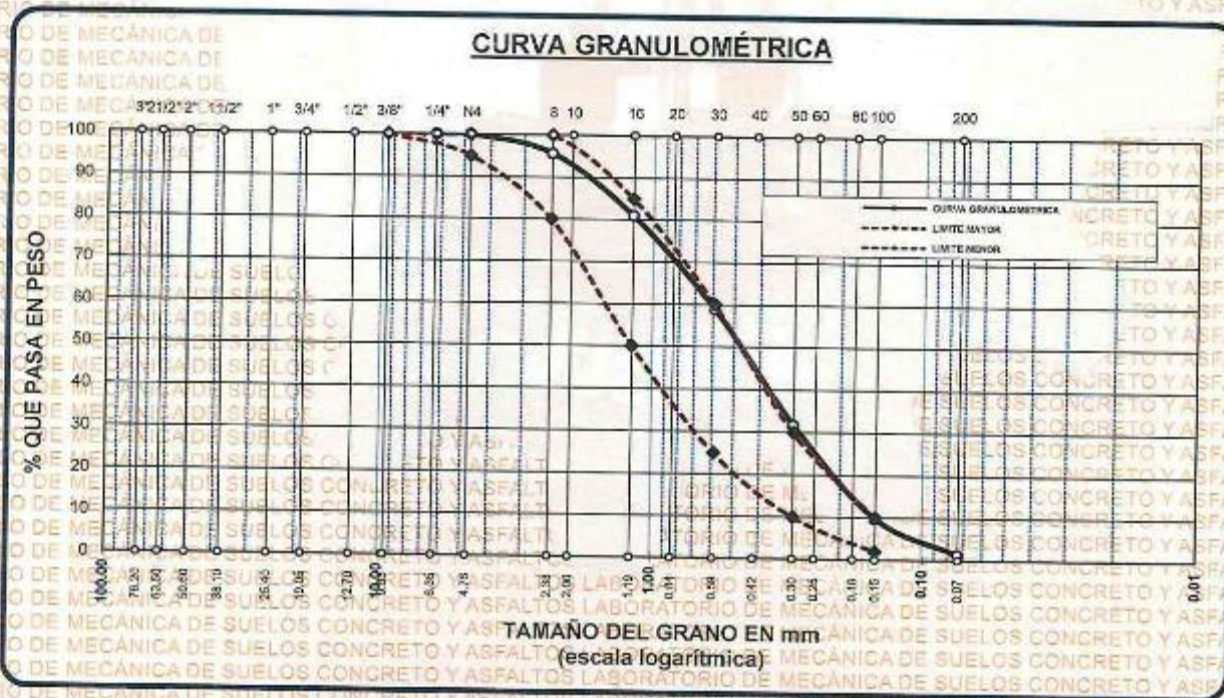
SOLICITANTE : BACHILLER KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA

CANTERA : CUYO CUYO

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

FECHA : 12- DICIEMBRE- 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 2.23
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No8	2.380	21.58	4.32	4.32	95.68	80 - 100 %	
No16	1.190	73.65	14.73	19.05	80.95	50 - 85 %	
No30	0.590	110.41	22.08	41.13	58.87	25 - 60 %	
No 50	0.300	135.78	27.16	68.28	31.72	10 - 30 %	
No100	0.149	109.66	21.93	90.22	9.78	2-10%	
No200	0.074	42.11	8.42	98.64	1.36		
BASE TOTAL		500.00	100.00	100	0.00		
% PERDIDA			1.36				



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024

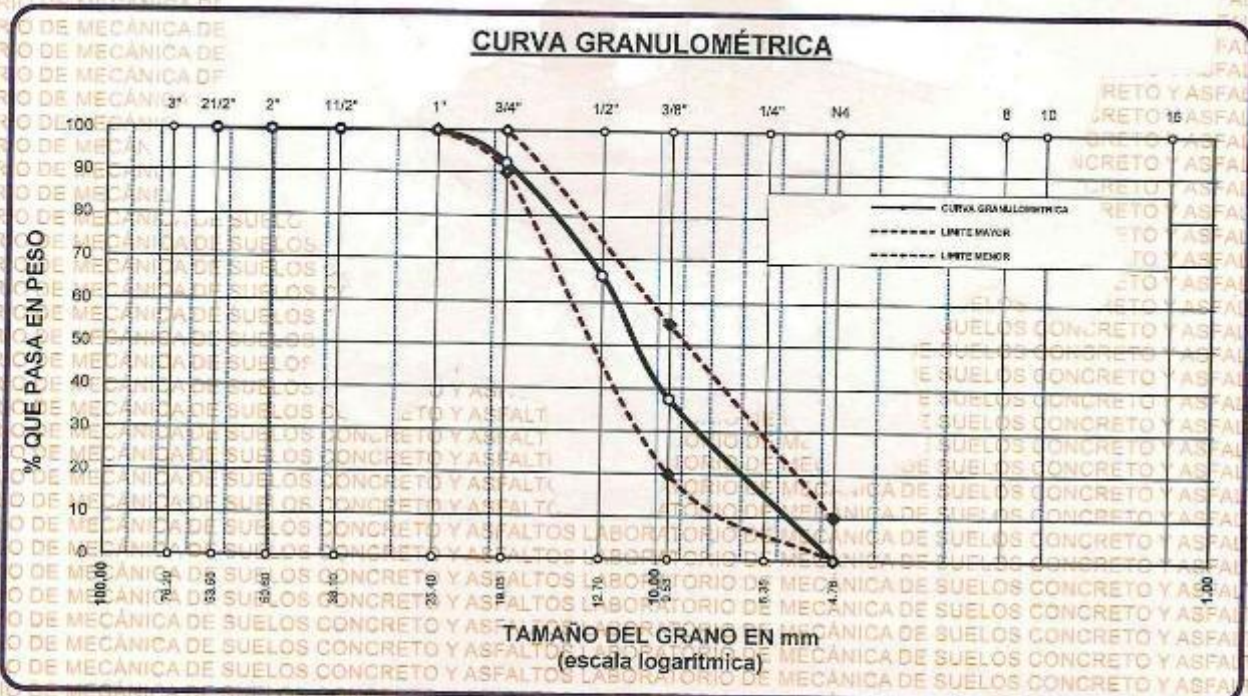
SOLICITANTE : BACHILLER KAREN ALEXANDRA ACHATA MÚCHICA

CANTERA : CUYO CUYO

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

FECHA : 12-DICIEMBRE- 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	5.87	0.17	0.17	99.83	90 - 100 %	
3/4"	19.050	262.51	7.50	7.67	92.33		
1/2"	12.700	912.41	26.07	33.74	66.26	20 - 55 %	
3/8"	9.525	1006.56	28.76	62.50	37.50		
1/4"	6.350	712.41	20.35	82.85	17.15	0 - 10 %	
No4	4.760	600.24	17.15	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.00	0.0		
TOTAL		3500.00					
% PERDIDA		0.00					



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



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento: Redondeo

1.25	p3 de Arena	1.2	p3 de Arena
2.99	p3 de Piedra Chancada	3.0	p3 de Piedra Chancada
25	Lt de Agua	25	Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.
 * So debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CERDES VELASQUEZ
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Mgr. 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



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 280 Kg./cm.²

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO REICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024
SOLICITANTE : BACHILLER KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA
CANTERA : CUYO-CUYO
UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 12- DICIEMBRE- 2024

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

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

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

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	2.16	3.01
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1572	1753
P.U. Suelto	1497	1577
% de Absorción	2.94	4.20
% de Humedad Natural	2.64	3.56
Modulo de Fineza	-	2.23

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal 3/4" (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m³
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0 %
5. Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.56
6. De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:
 $(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.56) = 366 \text{ Kg/m}^3$

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C. JEFATURA
 JEFATURA
 Mgr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.23 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1572 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.677 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.677) * (1572) = 1064 \text{ Kg/m}^3$$

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:

Volumen absoluto de agua	= (205) / (1000)	= 0.205
Volumen absoluto de cemento	= (366) / (2.85 * 1000)	= 0.128
Volumen absoluto de agregado grueso	= (1064) / (2.15 * 1000)	= 0.493
Volumen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volumen sub total	=	0.846

Volumen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: $= (1.000 - 0.846) = 0.154 \text{ m}^3$

$$(0.154) * (3.01) * 1000 = 463 \text{ Kg/m}^3$$

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

Agregado grueso húmedo $(1064) * (1.0264246) = 1092 \text{ Kg.}$
 Agregado Fino húmedo $(463) * (1.0356) = 479 \text{ Kg.}$

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

$$205 - 1064 * (\frac{2.64 - 2.94}{100}) - 463 (\frac{3.56 - 4.20}{100}) = 211$$

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	211	0.58
Agreg. Grueso	1064	2.91	1092	2.98
Agreg. Fino	463	1.26	479	1.31
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.61 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	55.62 Kg.
Agregado grueso húmedo	126.79 Kg.
Agua efectiva	24.51 Kg.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



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



PROYECTO
SOLICITANTE
CANTERA
LUGAR
FECHA

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024
 BACHILLER KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA
 CUYO CUYO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
 12- DICIEMBRE- 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	368.54
P.T.M. SECA	357.21
P.TARRO	39.14
P. AGUA	11.33
P.S.SECO	318.07
% HUMEDAD	3.56

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	576.55
P.T.M. SECA	562.74
P.TARRO	40.12
P. AGUA	13.81
P.S.SECO	522.62
% HUMEDAD	2.64

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9214	5938	2083	1573
9226	5938	2083	1578
9231	5938	2083	1581
			1577

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12564	7962	3073	1498
12559	7962	3073	1496
12560	7962	3073	1496
			1497

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9589	5938	2083	1753
9593	5938	2083	1755
9587	5938	2083	1752
			1753

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12798	7962	3073	1574
12787	7962	3073	1570
12790	7962	3073	1571
			1572

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL
 Mgtr. Arnoldo Yana Torres
 C.P. 202757



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



PROYECTO : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024

SOLICITANTE : BACHILLER KAREN ALEXANDRA ACHATÁ MUCHICA

CANTERA : CUYO CUYO

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

FECHA : 12- DICIEMBRE- 2024

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 469.78
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 489.52
N° 8	21.58	4.32	4.32	95.68	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1322.56
N° 16	73.65	14.73	19.05	80.95	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1649.32
N° 30	110.41	22.08	41.13	58.87	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	135.78	27.16	68.28	31.72	Wc+B =	1812
N° 100	109.66	21.93	90.22	9.78	Wc+B-W =	183
N° 200	42.11	8.42	98.64	1.36	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	= 3.01 gr/cm ³
FONDO	6.81	1.36	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
SUMA	500.00	100.00			B =	489.52
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	19.74
Mf = MÓDULO DE FINEZA					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	= 4.20 %

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 777.26
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.12
1"	5.87	0.12	0.12	99.88	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1322.56
3/4"	262.51	7.50	7.62	92.38	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1752.14
1/2"	912.41	26.07	33.69	66.31	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	1006.56	28.76	62.45	37.55	Wc+B =	2123
1/4"	712.41	20.35	82.80	17.20	Wc+B-W =	371
N° 4	600.24	17.15	79.60	20.40	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	= 2.16 gr/cm ³
FONDO	0.00	0.00	79.60	20.40	ABSORCIÓN	
SUMA	3500.00	70.00			B =	800.12
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	22.86
					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	= 2.94 %

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FCP - CARRERA INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yano Torres
CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024
SOLICITANTE: Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 10-ENERO-2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 1.2% DE NYLON TEJIDO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-01	30108	15.01	176.95	170.15	210	12/12/2024	20/12/2024	7	81.02
2	MST-02	30114	15.01	176.95	170.18	210	12/12/2024	20/12/2024	7	81.04
3	MST-03	30110	15.01	176.95	170.16	210	12/12/2024	20/12/2024	7	81.03
4	MST-04	30116	15.01	176.95	170.19	210	12/12/2024	20/12/2024	7	81.05
5	MST-05	30109	15.01	176.95	170.16	210	12/12/2024	20/12/2024	7	81.03
Promedio De Esf. Rotura					170.17					81.03

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-06	35264	14.98	176.24	200.20	210	12/12/2024	27/12/2024	14	95.33
2	MST-07	35392	15.01	176.95	200.01	210	12/12/2024	27/12/2024	14	95.24
3	MST-08	35264	14.98	176.24	200.09	210	12/12/2024	27/12/2024	14	95.28
4	MST-09	35258	14.98	176.24	200.05	210	12/12/2024	27/12/2024	14	95.26
5	MST-10	35262	14.98	176.24	200.08	210	12/12/2024	27/12/2024	14	95.27
Promedio De Esf. Rotura					200.09					95.28

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-11	39887	15.01	176.95	225.41	210	12/12/2024	10/01/2025	28	107.34
2	MST-12	39898	15.01	176.95	225.48	210	12/12/2024	10/01/2025	28	107.37
3	MST-13	39880	15.01	176.95	225.37	210	12/12/2024	10/01/2025	28	107.32
4	MST-14	39779	14.98	176.24	225.70	210	12/12/2024	10/01/2025	28	107.48
5	MST-15	39890	15.01	176.95	225.43	210	12/12/2024	10/01/2025	28	107.35
Promedio De Esf. Rotura					225.48					107.37

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



UNIVERSIDAD NACIONAL "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAR INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
C.I.F. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024

SOLICITANTE

Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

10 - ENERO - 2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 0.8% DE NYLON TEJIDO RECICLADO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-01	30726	15.01	176.95	173.64	210	12/12/2024	20/12/2024	7	82.69
2	MST-02	30632	15.01	176.95	173.11	210	12/12/2024	20/12/2024	7	82.43
3	MST-03	30642	15.01	176.95	173.17	210	12/12/2024	20/12/2024	7	82.46
4	MST-04	30629	15.01	176.95	173.09	210	12/12/2024	20/12/2024	7	82.45
5	MST-05	30644	15.01	176.95	173.18	210	12/12/2024	20/12/2024	7	82.47
Promedio De Esf. Rotura					173.24					82.49

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-06	35998	14.98	176.24	204.25	210	12/12/2024	27/12/2024	14	97.26
2	MST-07	36187	15.01	176.95	204.50	210	12/12/2024	27/12/2024	14	97.38
3	MST-08	35999	14.98	176.24	204.26	210	12/12/2024	27/12/2024	14	97.27
4	MST-09	35979	14.98	176.24	204.14	210	12/12/2024	27/12/2024	14	97.21
5	MST-10	35984	14.98	176.24	204.17	210	12/12/2024	27/12/2024	14	97.22
Promedio De Esf. Rotura					204.27					97.27

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-11	41010	15.01	176.95	231.76	210	12/12/2024	10/01/2025	28	110.36
2	MST-12	41003	15.01	176.95	231.72	210	12/12/2024	10/01/2025	28	110.34
3	MST-13	41009	15.01	176.95	231.75	210	12/12/2024	10/01/2025	28	110.36
4	MST-14	40800	14.98	176.24	231.50	210	12/12/2024	10/01/2025	28	110.24
5	MST-15	41018	15.01	176.95	231.81	210	12/12/2024	10/01/2025	28	110.38
Promedio De Esf. Rotura					231.71					110.34

OBSERVACIONES:

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



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

Mgr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLÓN TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024

SOLICITANTE: Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA

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

FECHA: 10-ENERO-2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 0.5% DE NYLON TEJIDO 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	29712	15.01	176.95	167.91	210	12/12/2024	20/12/2024	7	79.96
2	MST-02	29726	15.01	176.95	167.99	210	12/12/2024	20/12/2024	7	80.00
3	MST-03	29709	15.01	176.95	167.89	210	12/12/2024	20/12/2024	7	79.95
4	MST-04	29715	15.01	176.95	167.93	210	12/12/2024	20/12/2024	7	79.97
5	MST-05	29721	15.01	176.95	167.96	210	12/12/2024	20/12/2024	7	79.98
Promedio De Esf. Rotura					167.94					79.97

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	35056	15.01	176.95	198.11	210	12/12/2024	27/12/2024	14	94.34
2	MST-07	35038	15.01	176.95	198.01	210	12/12/2024	27/12/2024	14	94.29
3	MST-08	35042	15.01	176.95	198.03	210	12/12/2024	27/12/2024	14	94.30
4	MST-09	35028	14.98	176.24	198.75	210	12/12/2024	27/12/2024	14	94.64
5	MST-10	35067	15.01	176.95	198.17	210	12/12/2024	27/12/2024	14	94.37
Promedio De Esf. Rotura					198.22					94.39

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	39643	15.01	176.95	224.03	210	12/12/2024	10/01/2025	28	106.68
2	MST-12	39656	15.01	176.95	224.11	210	12/12/2024	10/01/2025	28	106.72
3	MST-13	39662	15.01	176.95	224.14	210	12/12/2024	10/01/2025	28	106.73
4	MST-14	39649	14.98	176.24	224.97	210	12/12/2024	10/01/2025	28	107.13
5	MST-15	39655	15.01	176.95	224.10	210	12/12/2024	10/01/2025	28	106.72
Promedio De Esf. Rotura					224.27					106.80

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 P.O.P. - C.P. BOBAHILIA CIVIL
 Mgtr. 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 COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDÍA 2024.
SOLICITANTE: Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 10-ENERO-2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 1.2% DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-01	27349	15.01	176.95	154.56	210	12/12/2024	20/12/2024	7	73.60
2	MST-02	27358	15.01	176.95	154.61	210	12/12/2024	20/12/2024	7	73.62
3	MST-03	27367	14.98	176.24	155.28	210	12/12/2024	20/12/2024	7	73.94
4	MST-04	27334	14.98	176.24	155.09	210	12/12/2024	20/12/2024	7	73.85
5	MST-05	27344	15.01	176.95	154.53	210	12/12/2024	20/12/2024	7	73.59
Promedio De Esf. Rotura					154.81					73.72

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-06	32715	15.01	176.95	184.89	210	12/12/2024	27/12/2024	14	88.04
2	MST-07	32708	15.01	176.95	184.84	210	12/12/2024	27/12/2024	14	88.02
3	MST-08	32720	15.01	176.95	184.91	210	12/12/2024	27/12/2024	14	88.05
4	MST-09	32726	15.01	176.95	184.94	210	12/12/2024	27/12/2024	14	88.07
5	MST-10	32715	15.01	176.95	184.88	210	12/12/2024	27/12/2024	14	88.04
Promedio De Esf. Rotura					184.89					88.04

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm2	ESF. ROTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-11	37018	15.01	176.95	209.19	210	12/12/2024	10/01/2025	28	99.61
2	MST-12	37010	14.98	176.24	209.99	210	12/12/2024	10/01/2025	28	100.00
3	MST-13	37021	15.01	176.95	209.22	210	12/12/2024	10/01/2025	28	99.63
4	MST-14	37015	15.01	176.95	209.20	210	12/12/2024	10/01/2025	28	99.62
5	MST-15	37010	15.01	176.95	209.15	210	12/12/2024	10/01/2025	28	99.60
Promedio De Esf. Rotura					209.95					99.69

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
JEFATURA
M.S.C.A.
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
C.I.E. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLÓN TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDÍA 2024
SOLICITANTE: Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MÚCHICA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 10-ENERO-2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 0.8% DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO

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	28564	15.01	176.95	161.42	210	12/12/2024	20/12/2024	7	76.87
2	MST-02	28572	15.01	176.95	161.47	210	12/12/2024	20/12/2024	7	76.89
3	MST-03	28569	14.98	176.24	162.10	210	12/12/2024	20/12/2024	7	77.19
4	MST-04	28554	14.98	176.24	162.01	210	12/12/2024	20/12/2024	7	77.15
5	MST-05	28582	15.01	176.95	161.53	210	12/12/2024	20/12/2024	7	76.92
Promedio De Esf. Rotura					161.71					77.00

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	33971	15.01	176.95	191.98	210	12/12/2024	27/12/2024	14	91.42
2	MST-07	34021	15.01	176.95	192.26	210	12/12/2024	27/12/2024	14	91.55
3	MST-08	34011	15.01	176.95	192.21	210	12/12/2024	27/12/2024	14	91.53
4	MST-09	34023	15.01	176.95	192.27	210	12/12/2024	27/12/2024	14	91.56
5	MST-10	34034	15.01	176.95	192.34	210	12/12/2024	27/12/2024	14	91.59
Promedio De Esf. Rotura					192.21					91.53

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	38142	15.01	176.95	215.55	210	12/12/2024	10/01/2025	28	102.64
2	MST-12	38043	14.98	176.24	215.85	210	12/12/2024	10/01/2025	28	102.79
3	MST-13	38165	15.01	176.95	215.68	210	12/12/2024	10/01/2025	28	102.71
4	MST-14	38187	15.01	176.95	215.81	210	12/12/2024	10/01/2025	28	102.77
5	MST-15	38165	15.01	176.95	215.68	210	12/12/2024	10/01/2025	28	102.71
Promedio De Esf. Rotura					215.72					102.72

OBSERVACIONES:
1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS 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
Mg. Arnaldo Yana Torres



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: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDÍA 2024.
SOLICITANTE: Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MÚCHICA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 10 - ENERO - 2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 0.5% DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO

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	29032	15.01	176.95	164.07	210	12/12/2024	20/12/2024	7	78.13
2	MST-02	29045	15.01	176.95	164.14	210	12/12/2024	20/12/2024	7	78.16
3	MST-03	29062	14.98	176.24	164.90	210	12/12/2024	20/12/2024	7	78.52
4	MST-04	29055	14.98	176.24	164.86	210	12/12/2024	20/12/2024	7	78.50
5	MST-05	29048	15.01	176.95	164.16	210	12/12/2024	20/12/2024	7	78.17
Promedio De Esf. Rotura					164.42					78.30

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	34621	15.01	176.95	195.65	210	12/12/2024	27/12/2024	14	93.17
2	MST-07	34619	15.01	176.95	195.64	210	12/12/2024	27/12/2024	14	93.16
3	MST-08	34632	15.01	176.95	195.72	210	12/12/2024	27/12/2024	14	93.20
4	MST-09	34627	15.01	176.95	195.69	210	12/12/2024	27/12/2024	14	93.18
5	MST-10	34630	15.01	176.95	195.70	210	12/12/2024	27/12/2024	14	93.19
Promedio De Esf. Rotura					195.68					93.18

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-11	38822	15.01	176.95	219.40	210	12/12/2024	10/01/2025	28	104.47
2	MST-12	38714	14.98	176.24	219.66	210	12/12/2024	10/01/2025	28	104.60
3	MST-13	38837	15.01	176.95	219.48	210	12/12/2024	10/01/2025	28	104.51
4	MST-14	38828	15.01	176.95	219.43	210	12/12/2024	10/01/2025	28	104.49
5	MST-15	38836	15.01	176.95	219.47	210	12/12/2024	10/01/2025	28	104.51
Promedio De Esf. Rotura					219.49					104.52

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

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA JULIACA
UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESC. CAP. INGENIERÍA CIVIL
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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA, 2024.
SOLICITANTE: Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 10-ENERO-2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN

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	27756	15.01	176.95	156.86	210	12/12/2024	20/12/2024	7	74.69
2	MST-02	27742	14.98	176.24	157.41	210	12/12/2024	20/12/2024	7	74.96
3	MST-03	27739	15.01	176.95	156.76	210	12/12/2024	20/12/2024	7	74.65
4	MST-04	27758	14.98	176.24	157.50	210	12/12/2024	20/12/2024	7	75.00
5	MST-05	27762	15.01	176.95	156.89	210	12/12/2024	20/12/2024	7	74.71
Promedio De Esf. Rotura					157.08					74.80

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	33228	14.99	176.48	188.28	210	12/12/2024	27/12/2024	14	89.66
2	MST-07	33236	15.00	176.71	188.08	210	12/12/2024	27/12/2024	14	89.56
3	MST-08	33241	14.99	176.48	188.36	210	12/12/2024	27/12/2024	14	89.69
4	MST-09	33238	14.98	176.24	188.59	210	12/12/2024	27/12/2024	14	89.81
5	MST-10	33227	15.00	176.71	188.03	210	12/12/2024	27/12/2024	14	89.54
Promedio De Esf. Rotura					188.27					89.65

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	37908	15.01	176.95	214.23	210	12/12/2024	10/01/2025	28	102.01
2	MST-12	37921	15.01	176.95	214.30	210	12/12/2024	10/01/2025	28	102.05
3	MST-13	37915	15.01	176.95	214.27	210	12/12/2024	10/01/2025	28	102.03
4	MST-14	37910	14.98	176.24	215.10	210	12/12/2024	10/01/2025	28	102.43
5	MST-15	37914	14.98	176.24	215.12	210	12/12/2024	10/01/2025	28	102.44
Promedio De Esf. Rotura					214.61					102.19

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

LABORATORIO M.S.C.A. JEPATURA
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
E.C.P. - C.A. INGENIERÍA CIVIL
Matr. Geraldina Yana Burgos
CIP 103277



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 FLEXIÓN

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDÍA 2024

SOLICITANTE: BACH. KAREN ALEXANDRA ACHATÁ MUCHICA

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

FECHA: 10 - ENERO - 2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN VIGA CON 1.2% DE NYLON TEJIDO 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	1424.67	21.18	21.25	12/12/2024	20/12/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1428.58	21.16		12/12/2024	20/12/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1430.77	21.20		12/12/2024	20/12/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1438.92	21.33		12/12/2024	20/12/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1442.81	21.45		12/12/2024	20/12/2024	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
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2121.87	31.54	31.50	12/12/2024	27/12/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2133.92	31.61		12/12/2024	27/12/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2130.88	31.57		12/12/2024	27/12/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2114.79	31.33		12/12/2024	27/12/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2122.92	31.45		12/12/2024	27/12/2024	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	2717.88	40.40	40.32	12/12/2024	10/01/2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2721.79	40.32		12/12/2024	10/01/2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2729.92	40.44		12/12/2024	10/01/2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2716.88	40.25		12/12/2024	10/01/2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2712.76	40.19		12/12/2024	10/01/2025	28

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JULIACA
 Mgr. Arnaldo Yana Torres
 C.I.F. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

TEMA

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDÍA 2024

SOLICITANTE

Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

10 - ENERO - 2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN VIGA CON 0.8% DE NYLON TEJIDO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1495.57	22.23	22.25	12/12/2024	20/12/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1498.62	22.20		12/12/2024	20/12/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1506.54	22.32		12/12/2024	20/12/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1505.49	22.30		12/12/2024	20/12/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1494.84	22.22		12/12/2024	20/12/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2173.99	32.31	32.42	12/12/2024	27/12/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2184.84	32.37		12/12/2024	27/12/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2196.96	32.55		12/12/2024	27/12/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2188.90	32.43		12/12/2024	27/12/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2189.81	32.44		12/12/2024	27/12/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)						
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2888.28	42.93	42.86	12/12/2024	10/01/2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2882.84	42.71		12/12/2024	10/01/2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2887.76	42.93		12/12/2024	10/01/2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2890.94	42.83		12/12/2024	10/01/2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2894.84	42.89		12/12/2024	10/01/2025	28

OBSERVACIONES:

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



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

Marta Arnela Yana Torres
CIP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024
SOLICITANTE: Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 10 - ENERO - 2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN VIGA CON 0.5% DE NYLON TEJIDO RECICLADO

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1404.87	20.88	20.85	12/12/2024	20/12/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1405.95	20.83		12/12/2024	20/12/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1408.92	20.87		12/12/2024	20/12/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1401.90	20.77		12/12/2024	20/12/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1406.88	20.91		12/12/2024	20/12/2024	7

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2039.54	30.32	30.50	12/12/2024	27/12/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2050.35	30.36		12/12/2024	27/12/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2059.29	30.51		12/12/2024	27/12/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2062.57	30.56		12/12/2024	27/12/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2074.88	30.74		12/12/2024	27/12/2024	14

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2690.21	39.99	39.67	12/12/2024	10/01/2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2697.32	39.95		12/12/2024	10/01/2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2695.54	39.79		12/12/2024	10/01/2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2680.62	39.71		12/12/2024	10/01/2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2692.64	39.99		12/12/2024	10/01/2025	28

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C. JEFATURA
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
C.P. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

TEMA

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDÍA 2024

SOLICITANTE

Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

10 - ENERO - 2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN VIGA CON 1.2% DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO

Nº	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	1012.21	15.05	14.95	12/12/2024	20/12/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1011.69	14.99		12/12/2024	20/12/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1007.89	14.93		12/12/2024	20/12/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1002.87	14.86		12/12/2024	20/12/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1003.95	14.92		12/12/2024	20/12/2024	7

Nº	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	1625.35	24.16	24.12	12/12/2024	27/12/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1629.59	24.14		12/12/2024	27/12/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1628.67	24.13		12/12/2024	27/12/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1626.82	24.10		12/12/2024	27/12/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1625.79	24.09		12/12/2024	27/12/2024	14

Nº	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	2119.68	31.51	31.45	12/12/2024	10/01/2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2121.75	31.43		12/12/2024	10/01/2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2127.89	31.52		12/12/2024	10/01/2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2119.92	31.41		12/12/2024	10/01/2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2117.94	31.38		12/12/2024	10/01/2025	28

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FCP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Arqaldo Yana Torres
CIP 103257



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

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP. 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA, 2024

SOLICITANTE: Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA

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

FECHA: 10 - ENERO - 2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN VIGA CON 0.8% DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1213.12	18.03	18.02	12/12/2024	20/12/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1212.26	17.96		12/12/2024	20/12/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1216.09	18.02		12/12/2024	20/12/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1218.16	18.05		12/12/2024	20/12/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1214.24	18.05		12/12/2024	20/12/2024	7

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1926.42	28.64	28.44	12/12/2024	27/12/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1917.26	28.40		12/12/2024	27/12/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1919.16	28.43		12/12/2024	27/12/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1917.22	28.40		12/12/2024	27/12/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1912.36	28.33		12/12/2024	27/12/2024	14

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2428.36	36.10	36.32	12/12/2024	10/01/2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2464.44	36.51		12/12/2024	10/01/2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2456.11	36.39		12/12/2024	10/01/2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2444.22	36.21		12/12/2024	10/01/2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2458.14	36.42		12/12/2024	10/01/2025	28

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁZQUEZ"
E.I.C.P. - CAP. INGENIERÍA CIVIL
Mgr. Arnaldo Yana Torres
C.P. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

TEMA

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024

SOLICITANTE

Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JUJAGA

FECHA

10 - ENERO - 2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN VIGA CON 0.5% DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexión (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	1311.24	19.49	19.55	12/12/2024	20/12/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1324.17	19.62		12/12/2024	20/12/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1313.09	19.45		12/12/2024	20/12/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1325.14	19.63		12/12/2024	20/12/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1317.16	19.58		12/12/2024	20/12/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexión (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	1994.42	29.65	29.52	12/12/2024	27/12/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1981.61	29.35		12/12/2024	27/12/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1995.74	29.57		12/12/2024	27/12/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1986.58	29.43		12/12/2024	27/12/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1997.69	29.60		12/12/2024	27/12/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexión (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	2550.43	37.91	37.80	12/12/2024	10/01/2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2546.58	37.73		12/12/2024	10/01/2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2549.63	37.77		12/12/2024	10/01/2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2553.51	37.83		12/12/2024	10/01/2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2547.38	37.74		12/12/2024	10/01/2025	28

OBSERVACIONES:

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



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

Mty. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024
SOLICITANTE: Bach. KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: 10 - ENERO - 2025

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN VIGA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexión (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	1159.51	17.24	17.13	12/12/2024	20/12/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1149.32	17.03		12/12/2024	20/12/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1153.46	17.20		12/12/2024	20/12/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1156.51	17.13		12/12/2024	20/12/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1147.63	17.06		12/12/2024	20/12/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexión (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	1816.89	27.01	27.12	12/12/2024	27/12/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1820.94	27.18		12/12/2024	27/12/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	1829.95	27.20		12/12/2024	27/12/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	1822.96	27.01		12/12/2024	27/12/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	1825.98	27.23		12/12/2024	27/12/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexión (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexión (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	2356.53	35.03	35.03	12/12/2024	10/01/2025	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2364.46	35.03		12/12/2024	10/01/2025	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	14.95	50.00	2354.98	35.12		12/12/2024	10/01/2025	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2353.89	34.87		12/12/2024	10/01/2025	28
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2359.79	35.08		12/12/2024	10/01/2025	28

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Annelisa Yana Torres
DIP. 103257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 25-07-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: KAREN ALEXANDRA ACHATA MUCHICA

Dirección: Jr. EJERCITO S/N

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73818978

Teléfono: 921095839 email: achatamuchicakarenalexandra@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. MILTHON QUISPE HUANCA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE TEXTILES DE NANOTUBOS DE CARBONO Y NYLON
TEJIDO RECICLADO EN CANTIDADES VARIABLES SOBRE LAS PROPIEDADES
DE UN CONCRETO HIDRÁULICO EN LA PROVINCIA DE SANDIA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): TEJIDO DE NAYLON, NANOTUBOS DE CARBONO, CONCRETO HIDRÁULICO 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, entré otros relacionados.

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

25-07-2025

Fecha