



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN
DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA
LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA

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

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN
DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA
LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE


: _____
Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

PRIMER MIEMBRO


: _____
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO


: _____
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS


: _____
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 318-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de julio de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 077-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°114-2024 de fecha 18 de abril de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

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

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : viernes 12 de julio de 2024
- * **HORA** : 11:30
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MELIBON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADEMICO
CIP. 96631

Cx. 4/01/2024
Intercedió:
Escuela Profesional



RESOLUCIÓN DECANAL N° 114-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de abril de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 057-2024-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 037-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 366-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **02 de junio de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **22 de marzo de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 1298-2023, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de Investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación 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
 D. MILTON QUISPE JUANCA
 DECANO
 CIP. 47790


 UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 D. EFRAIN PARILLO SOSA
 SECRETARIO ACADÉMICO
 CIP. 95531

cc:
11 abril 2024
intercedido (3)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 366-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de junio 2023

VISTOS:

El, INFORME N° 179-2023-D-UI-FICP.UANCV. del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 045-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV del responsable del Comité de Investigación, la opinión técnica N° 012-2023-UANCV-FICP-UI-CI-EPIC del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y el ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha 23 de mayo de 2023, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Mgr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA**.

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc:
archivo 2023
interosado (a)



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

Mgr. MATHION QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95631



ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METALICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	9%
Trabajo del estudiante		

2	hdl.handle.net	5%
Fuente de Internet		

3	repositorio.uancv.edu.pe	3%
Fuente de Internet		

4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	1%
Trabajo del estudiante		

5	repositorio.usanpedro.edu.pe	1%
Fuente de Internet		

6	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
Fuente de Internet		

7	Submitted to Konsorsium Perguruan Tinggi Swasta Indonesia	<1%
Trabajo del estudiante		

8	Submitted to Universidad Andina del Cusco	
---	---	--



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45290389
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-9302-3043
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA-PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01847262
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8509-7224
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	



Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P - 17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Recursos propios
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Latitud: -15.533828° - Longitud: -70.117707° - https://www.google.com/maps/d/edit?hl=es&mid=1j_lyh7yK0g8yQT9sjfCervPeT5VdMqY&ll=-15.430653150581822%2C-70.179421464226&z=11
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2023 - julio 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	<p>Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p> <p>Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</p>





DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo Liz SOLEN LEIVA ZAMATA identificado con DNI
Nro. 4529 0389 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA CIVIL

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

“ ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULACA ”

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Es un tema original.

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

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


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

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

Juliaca 19 de Agosto del 2024



FIRMA DEL ASESOR (obligatoria)



FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mi papá Zacarías, que desde el cielo ha sido mi guía y fuente de inspiración constante en este camino, su luz siempre me ha dado fuerzas para seguir adelante.

A mi mamá Solen, por su amor incondicional, su apoyo infatigable y por enseñarme que el esfuerzo y la perseverancia son el verdadero camino hacia los sueños.

A mi hermano José, compañero de vida, que siempre ha estado a mi lado en los momentos más importantes, brindándome su apoyo y motivación.

A mi esposo Jhon Miguel, por ser mi pilar, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por caminar conmigo en cada paso de este arduo recorrido. Juntos hemos superado cada obstáculo con determinación y amor.

Y a mis hijos Gonzalo y Thiago, que son mi mayor motivación y la razón de mi esfuerzo diario. Este logro es también para ustedes, con la esperanza de que siempre luchen por lo que aman y nunca dejen de soñar.

Este trabajo es el fruto del esfuerzo, la dedicación y el amor que todos ustedes me han brindado. Gracias, de corazón.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, por abrirme las puertas y brindarme una formación de calidad que ha sido fundamental para mi desarrollo profesional y personal.

A los docentes que, con su dedicación y pasión por la enseñanza, me guiaron y motivaron a lo largo de estos años. Su compromiso con la educación y sus valiosos conocimientos han dejado una huella imborrable en mi formación como ingeniero.

A mis compañeros de clase, con quienes compartí horas de estudio, debates, trabajos en equipo y también momentos de compañerismo y amistad. Juntos enfrentamos los retos académicos y celebramos los logros, creando lazos que perdurarán más allá de las aulas.

Un especial agradecimiento a mi familia, cuyo apoyo incondicional y constante me acompañó en cada etapa de este proceso. Sin su aliento y comprensión, este sueño no habría sido posible.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN.....	xi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Exposición de la situación de la problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.2.1. Problema General	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Justificación de la investigación.....	3
1.3.1. Justificación Técnica	3
1.3.2. Justificación económica.....	4
1.3.3. Justificación social.....	4
1.3.4. Justificación ambiental	5
1.4. Objetivos de la investigación	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Hipótesis.....	7
1.5.1. Hipótesis general.....	7
1.5.2. Hipótesis específicas.....	7
1.6. Variables e indicadores.....	7
1.7. Operacionalización de las variables.....	8



CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.	Antecedentes de la investigación.....	9
2.1.1.	Antecedentes de internacionales.....	9
2.1.2.	Antecedentes nacionales	11
2.1.3.	Antecedentes locales y regionales	15
2.2.	Bases teóricas	16
2.2.1.	El concreto	16
2.2.2.	concreto hidráulico	17
2.2.3.	Estados del concreto.....	18
2.2.4.	Componentes del concreto.....	18
2.2.5.	Resistencia a la compresión del concreto.....	20
2.2.6.	Control de calidad del concreto	21
2.2.7.	Características mecánicas del concreto	23
2.2.8.	Durabilidad del concreto.....	24
2.2.9.	Cemento portland.....	25
2.2.10.	Relación agua cemento para el concreto	28
2.2.11.	Curado del concreto	29
2.2.12.	Agregados.....	30
2.2.13.	Cantera	35
2.2.14.	Fibras metálicas recicladas para el concreto	38
2.2.15.	Componentes del manejo de residuos en la construcción	38
2.2.16.	Reciclaje de viruta metálica	40
2.3.	Marco conceptual	42
2.3.1.	Concreto	42
2.3.2.	Resistencia a la compresión.....	42
2.3.3.	Diseño de mezclas	42
2.3.4.	Residuos metálicos	42
2.3.5.	Concreto con residuos.....	43
2.3.6.	Comportamiento del concreto con fibras metálicas	43



**CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

- 3.1. Diseño de investigación 44
- 3.2. Método de la investigación 44
- 3.3. Nivel y tipo de investigación..... 45
 - 3.3.1. Nivel de investigación..... 45
 - 3.3.2. Tipo de investigación..... 45
- 3.4. Población y muestra 46
 - 3.4.1. Población 46
 - 3.4.2. Muestra 46
- 3.5. Técnicas e instrumentos de la investigación 46
- 3.6. Diseño de mezclas del concreto 48
- 3.7. Incidencia de viruta metálica reciclada en la resistencia del concreto 48
 - 3.7.1. Procedimiento para el diseño de mezclas 49
 - 3.7.2. Control de calidad del concreto en estado fresco 51
 - 3.7.3. Control de calidad del concreto en estado sólido..... 53
 - 3.7.4. Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregado cantera isla..... 55
 - 3.7.5. Producción de probetas de concreto 57
 - 3.7.6. Compactación 58
 - 3.7.7. Alcance y campo de aplicación 59
 - 3.7.8. Compactación del concreto 59
 - 3.7.9. Verificación de prueba a la resistencia de probetas de concreto 61

**CAPÍTULO IV
ANÁLISIS DE RESULTADOS**

- 4.1.1. Diseño de mezclas de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ 63
- 4.2. Resultados de resistencia a la compresión concreto patrón 67
 - 4.2.1. Resistencia a la compresión a los 7 días..... 67
 - 4.2.2. Resistencia a la compresión a los 14 días..... 69
 - 4.2.3. Resistencia a la compresión a los 28 días..... 71
- 4.3. Resistencia a la compresión para el concreto con 2 % de viruta metálica reciclada ... 73



4.3.1. Resistencia a la Compresión del Concreto + 2% VIRUTA METÁLICA RECICLADA 7 días.....	73
4.3.2. Resistencia a la Compresión del Concreto + 2% viruta metálica reciclada 14 días	75
4.3.1. Resistencia a la Compresión del Concreto + 2% Viruta Metálica Reciclada 28 días..	77
4.4. Resistencia a la compresión para el concreto con 4 % de viruta metaliza reciclada.....	80
4.4.1. Resistencia a la Compresión del Concreto + 4% viruta metaliza reciclada 7 días	80
4.4.2. Resistencia a la Compresión del Concreto + 4% viruta metálica reciclada 14 días	83
4.4.3. Resistencia a la Compresión del Concreto + 4% viruta metálica reciclada 28 días	87
4.5. Resistencia a la compresión para el concreto con 6 % de viruta metálica recicladas.....	91
4.5.1. Resistencia a la Compresión del Concreto + 6% a los 7 días.....	91
4.5.2. Resistencia a la Compresión del Concreto + 6% viruta metálica reciclada a los 14 días..	96
4.5.3. Resistencia a la Compresión del Concreto + 6% viruta metálica reciclada los 28 días...	101
CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES.....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110
ANEXOS	114
Anexo 01 – Matriz de consistencia	
Anexo 02 – Panel fotográfico	
Anexo 03 – Ensayos de laboratorio	



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables.....	8
Tabla 2 Peso unitario compactado agregado fino.....	36
Tabla 3 Características físicas Resultados de laboratorio	64
Tabla 4 Resultados de resistencias a los 14 días muestra patrón	67
Tabla 5 Resultados de resistencias a los 14 días muestra patrón	69
Tabla 6 Resultados de resistencia del concreto + 2% viruta metálica reciclada a 7 días	73
Tabla 7 Resultados de resistencia del concreto + 2% viruta metálica reciclada a 14 días ...	75
Tabla 8 Resultados de resistencia del concreto + 2% viruta metálica reciclada a 28 días ...	77
Tabla 9 Resultados de resistencia del concreto + 4% viruta metálica reciclada a 7 días	80
Tabla 10 Resultados de resistencia del concreto + 4% viruta metálica reciclada a 14 días .	83
Tabla 11 Resultados de resistencia del concreto + 4% viruta metálica reciclada a 28 días .	87
Tabla 12 Resultados de resistencia del concreto + 6% grapas metálicas a 7 días	91
Tabla 13 Resultados de resistencia del concreto + 6% viruta metálica reciclada a los 14 días.....	96
Tabla 14 Resultados de resistencia del concreto + 6% viruta metálica reciclada a 28 días	101



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Componentes del concreto	17
Figura 2 cilindro de prueba a la compresión del concreto	20
Figura 3 Concreto más virutas	48
Figura 4 Proceso productivo del concreto fresco y endurecido	55
Figura 5 Resultados de resistencias de muestra patrón a 7 días	68
Figura 6 Resultados de resistencias de muestra patrón a 14 días	70
Figura 7 Resultados de resistencias de muestra patrón a 28 días	72
Figura 8 resistencia del concreto + 2% viruta metálica reciclada a 7 días	74
Figura 9 resistencia del concreto + 2% grapas metálicas a 14 días	76
Figura 10 resistencia del concreto + 2% grapas metálicas a 28 días	79
Figura 11 resistencia del concreto + 4% viruta metálica reciclada a 7 días	82
Figura 12 Resistencia del concreto + 4% viruta metálica reciclada a 14 días.....	85
Figura 13 resistencia del concreto + 4% viruta metálica reciclada a 28 días	89
Figura 14 resistencia del concreto + 6% viruta metálica reciclada a 7 días	94
Figura 15 resistencia del concreto + 2% viruta metálica reciclada a 14 días	99
Figura 16 resistencia del concreto + 6% viruta metálica reciclada a 28 días	104



RESUMEN

En la ciudad de Juliaca, al igual que en muchas otras zonas del país, no se presta especial atención a la eliminación de los residuos o subproductos que se producen en la industria manufacturera. Las virutas metálicas recicladas provienen de las empresas automotrices y son materiales que se pueden trabajar como una forma adecuada en la edición de un concreto hidráulico, ya que es una fibra maleable y adecuada para este tipo de trabajos que se quiere investigar. Además, el proyecto pretende promover el reciclaje y la reutilización de este material. En este estudio se evaluó la variación de la resistencia a la compresión del concreto con la incorporación de viruta metálica reciclada en porcentajes de 2%, 4% y 6%, utilizando un diseño con una resistencia objetivo de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Los resultados obtenidos a los 28 días demostraron que la adición de viruta metálica mejora considerablemente la resistencia del concreto en comparación con el concreto estándar.

Para el concreto con 2% de viruta metálica reciclada, se observó una resistencia promedio de 228.91 kg/cm^2 , equivalente al 109.01% de la resistencia objetivo. En el caso del concreto con 4% de viruta metálica reciclada, la resistencia promedio fue de 219.06 kg/cm^2 , alcanzando el 104.31% de la resistencia objetivo. Finalmente, el concreto con 6% de viruta metálica reciclada mostró una resistencia promedio de 219.06 kg/cm^2 , representando el 104.31% de la resistencia objetivo.

Estos resultados indican que la incorporación de viruta metálica reciclada en el concreto no solo es viable sino también beneficiosa, ya que todas las muestras superaron la resistencia objetivo de 210 kg/cm^2 a los 28 días. La mejora en la resistencia a la compresión, junto con la sostenibilidad que aporta el uso de materiales reciclados, sugiere que la viruta metálica es una adición efectiva y ecológica para la fabricación de concreto.

Palabras Claves: diseño de mezclas de concreto – viruta metálica reciclada – resistencia a la compresión.



ABSTRACT

In the city of Juliaca, as in many other areas of the country, little attention is paid to the disposal of waste or by-products produced in the manufacturing industry. Recycled metallic shavings from automotive companies are materials that can be suitably used in hydraulic concrete mixtures, as they are malleable and appropriate for the type of work under investigation. Additionally, the project aims to promote the recycling and reuse of this material. This study evaluated the variation in compressive strength of concrete with the incorporation of recycled metallic shavings in percentages of 2%, 4%, and 6%, using a design with a target strength of $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. The results obtained at 28 days showed that the addition of metallic shavings considerably improves the strength of the concrete compared to standard concrete.

For concrete with 2% recycled metallic shavings, an average strength of 228.91 kg/cm^2 was observed, equivalent to 109.01% of the target strength. In the case of concrete with 4% recycled metallic shavings, the average strength was 219.06 kg/cm^2 , reaching 104.31% of the target strength. Finally, concrete with 6% recycled metallic shavings showed an average strength of 219.06 kg/cm^2 , representing 104.31% of the target strength.

These results indicate that the incorporation of recycled metallic shavings in concrete is not only viable but also beneficial, as all samples exceeded the target strength of 210 kg/cm^2 at 28 days. The improvement in compressive strength, along with the sustainability provided by the use of recycled materials, suggests that metallic shavings are an effective and ecological addition for the manufacture of concrete.

Keywords: concrete mix design – recycled metallic shavings – compressive strength.



INTRODUCCIÓN

El concreto con virutas metálicas es una variante que incorpora pequeñas piezas de metal en su composición. Estas adiciones mejoran la capacidad del concreto para resistir tensiones de tracción, incrementando su resistencia a la formación de grietas y su capacidad para soportar roturas. Además, este tipo de concreto presenta una mayor durabilidad y resistencia frente al desgaste, impactos y cargas concentradas. No obstante, su aplicación puede incrementar los costos y disminuir la facilidad de manejo de la mezcla. Es crucial asegurar la protección contra la corrosión de las virutas metálicas para evitar problemas en su desempeño a largo plazo.

El concreto es ampliamente utilizado en la construcción debido a su alta resistencia a la compresión y su versatilidad para diversas aplicaciones. Sin embargo, su debilidad ante tensiones de tracción sigue siendo una limitación significativa, generando riesgos de grietas y fallas estructurales en ciertas circunstancias. Para superar este inconveniente y mejorar las propiedades mecánicas del concreto, han surgido diversas técnicas de refuerzo, entre las cuales destaca la incorporación de virutas metálicas en la mezcla.

El concreto con viruta metálica es una forma de concreto reforzado que incorpora pequeñas piezas o fibras de metal en su mezcla. Estas fibras metálicas, que pueden estar hechas de diversos materiales como acero, acero inoxidable o fibras sintéticas recubiertas de metal, se dispersan uniformemente en el concreto durante su producción. Esta incorporación de fibras metálicas confiere al concreto propiedades excepcionales de resistencia a la tracción, durabilidad y resistencia a las tensiones que pueden surgir en aplicaciones estructurales y no estructurales.

A lo largo de esta exploración, examinaremos en detalle las ventajas y desventajas del concreto con viruta metálica, su proceso de fabricación, las aplicaciones comunes en la industria de la construcción y las consideraciones clave para su diseño y uso efectivo. Además, abordaremos las preocupaciones relacionadas con la corrosión de las virutas metálicas y la importancia de la protección adecuada para garantizar un rendimiento duradero.



El concreto con viruta metálica representa un avance significativo en el campo de la construcción, ofreciendo soluciones para mejorar la resistencia y la durabilidad del concreto en diversas aplicaciones. A través de esta investigación, exploraremos cómo este material innovador puede contribuir al desarrollo de estructuras más seguras y eficientes en el mundo de la construcción moderna.

El primer capítulo incluye el planteamiento del problema de investigación, abarcando la descripción, definición, justificación de la investigación, así como los objetivos y las hipótesis.

El segundo capítulo aborda la revisión de autores tanto a nivel internacional, nacional como local, cuyos trabajos tienen objetivos similares. Se analizan sus resultados para compararlos con los obtenidos en este estudio, además de desarrollar las teorías más relevantes para la comprensión de la investigación.

El tercer capítulo describe los aspectos metodológicos del estudio, estableciendo la guía para la obtención de los resultados. También se especifica la muestra y se detallan las técnicas e instrumentos utilizados en la recolección de datos para su posterior análisis.

El cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos siguiendo el proceso metodológico del capítulo anterior, acompañados de tablas y gráficos que ilustran los cambios observados. Finalmente, se discuten y contrastan estadísticamente dichos valores.

Finalmente, se exponen las conclusiones del estudio de manera clara y concisa, además de presentar las recomendaciones, la bibliografía utilizada de forma ordenada y los anexos más relevantes para la validación de los datos obtenidos.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Exposición de la situación de la problemática

El concreto ha adquirido un rol fundamental en la construcción de edificaciones modernas y en estructuras de alta complejidad, lo que ha generado la necesidad de optimizar sus propiedades mecánicas y otras características relevantes. En la actualidad, se busca integrar diversos subproductos como fibras, aditivos y materiales reciclados en los diseños de mezclas de concreto, con el objetivo de potenciar su capacidad para resistir tensiones y mejorar su desempeño general, logrando un impacto positivo y duradero en su aplicación.

La inclusión de fibras y aditivos provenientes de residuos industriales o subproductos en el concreto ha demostrado ser una estrategia eficaz para incrementar su resistencia a la compresión. En este sentido, el presente proyecto de investigación tiene como propósito introducir mejoras significativas y alternativas económicas en la elaboración de concreto mediante la incorporación de limaduras de hierro recicladas. Dado el potencial que este enfoque ofrece para optimizar las características del concreto, es fundamental considerar la financiación de esta investigación, que apunta a ofrecer soluciones innovadoras y sostenibles en la industria de la construcción.

Las limaduras de hierro son un subproducto que puede encontrarse en los talleres de decoración, así como en los talleres mecánicos que reparan equipos



para piezas de automóviles. En estos talleres se generan residuos que pueden utilizarse para crear limaduras de hierro. Esto crea un problema para la población porque suele acumularse en grandes cantidades, causando daños en los pulmones de las personas. Esto ocurre porque genera una nube de residuos que disminuye la calidad del aire. Además, cuando se desecha, entra en contacto con el aire, generando oxidación que, al entrar en contacto con el agua, crea un fluido que, si se une, producirá hierro.

Cuando se tira, se expone al aire, lo que provoca su deterioro por oxidación. Esta oxidación, al entrar en contacto con el agua, hace que se forme un fluido que, si entra en contacto con fuentes de agua pura, las contamina y causa más dificultades. Si entra en contacto con fuentes de agua contaminadas, provoca esta oxidación. Por ello, se decidió utilizarlo como material de partida e incluirlo entre los demás componentes que se incorporan a la formulación de una mezcla de hormigón para resolver el problema.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. *Problema General*

¿Cuál es la influencia que tiene la viruta metálica reciclada en el comportamiento físico mecánico de concreto para la ciudad de Juliaca?

1.2.2. *Problemas específicos*

1. ¿Cuál es la dosificación de componentes para un diseño de mezclas de un concreto de $f'c=210$ kg/cm² con agregados procedentes de la cantera Isla para la ciudad de Juliaca?
2. ¿Cuál es la variación de la trabajabilidad del concreto con la incorporación de viruta metálica reciclada en porcentajes de 2%, 4% y 6%, de un diseño $f'c=210$ kg/cm²



3. ¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión del concreto con la incorporación de viruta metálica reciclada en porcentajes de 2%, 4% y 6%, de un diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?

1.3. Justificación de la investigación

El reciclaje y la reutilización de virutas de hierro fundido fue el único fundamento de este estudio. Las virutas de hierro fundido, como muchos otros subproductos, se procesan sin respetar las medidas de seguridad, lo que provoca contaminación del suelo y del aire (las partículas son pequeñas y ligeras). Por ello, este estudio pretende recuperar y reutilizar este material y darle nuevas aplicaciones como material no convencional en mezclas de hormigón. Nuevamente se decidió aplicarlo a la realidad peruana.

1.3.1. Justificación Técnica

Se fundamenta en la necesidad de optimizar y mejorar las propiedades del concreto mediante la incorporación de materiales reciclados. La adición de viruta metálica reciclada puede aumentar significativamente la resistencia a la compresión del concreto, resultando en estructuras más fuertes y duraderas, cruciales para soportar las cargas y tensiones que las edificaciones deben resistir. Además, el uso de este material reciclado contribuye a la reducción de residuos industriales, promoviendo prácticas de construcción más sostenibles y disminuyendo el impacto ambiental. Esta optimización de recursos disponibles proporciona una alternativa efectiva y económica, promoviendo la innovación en la industria de la construcción. Evaluar la adición de viruta metálica reciclada en el concreto local asegura soluciones adecuadas para las condiciones climáticas y geográficas específicas de Juliaca, mejorando así la resistencia y durabilidad del concreto, fomentando prácticas sostenibles y adaptando las soluciones a las necesidades locales.



1.3.2. Justificación económica

La justificación económica para el "Estudio del Efecto en la Resistencia a la Compresión del Concreto con Adición de Viruta Metálica Reciclada para la Ciudad de Juliaca" se basa en el potencial de reducir costos en la industria de la construcción al incorporar materiales reciclados. Utilizar viruta metálica reciclada como aditivo en el concreto no solo aprovecha un subproducto industrial que de otro modo podría ser desechado, sino que también puede disminuir la dependencia de materiales tradicionales más costosos. Esto podría traducirse en una reducción significativa en los costos de producción del concreto, beneficiando tanto a las empresas constructoras como a los consumidores finales. Además, la implementación de prácticas de reciclaje y reutilización de materiales puede incentivar políticas de sostenibilidad que atraigan subsidios y apoyos financieros gubernamentales y privados. En conjunto, estos factores contribuyen a una mejora en la rentabilidad de los proyectos de construcción y fomentan una economía circular, creando un impacto económico positivo y sostenible para la región.

1.3.3. Justificación social

La justificación social para el "Estudio del Efecto en la Resistencia a la Compresión del Concreto con Adición de Viruta Metálica Reciclada para la Ciudad de Juliaca" se fundamenta en el impacto positivo que este proyecto puede tener en la comunidad local y en la sociedad en general. La incorporación de viruta metálica reciclada en la producción de concreto no solo contribuye a la reducción de residuos industriales, promoviendo un entorno más limpio y saludable, sino que también fomenta una cultura de reciclaje y sostenibilidad entre los habitantes de Juliaca. Este enfoque sostenible puede mejorar la calidad de vida de la población al disminuir la contaminación y los problemas de salud asociados con la acumulación de desechos industriales. Además, al emplear materiales reciclados, se genera una mayor conciencia ambiental y se pueden crear oportunidades de empleo en sectores



relacionados con la recolección, procesamiento y reutilización de estos materiales. La implementación de esta tecnología también puede servir como un modelo educativo y un ejemplo positivo para otras comunidades, demostrando los beneficios tangibles de integrar prácticas sostenibles en la construcción y otras industrias. En conjunto, este proyecto puede fortalecer el tejido social, promover el bienestar comunitario y contribuir al desarrollo sostenible de la región.

1.3.4. Justificación ambiental

La justificación ambiental para adicionar viruta de hierro reciclado al concreto se basa en una serie de beneficios ambientales que pueden contribuir a la sostenibilidad y a la reducción del impacto ambiental de la construcción. Aquí se presentan argumentos ambientales que respaldan esta práctica:

Reciclaje de Residuos Metálicos: La incorporación de viruta de hierro reciclado al concreto aprovecha un subproducto de la industria metalúrgica, evitando que estos residuos sean desechados en vertederos o requieran una eliminación costosa. Esto promueve la gestión sostenible de los residuos y reduce la presión sobre los recursos naturales.

Conservación de Recursos Naturales: Al utilizar viruta de hierro reciclado en lugar de hierro virgen extraído de minas, se conservan los recursos naturales, ya que se reduce la necesidad de extracción y procesamiento de minerales de hierro. Esto contribuye a la preservación de ecosistemas y hábitats.

Reducción de Emisiones de CO₂: La producción de hierro a partir de mineral virgen es un proceso intensivo en energía y emisor de dióxido de carbono (CO₂). La incorporación de viruta de hierro reciclado disminuye las emisiones de CO₂ asociadas con la fabricación de materiales de construcción, ya que requiere menos energía y recursos.

Menor Impacto Ambiental: La extracción y procesamiento de minerales de hierro a menudo conlleva la degradación del suelo, la deforestación y la alteración de



paisajes naturales. Al reciclar viruta de hierro en lugar de utilizar minerales vírgenes, se reduce el impacto ambiental negativo de estas actividades.

Economía Circular: La adición de materiales reciclados, como la viruta de hierro, en la construcción promueve la economía circular, en la que los productos y materiales se reutilizan y reciclan, contribuyendo a un uso más eficiente de los recursos y a la reducción de residuos.

Reducción de la Huella de Carbono: La incorporación de viruta de hierro reciclado en el concreto puede reducir la huella de carbono de un proyecto de construcción, lo que es coherente con los objetivos de mitigación del cambio climático.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. *Objetivo general*

Evaluar la resistencia a la compresión del concreto con adición de viruta metálica reciclada para la ciudad de Juliaca

1.4.2. *Objetivos específicos*

1. Determinar la dosificación de componentes para un diseño de mezclas de un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con agregados procedentes de la cantera Isla para la ciudad de Juliaca
2. Determinar la variación de la trabajabilidad del concreto con la incorporación de viruta metálica reciclada en porcentajes de 2%, 4% y 6%, de un diseño $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$
3. Evaluar la variación de la resistencia a la compresión del concreto con la incorporación de viruta metálica reciclada en porcentajes de 2%, 4% y 6%, de un diseño $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.



1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La incorporación de viruta metálica reciclada en el concreto $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Juliaca tiene un efecto positivo en la resistencia a la compresión, lo que resulta en una mejora significativa en su comportamiento ante cargas.

1.5.2. Hipótesis específicas

1. Un aspecto fundamental es la realización de un diseño de mezcla mediante el método ACI 211 para una resistencia $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la ciudad de Juliaca
2. Una resistencia a la compresión se determina mediante el análisis de un concreto convencional y el otro con adición de viruta metálica reciclada
3. Una buena proporción del concreto con adición de viruta metálica reciclada para el concreto tendrá una resistencia a la compresión

1.6. Variables e indicadores

Variable independiente

VI =

- Viruta de metálica reciclada

VD =

- Resistencia a la compresión del concreto

Variable Independiente (VI): Viruta Metálica Reciclada

Definición Conceptual: Se refiere al uso de viruta metálica reciclada, que es un residuo generado en procesos industriales, como refuerzo en la mezcla de concreto.

Definición Operacional: La cantidad de viruta metálica reciclada que se incorporará al concreto será medida en porcentaje respecto al volumen total de la mezcla.

Dimensiones: Proporción de viruta (0%, 2%, 4%, 6%).



Indicadores:

Cantidad de viruta incorporada en la mezcla.

Tamaño y tipo de la viruta metálica utilizada.

Escala de Medición: Porcentaje (%).

Variable Dependiente (VD): Resistencia a la Compresión del Concreto

Definición Conceptual: Se refiere a la capacidad del concreto para soportar cargas antes de fracturarse.

Definición Operacional: La resistencia a la compresión se medirá en unidades de presión (megapascales, MPa) a través de ensayos estandarizados en cilindros de concreto.

Dimensiones: Resistencia a los 7, 14 y 28 días.

Indicadores:

Carga máxima soportada antes de la falla.

Resistencia en MPa según el tiempo de curado.

Escala de Medición: Megapascales (MPa).

1.7. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

VARIABLES	ÍNDICES / INDICADORES	METODOLOGÍA
VARIABLE DEPENDIENTE:	Resistencia a la compresión	Enfoque: Cuantitativo. Nivel: Descriptivo.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	Trabajabilidad	
		INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE: VIRUTA DE HIERRO RECICLADO	Diseño de mezclas Dosificación en 2.0%, 4.0% y 6.0%	Propiedades físicas de los materiales Propiedades mecánicas de los materiales Diseño de mezclas Resistencia a la compresión Trabajabilidad del concreto Concreto en estado fresco Concreto en estado endurecido

Nota: elaboración propia



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes de internacionales*

(García Badillo, 2018) describe que su El trabajo de grado se llevó a cabo con el objetivo de observar el comportamiento del concreto al agregarle viruta de acero en un 12% y un 14% respecto al agregado fino, con el fin de determinar el proceso para generar mayor resistencia a compresión. El proceso comenzó con la obtención de los materiales para la mezcla y culminó con la construcción de los cilindros. Se observará que la resistencia del concreto fue superior cuando se agregó un 12% de viruta en comparación con la adición del 14%. La mezcla con la adición de viruta y la fabricación de los cilindros se realizó sin inconvenientes, y los materiales resultaron ser muy homogéneos, sin porosidad y con buena manejabilidad durante la fundición. Se llevó a cabo un lavado adecuado de la viruta con jabones industrializados para reducir los efectos secundarios de las grasas y aceites naturales de la viruta, que podrían afectar los resultados de la resistencia a la compresión. Se concluyeron que los mejores resultados se obtuvieron con la adición de un 12% de viruta respecto al agregado fino, lo que generó una mayor resistencia a la compresión. Este tipo de proyectos es sumamente importante, ya que generan una renovación en la industria al reutilizar residuos que producen un impacto ambiental.



Para (García, 2020) describe que los residuos y subproductos que genera el sector metalúrgico son muy poco aprovechados en Girardot, además de la totalidad de Colombia. Las limaduras de hierro son un ejemplo de residuo o subproducto que se produce durante el proceso de fabricación de productos metalúrgicos. En este caso particular, son las limaduras de hierro que se producen en los tornos y rectificadoras que trabajan con piezas de automóviles y también en los talleres de ornamentación; estos tornos y rectificadoras también producen limaduras de hierro cuando trabajan en la ornamentación, y este material está formado por fibras y partículas finas que pueden causar contaminación en el medio ambiente si no se reutilizan. Si no se recicla de manera adecuada, tiene el potencial de propagar contaminantes. Con el fin de impulsar el reciclaje y la reutilización de este material, el objetivo de este proyecto de investigación es encontrar una manera de darle un nuevo propósito utilizándolo como un agregado de nueva generación en la fabricación de hormigón. Esto permitirá un mayor reciclaje y reutilización del material.

Para Álvarez, (2017) menciona que el objetivo de este estudio es investigar el potencial de utilización de productos residuales de procesos industriales como componentes que pueden reforzar y aligerar las mezclas de hormigón. De acuerdo con los resultados de la investigación, para alcanzar el objetivo general se debían establecer dos objetivos distintos. El primer objetivo era determinar la máxima resistencia a la compresión producida en cada una de las mezclas en función del porcentaje de polvo de hierro que se utilizara, y el segundo objetivo era establecer el porcentaje ideal de polvo de hierro que debería utilizarse para obtener la máxima resistencia a la compresión de la mezcla. Ambos objetivos se lograron mediante la realización de experimentos. Ambos objetivos se concibieron teniendo en mente la meta final del proyecto más amplio se basó en Se llevó a cabo un enfoque de investigación experimental que involucró la realización de pruebas de resistencia en las mezclas bajo estudio. Además, se realizaron ensayos descriptivos para comparar



los resultados obtenidos con las normativas vigentes en cada período de tiempo. La cantidad de limo y polvo de hierro que se utilizó como aditivo se definió como uno de los factores de estudio, junto con la resistencia del hormigón que se planeaba emplear. Es fundamental señalar que el polvo de hierro se caracteriza por sus notables propiedades físico-mecánicas, entre las que destacan su elevada tenacidad, rigidez, resistencia a la abrasión, resistencia a la tracción y elasticidad. Estas características lo hacen compatible con las prestaciones que aportan las mezclas de hormigón, por lo que es importante señalar que el polvo de hierro posee estas características.

Según Marlés, (2017) explica que el objetivo principal de su trabajo es determinar el porcentaje óptimo de mezclas de hormigón que garanticen un aumento de la resistencia en comparación con las mezclas convencionales con el fin de construir tapas de registro para pozos de alcantarillado, con el fin de construir pozos de alcantarillado para la ciudad de Buenos Aires, Argentina, y con el fin de construir una nueva tapa de pozo de alcantarillado para la ciudad de Buenos Aires. La ciudad de Buenos Aires recibirá nuevas tapas de alcantarilla gracias a los trabajos realizados también aquí. El objetivo principal de esta investigación es identificar la proporción óptima de cal ferrosa que, en comparación con las mezclas más tradicionales, resulte en un aumento de la resistencia. Esto se hará con el fin de construir anillos, también conocidos como tapas de alcantarilla, para la ciudad de Villavicencio - Meta que cumplan con las normas técnicas de la norma NTC 1393. Esto se logrará de manera que se cumpla con los requisitos señalados en la norma para los prerrequisitos técnicos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Como menciona Espinoza, (2018) Utilizando áridos procedentes de la cantera "Rubén", se realizó una investigación para determinar cómo influiría la inclusión de



viruta metálica dentro del árido fino en la resistencia a compresión del hormigón con un valor de $f'c$ igual a 210 kg/cm². La estrategia experimental utilizada en la investigación implicó la preparación de mezclas de concreto dirigidas a alcanzar una resistencia a la compresión de 210 kg/cm². Se obtuvieron un total de 9 muestras de especímenes estándar y se generaron otras 9 muestras sustituyendo el 10% de agregado fino por viruta metálica, en términos de peso. El objetivo de esta modificación fue evaluar la resistencia a la compresión del concreto en tres puntos temporales: a los 7, 14 y 28 días posteriores a su colocación inicial.

Los resultados de la investigación se pueden encontrar en la siguiente tabla. Los resultados de estas evaluaciones se utilizaron para extraer conclusiones sobre la eficacia de la metodología experimental. El hormigón, debido a su resistencia, se considera uno de los ingredientes principales de proyectos en todo el mundo. El hormigón ha ido evolucionando y combinando muchos elementos, uno de los cuales es la viruta metálica, como refuerzo teniendo en cuenta la facilidad con la que se puede trabajar y su durabilidad.

Para Aguilar, (2018) esboza la reunión que se celebró con el objetivo de obtener un hormigón con mejoras en sus cualidades mecánicas a lo largo del proceso de endurecimiento. En la búsqueda de algún material o componente que pueda añadirse de forma sencilla, y lo que es más importante por su rentabilidad, al adicional fundamentalmente al diseño, el impulso de la siguiente investigación es el siguiente: estudio experimental para mejorar la resistencia o tensión a la compresión, flexión, así como una prueba para predecir la velocidad de corrosión en el hormigón; mediante la adición de limaduras de hierro reciclado, utilizando limaduras de hierro, que son comunes y corrientes de encontrar a diario en las máquinas rectificadoras y tornos donde se procesan las piezas de automóviles, donde se cortan y muelen. Se realizó un estudio experimental para mejorar la resistencia o tensión a la compresión y flexión, y se realizó una prueba para pronosticar el ritmo de la corrosión en el



hormigón. Al mismo tiempo, puede descubrirse en zonas dedicadas al reciclado, que aprovechan el material para sustituir al árido fino con el fin de conseguir una mayor resistencia y durabilidad.

Para Laurie, (2021) explica que el material mejora su resistencia a la compresión utilizando limadura de hierro, Tarapoto 2021. El planteamiento muestra un diseño experimental correlacional. Esto se debe a que se modifica el diseño de la variable independiente de agregar limadura de hierro al concreto simple con $f'c=210$ kg/cm², con el fin de proporcionar un estudio preciso de cómo impacta en la variable dependiente, que en este caso es aumentar la resistencia a la compresión. Se elaboró un gráfico de diseño que incluía un total de 36 especímenes. De estos, nueve se construyeron utilizando concreto convencional, mientras que los 27 restantes se diseñaron incorporando limaduras de hierro en porcentajes de 4, 6 y 8%. A partir de los resultados obtenidos, se evaluaron las propiedades de los agregados y el aditivo, revelando que eran compatibles con el concreto. Además, se determinó que el diseño óptimo correspondía al 4%, logrando una resistencia de $f'c= 236.4$ kg/cm², la cual se acerca más al concreto estándar, pero no lo supera ya que resulta en $f'c= 238.0$ kg/cm². En conclusión, el precio del concreto regular fue de S/. 313.50, pero el precio del concreto que contiene 4% fue de S/. 311.95.

Chávez (2014), en su investigación, expuso que la industria manufacturera en Perú no adoptaba medidas específicas para la disposición de residuos o subproductos. En este contexto, se refirió a las limaduras de hierro fundido generadas por tornos y rectificadoras que trabajan con piezas de vehículos. Estas limaduras se producen durante el proceso de trituración del hierro fundido. En Perú, los desechos y subproductos resultantes de las actividades de manufactura eran eliminados sin ninguna consideración especial. Cuando este material, compuesto por partículas diminutas, no era desechado adecuadamente, contribuía a la contaminación. El objetivo de su proyecto de investigación fue ofrecer una nueva



aplicación a este material, utilizándolo como un agregado no convencional en la fabricación de concreto, con la finalidad de promover su reciclaje y reutilización. En el estudio, se emplearon limaduras de hierro fundido en tres porcentajes distintos: 4%, 6% y 8% del peso del agregado fino. Con ello, se buscaba incrementar la resistencia a la compresión del hormigón. Se fabricaron 18 especímenes para cada tratamiento y 18 especímenes de control con una resistencia de diseño de $f'c = 210$ kg/cm², los cuales se prepararon sin la adición de limaduras. Estas probetas fueron sometidas a ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días para medir el incremento en la resistencia en comparación con la resistencia de diseño.

Neira Ramos (2022) realizó una investigación con el objetivo de determinar los cambios que se generaron en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de 210 kg/cm² al incorporar virutas de acero recicladas. La investigación tuvo un enfoque aplicado, de tipo cuantitativo, con un diseño experimental y un nivel correlacional. La población estuvo conformada por 80 ejemplares, incluyendo 40 probetas cilíndricas y 40 vigas, de las cuales se seleccionaron 36 probetas cilíndricas y 36 vigas como muestra. Las técnicas utilizadas fueron la observación, la experimentación y la recolección de datos, siendo los instrumentos empleados fichas de recolección de datos para los diferentes ensayos. Los resultados del ensayo SLUMP mostraron una disminución máxima del 5% en comparación con el concreto patrón. En las pruebas de compresión, se registró un aumento máximo de 18.96 kg/cm² respecto al concreto patrón, y en las pruebas de flexión se observó un incremento máximo de 3.35 kg/cm² en el módulo de rotura en comparación con el patrón. Con base en estos resultados, se concluyó que, al aumentar la cantidad de virutas, se generaba una disminución mínima en el asentamiento, mientras que la incorporación de las virutas mejoraba tanto la resistencia a la compresión del concreto como el módulo de rotura en las vigas.



2.1.3. Antecedentes locales y regionales

Para Condori, (2016) menciona que este estudio de investigación se basa en un enfoque experimental, cuyo objetivo es analizar cómo las fibras de acero Dramix impactan en el comportamiento elástico del concreto. Se busca evaluar las propiedades mecánicas y la durabilidad del concreto al incorporar estas fibras, con la intención de abordar los desafíos que el concreto enfrenta. Para llevar a cabo esta investigación, se prepararon dos tipos distintos de mezclas como parte del proceso.. describe que el propósito de este trabajo de investigación es evaluar las cualidades mecánicas y la durabilidad del hormigón con la inclusión de fibras de acero Dramix, y así proporcionar una solución a los diversos desafíos que tiene el hormigón; para la creación de este esfuerzo de investigación, se desarrollaron dos tipos diferentes de mezclas. ambas mezclas se utilizaron para crear hormigón. indica que el objetivo de este proyecto de investigación es investigar los cambios que se producen en las características mecánicas del hormigón como resultado de la incorporación de fibras de acero Dramix, y que el objetivo final de este trabajo es dar una solución a los numerosos problemas que tiene el hormigón. Se generaron un total de doce muestras de vigas de hormigón, todas diseñadas para una resistencia $f'c$ de 175 kg/cm². Nueve de estas muestras incorporaron fibras de acero, mientras que las tres restantes se elaboraron con hormigón convencional. Además, se crearon otras doce muestras de vigas de hormigón con un diseño de resistencia $f'c$ de 210 kg/cm². En este caso, nueve de las muestras incluyeron fibras de acero, y las tres muestras restantes fueron de hormigón estándar. Todas estas muestras se sometieron a ensayos de flexión de acuerdo con la norma ASTM C-78 y la NTP 339.

Castillo (2018) señaló las capacidades de los elementos mencionados, destacando que permiten alcanzar una mayor resistencia a la compresión, tensión y torsión, que son las fuerzas más comunes que afectan al concreto. La inclusión de



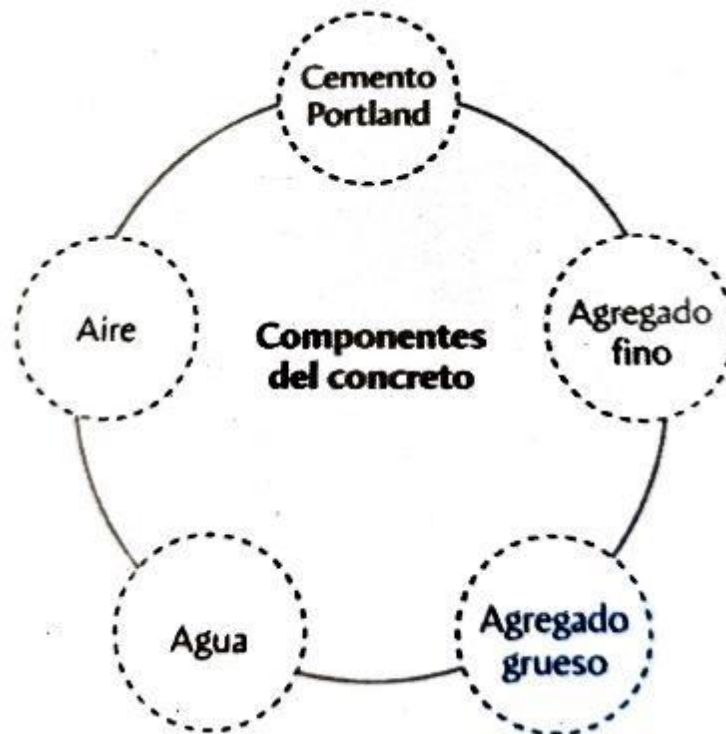
fibras de acero tenía como objetivo obtener resistencias significativamente superiores en comparación con un diseño de concreto convencional. Además, se buscó mejorar la adherencia del concreto, incrementando su durabilidad, lo cual resulta especialmente relevante cuando el concreto está expuesto a agua con posibles sustancias corrosivas o dañinas. Finalmente, también se evidenció que mejora su capacidad para resistir la presencia de productos químicos nocivos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *El concreto*

El concreto fue descrito como una piedra artificial que se formaba al combinar cemento, áridos inertes (como arena y grava) y agua en una lechada que, tras un tiempo de curado, se endurecía. Los componentes del concreto responsable de la reacción química que hacía que la sustancia adquiriera gran solidez después del fraguado eran el agua y el cemento. Los materiales inertes, como la arena y la grava, tenían la función principal de conformar la estructura básica de la mezcla. Además, debido a que ocupaban una parte considerable del volumen total, contribuían a reducir costos y a equilibrar los efectos de la reacción química en la pasta de concreto. Este material de construcción fue ampliamente preferido por varias razones, destacando su alta resistencia a la acción del agua sin sufrir daños significativos. También se valoró por su capacidad para adaptarse a diversas formas y tamaños debido a la maleabilidad de la mezcla, lo cual lo convirtió en una opción popular entre ingenieros civiles por su fácil disponibilidad en los sitios de construcción y su bajo costo (Aguilar Titto, 2018).

Figura 1

Componentes del concreto*Nota:* (Abanto Castillo , 2017)

2.2.2. concreto hidráulico

El concreto hidráulico se caracterizó como un material de construcción ampliamente utilizado, compuesto principalmente por una mezcla de cemento, agua, agregados finos (arena) y agregados gruesos (grava), cuya reacción química, conocida como hidratación, le confería la capacidad de endurecer y ganar resistencia con el tiempo. Este tipo de concreto se destacó por su versatilidad y durabilidad, siendo comúnmente empleado en obras de infraestructura como pavimentos, puentes y estructuras que requieren soportar cargas elevadas. Su resistencia a la compresión, su maleabilidad en estado fresco y su adaptación a diversas formas y tamaños hicieron que el concreto hidráulico fuera una opción preferida en la ingeniería civil.



2.2.3. Estados del concreto

El concreto pasa por tres estados principales durante su proceso de aplicación y uso. En primer lugar, se encuentra en estado fresco, en el cual es una mezcla fluida y manejable, permitiendo su transporte, colocación y moldeado en diversas formas. Durante este estado, es crucial su trabajabilidad para asegurar una correcta compactación y evitar segregaciones. Luego, el concreto entra en estado de fraguado, cuando comienza la reacción química entre el agua y el cemento, lo que lleva a la pérdida gradual de su plasticidad. Finalmente, se encuentra en estado endurecido, donde alcanza su máxima resistencia y durabilidad con el paso del tiempo, siendo capaz de soportar las cargas estructurales para las que fue diseñado. En este estado, su calidad depende de factores como el curado adecuado, la dosificación de los materiales y la mezcla inicial. (Abanto Castillo , 2017)

2.2.4. Componentes del concreto

Cemento, áridos y agua son los tres componentes principales del hormigón. El hormigón es un material de construcción formado principalmente por una mezcla de estos tres componentes básicos. Además, a veces se añaden aditivos a la mezcla para modificar las cualidades de la sustancia. En los párrafos siguientes se describen brevemente los principales componentes del hormigón:

- **Cemento:** El cemento es el componente aglutinante del concreto y es responsable de la resistencia y la capacidad de adherencia del material. El tipo más común de cemento utilizado es el cemento Portland, que es una mezcla de caliza, arcilla y otros minerales calcáreos que se calcinan y muelen para producir un polvo fino. El cemento Portland se mezcla con agua para



formar una pasta que se endurece y adhiere los agregados, creando una matriz sólida.

- Agregados: Los agregados son materiales granulares que se mezclan con el cemento para formar la masa de concreto. Los agregados se dividen en dos categorías principales:
- Agregado grueso: Está compuesto por piedra triturada o grava y proporciona resistencia a la compresión al concreto.
- Agregado fino: Está compuesto por arena y se utiliza para llenar los espacios vacíos entre las partículas de agregado grueso y la pasta de cemento. Contribuye a la trabajabilidad y la densidad del concreto.
- Agua: El agua es esencial en la mezcla de concreto, ya que es necesaria para la hidratación del cemento. La cantidad de agua utilizada afecta la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad del concreto. Se debe usar la cantidad adecuada de agua para lograr una mezcla de concreto con la consistencia deseada sin comprometer sus propiedades.

Además de estos componentes principales, se pueden agregar otros elementos según las necesidades específicas del proyecto:

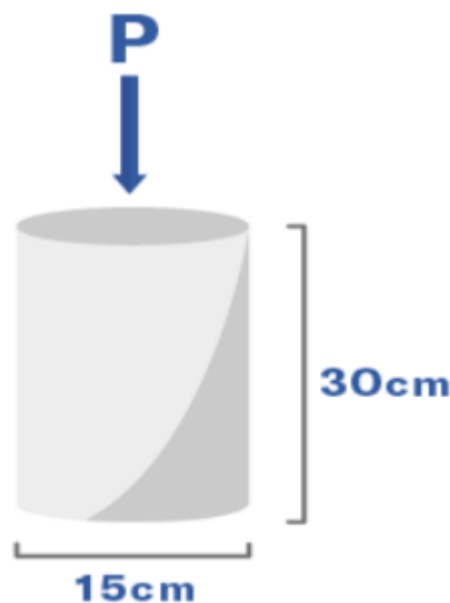
- Aditivos: Los aditivos son sustancias químicas que se incorporan al concreto para modificar sus propiedades. Pueden incluir retardadores de fraguado, aceleradores de fraguado, plastificantes, superplastificantes, aireantes, entre otros, y se utilizan para controlar el tiempo de fraguado, mejorar la trabajabilidad, aumentar la resistencia, entre otros fines.
- Adiciones: Las adiciones son materiales finamente divididos que se añaden al concreto, como la ceniza volante, la sílice activa y otros, para mejorar sus propiedades y reducir el contenido de cemento necesario. Esto puede ser beneficioso para la sostenibilidad y el control de la retracción del concreto.

2.2.5. Resistencia a la compresión del concreto

Abanto (2017) expuso que un equipo de ensayo de compresión se empleaba con el propósito de fracturar muestras cilíndricas de concreto, permitiendo así determinar la resistencia a la compresión de dicho material. Este proceso consistía en aplicar una carga gradual hasta que la muestra se rompía, y luego se calculaba la resistencia a la compresión dividiendo la carga de rotura obtenida entre el área transversal de la sección portante de la muestra. El valor resultante de este cálculo se expresaba en megapascales (MPa), siguiendo el sistema internacional de unidades. Estos ensayos eran esenciales para verificar si la mezcla de concreto utilizada cumplía con los criterios de resistencia preestablecidos. Además de su función de control de calidad, dichos ensayos resultaban cruciales para el diseño de elementos estructurales como puntales, ya que brindaban información precisa sobre el comportamiento del concreto bajo cargas de compresión, asegurando la estabilidad y seguridad de las construcciones en las que se empleaba...

Figura 2

cilindro de prueba a la compresión del concreto



Nota: (Abanto Castillo , 2017)



$$Rc = \frac{P}{A}$$

Donde:

P: carga máxima aplicada en kg

A: área de la sección transversal en cm²

Rc: resistencia a la compresión del cilindro en kg/cm²

1 Mpa = 10 kg/cm²

2.2.6. Control de calidad del concreto

El control de calidad del concreto se refiere a un conjunto integral de procedimientos y medidas implementadas para asegurar que el concreto utilizado en proyectos de construcción cumpla con los estándares y especificaciones establecidos. Este proceso abarca una supervisión minuciosa y una evaluación rigurosa en cada una de las etapas del uso del concreto, que incluyen desde la preparación y dosificación de la mezcla, hasta su colocación, compactación y curado final. Durante este proceso, se realizan diversas pruebas y ensayos para verificar propiedades clave del concreto, como su resistencia a la compresión, trabajabilidad, densidad y durabilidad. Estas pruebas son fundamentales no solo para garantizar que el concreto cumpla con los requisitos específicos del proyecto, sino también para asegurar la seguridad y la longevidad de las estructuras construidas. Además, el control de calidad del concreto es crucial para cumplir con las normativas y regulaciones aplicables, asegurando que los materiales utilizados en la construcción se ajusten a los estándares de calidad exigidos. El procedimiento típico de control de calidad del concreto incluye pasos detallados que van desde la selección de los materiales, la correcta proporción de los componentes, hasta la verificación del desempeño del concreto a lo largo del tiempo, asegurando así la eficacia y fiabilidad de las estructuras resultantes.:



- **Diseño de Mezcla:** Antes de la producción de concreto, se realiza un diseño de mezcla que especifica las proporciones de cemento, agregados, agua y posibles aditivos necesarios para cumplir con los requisitos del proyecto. Este diseño se basa en pruebas de laboratorio y cálculos que consideran la resistencia deseada y otras características.
- **Selección de Materiales:** Se verifica que los materiales utilizados, como el cemento, agregados (arena, grava), agua y aditivos, cumplan con las normativas y especificaciones aplicables. Se lleva un registro de los proveedores y se realizan pruebas de calidad de los materiales cuando sea necesario.
- **Preparación de la Mezcla:** Durante la preparación del concreto, se siguen las proporciones y los procedimientos especificados en el diseño de mezcla. Se registran los detalles del proceso, como el tiempo de mezclado y la cantidad de agua agregada.
- **Muestreo:** Se toman muestras representativas de la mezcla de concreto antes de su colocación en la obra. Estas muestras se utilizan para realizar pruebas de laboratorio y de campo.
- **Ensayos de Laboratorio:** Las muestras de concreto se someten a ensayos de laboratorio para evaluar propiedades como resistencia a la compresión, trabajabilidad, densidad, contenido de aire y otras características según sea necesario.
- **Ensayos en Campo:** Se realizan ensayos en el lugar de la construcción para verificar la consistencia, el asentamiento y la resistencia del concreto fresco. También se pueden realizar pruebas de densidad y contenido de aire.
- **Control de la Colocación:** Durante la colocación del concreto, se supervisa la calidad del proceso, incluyendo la compactación adecuada, la consolidación y la prevención de segregación.



- Curado: Se aplica un proceso de curado adecuado para mantener la humedad y la temperatura del concreto durante su endurecimiento inicial. Esto es esencial para lograr la resistencia deseada y la durabilidad.
- Pruebas de Resistencia In Situ: Después del curado, se realizan pruebas de resistencia a la compresión en cilindros de concreto extraídos en el lugar de construcción. Estas pruebas verifican que el concreto cumple con los requisitos de resistencia especificados.
- Documentación y Registro: Se mantiene un registro detallado de todas las actividades y resultados de control de calidad, incluyendo los ensayos, inspecciones y acciones correctivas tomadas en caso de desviaciones.
- Aprobación para Uso: El concreto se aprueba para su uso en la obra solo si cumple con los criterios de control de calidad establecidos en el diseño de mezcla y las especificaciones del proyecto.
- Seguimiento y Mantenimiento: Se realiza un seguimiento de la calidad del concreto durante la vida útil de la estructura para garantizar su durabilidad y rendimiento continuo.

2.2.7. Características mecánicas del concreto

Las características mecánicas del concreto describen cómo este material se comporta frente a diferentes tipos de fuerzas, como la compresión, tracción, flexión y corte. Estas propiedades son esenciales para evaluar su resistencia y capacidad de deformación en diversas aplicaciones constructivas. Entre las principales características se encuentra la resistencia a la compresión, que es la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión antes de fallar y se mide en megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi). También está la resistencia a la tracción, que es menor que la compresión, pero crucial en elementos como vigas y losas sometidas a fuerzas de tracción. El módulo de elasticidad, que mide la rigidez del concreto, indica cuánto se deforma bajo carga en la región



elástica. La deformación a la rotura refleja la capacidad del concreto para deformarse antes de fracturarse, relevante en estructuras que necesitan ductilidad, como aquellas expuestas a sismos. La resistencia al corte es crucial en componentes como losas y cimientos, y se mide en ensayos específicos. Además, el comportamiento bajo fatiga, evaluado en condiciones de cargas cíclicas, es fundamental en estructuras como puentes y pavimentos. La resistencia al impacto, que mide la capacidad del concreto para absorber cargas repentinas, es vital en estructuras expuestas a golpes. Finalmente, la dureza se refiere a la resistencia del concreto a la abrasión y el desgaste, importante en superficies que experimentan contacto continuo con materiales abrasivos. (Abanto Castillo , 2017)

2.2.8. Durabilidad del concreto

La capacidad del hormigón para resistir la degradación y el desgaste a lo largo del tiempo a pesar de estar sometido a una amplia gama de condiciones climáticas, así como a agresiones químicas o físicas, se denomina durabilidad. Debido a que afecta a la vida útil y al rendimiento de las estructuras de hormigón, es una propiedad esencial en la industria de la construcción. La durabilidad del concreto depende de varios factores, que incluyen:

- **Composición de la Mezcla:** La selección adecuada de materiales como cemento, agregados, aditivos y agua es esencial para lograr una mezcla de concreto duradera. La proporción y calidad de estos materiales influyen en la resistencia química y física del concreto.
- **Relación Agua-Cemento:** Una relación agua-cemento adecuada es esencial para la durabilidad del concreto. Un exceso de agua puede debilitar la estructura y aumentar la porosidad, lo que lo hace más susceptible a la penetración de sustancias nocivas.



- **Adiciones y Aditivos:** La adición de aditivos o adiciones, como sílice activa, metacaolín o cenizas volantes, puede mejorar la durabilidad del concreto al reducir la permeabilidad y aumentar la resistencia a los ataques químicos.
- **Diseño y Curado:** El diseño adecuado de la mezcla de concreto y las prácticas de curado son críticos para lograr una buena durabilidad. Un curado adecuado evita la pérdida prematura de humedad y garantiza una hidratación completa del cemento.
- **Espesor del Recubrimiento:** El espesor del recubrimiento de concreto que protege el refuerzo de acero es importante para prevenir la corrosión de las armaduras.
- **Ambiente y Exposición:** Las condiciones ambientales, como la exposición al agua, cloruros, sulfatos, dióxido de azufre, ácidos y altas temperaturas, pueden afectar significativamente la durabilidad del concreto. La elección de materiales y prácticas de construcción debe adaptarse al entorno específico.
- **Control de Calidad:** Un adecuado control de calidad durante la mezcla, la colocación y el curado del concreto es esencial para garantizar que cumpla con los estándares de durabilidad y resistencia.

2.2.9. Cemento portland

Como menciona, Rivva (2014) el concreto es un material de construcción ampliamente utilizado que consiste en una mezcla de cemento, agregados (como grava y arena), agua y posiblemente aditivos. Se utiliza en una variedad de aplicaciones de construcción debido a sus propiedades como resistencia, durabilidad y versatilidad. El proceso de fabricación del concreto implica la preparación de la mezcla, la colocación en moldes o encofrados, la compactación y el curado. Una vez endurecido, el concreto forma estructuras sólidas que pueden utilizarse en edificios, carreteras, puentes y una amplia gama de proyectos de ingeniería civil y construcción. Su composición y diseño pueden adaptarse para



cumplir con diferentes requisitos de resistencia, durabilidad y aplicaciones específicas.:

- **Composición:** El cemento Portland está compuesto principalmente por los siguientes ingredientes:
- **Clinker de Cemento:** Es el componente principal del cemento Portland y constituye aproximadamente el 95% de su masa. El clinker se produce al calcinar una mezcla de caliza y arcilla a altas temperaturas (alrededor de 1,450 °C) en un horno rotativo. Este proceso da como resultado una materia prima llamada clinker, que es un material granulado y endurecido.
- **Yeso (Sulfato de Calcio):** Se añade al clinker de cemento en una cantidad pequeña (generalmente alrededor del 5%) durante la molienda final para controlar el tiempo de fraguado y evitar que el cemento endurezca demasiado rápido.

Proceso de Fabricación:

- El cemento Portland se produce mediante un proceso de fabricación que consta de varias etapas, que incluyen:
- **Extracción de Materias Primas:** Se extraen y se transportan las materias primas necesarias, como la piedra caliza, la arcilla y otros minerales.
- **Preparación de Materias Primas:** Las materias primas se trituran, se mezclan y se homogeneizan en proporciones adecuadas para formar la "materia prima cruda".
- **Cocción del Clinker:** La materia prima cruda se alimenta en un horno rotativo a alta temperatura, donde se produce la reacción química de calcinación para formar el clinker de cemento.



- Molienda: El clinker se muele en un molino de bolas junto con el yeso y otros aditivos para producir el cemento Portland final. La molienda reduce el tamaño de las partículas y aumenta la finura del cemento.

Propiedades Técnicas del Cemento Portland:

- Resistencia a la Compresión: El cemento Portland es conocido por su alta resistencia a la compresión una vez que ha fraguado y endurecido. La resistencia a la compresión depende de la mezcla y de la relación agua-cemento.
- Tiempo de Fraguado: El cemento Portland tiene tiempos de fraguado controlados por el yeso agregado durante la molienda. Esto permite un tiempo suficiente para la manipulación y colocación antes de que el concreto comience a endurecer.
- Durabilidad: El cemento Portland es duradero y resistente a la intemperie y a las condiciones ambientales adversas cuando se usa en concreto adecuadamente diseñado y colocado.
- Color: El color del cemento Portland varía según el tipo y las materias primas utilizadas en su producción, pero generalmente es de color gris.

2.2.9.1. Resistencia del cemento portland

La resistencia del cemento Portland se refiere a su capacidad para soportar fuerzas sin deformarse o fracturarse, siendo una de las propiedades más cruciales evaluadas en los ensayos de calidad. Esta resistencia se mide principalmente en términos de compresión y tracción. La resistencia a la compresión, que es la más comúnmente evaluada, indica la capacidad del cemento para soportar cargas que lo comprimen y se determina aplicando una carga axial gradual sobre muestras. Por otro lado, la resistencia a la tracción mide la capacidad del cemento para resistir fuerzas que lo estiran, aunque es



considerablemente menor que la de compresión, ya que el cemento Portland es fuerte en compresión pero débil en tracción. Ambas resistencias se expresan en unidades como megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi). Además, la resistencia del cemento Portland puede variar según el tipo de cemento, la mezcla utilizada y las condiciones de curado. Diferentes tipos de cemento Portland, como los Tipos I, II, III, IV y V, presentan composiciones y niveles de resistencia específicos, lo que permite su aplicación en una amplia variedad de contextos constructivos. (Rivva López, 2014).

2.2.10. Relación agua cemento para el concreto

La relación agua-cemento (A/C) es un factor crucial en el diseño de mezclas de concreto, ya que determina en gran medida la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del material. Esta relación, que expresa la proporción entre la cantidad de agua y cemento en la mezcla, impacta significativamente en las propiedades finales del concreto. Una menor relación agua-cemento tiende a mejorar la resistencia al permitir una hidratación más eficiente y generar una estructura más densa; sin embargo, una relación más alta puede reducir la resistencia. En cuanto a la durabilidad, una baja relación agua-cemento favorece la impermeabilidad y la protección frente a agentes corrosivos, lo que prolonga la vida útil del concreto. Por otro lado, una mayor cantidad de agua mejora la trabajabilidad, facilitando la mezcla y colocación, pero disminuye la resistencia. Además, factores climáticos pueden influir en la elección de esta relación, adaptándose a condiciones como el calor, que demanda una menor relación para evitar la evaporación, o el frío, que podría requerir un incremento para facilitar la trabajabilidad. Finalmente, las normativas y especificaciones de cada proyecto suelen incluir parámetros específicos sobre la relación agua-cemento para cumplir con los requisitos de diseño y seguridad. (Garcia, 2020)



2.2.11. Curado del concreto

El curado del concreto es un proceso fundamental en la construcción que consiste en mantener el concreto adecuadamente humedecido y protegido durante su período inicial de fraguado y endurecimiento. El objetivo del curado es mantener la humedad en el concreto para permitir que las reacciones químicas de hidratación del cemento ocurran de manera óptima, lo que resulta en un concreto más resistente, duradero y con menos fisuras. A continuación, se describen los aspectos clave del curado del concreto:

Tiempo de Curado:

- El curado del concreto debe comenzar tan pronto como sea posible después de que el concreto se haya colocado y consolidado en su ubicación final. Se recomienda un período mínimo de curado de 7 días para concreto convencional. Sin embargo, en climas cálidos o en proyectos donde se requiere una mayor resistencia y durabilidad, el período de curado puede extenderse a 14 o incluso 28 días.

Métodos de Curado:

- Existen varios métodos de curado del concreto, y la elección del método depende de factores como las condiciones climáticas, el tipo de proyecto y los recursos disponibles. Algunos métodos comunes de curado incluyen:
- Curado por Agua: Este método implica rociar, sumergir o mantener constantemente húmeda la superficie del concreto con agua. El concreto se cubre con mantas mojadas o se utiliza una membrana que retiene la humedad.
- Cubiertas de Curado: Se utilizan mantas de curado de concreto, papel de plástico o lonas para cubrir la superficie del concreto y retener la humedad. Estas cubiertas también ayudan a proteger el concreto de la radiación solar directa y las fluctuaciones de temperatura.



- **Productos de Curado:** Se pueden aplicar productos químicos de curado, como compuestos de curado a base de resinas o ceras, en la superficie del concreto. Estos productos forman una película que retiene la humedad y protege el concreto durante el proceso de curado.
- **Curado al Vapor:** En proyectos comerciales e industriales, a menudo se utiliza el curado al vapor para acelerar el proceso de curado y lograr una resistencia temprana.

Control de la Temperatura:

- Durante el curado, se debe evitar la exposición del concreto a temperaturas extremadamente altas o bajas. En climas cálidos, es importante evitar que el concreto se seque prematuramente debido a la evaporación excesiva del agua. En climas fríos, se pueden utilizar mantas térmicas o métodos de curado con calor para mantener la temperatura del concreto en niveles adecuados para la hidratación.

2.2.12. Agregados

- Riva (2014) definió a los agregados como un conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones se establecen según las normativas peruanas. En el concreto, los agregados constituyen la fase discontinua, ocupando entre el 65% y el 80% del volumen total de la mezcla. La calidad de los agregados es crucial, ya que representan aproximadamente el 75% del volumen del concreto, y su selección afecta propiedades esenciales como la resistencia mecánica, la durabilidad, el comportamiento elástico y las propiedades térmicas y acústicas. Los agregados gruesos contribuyen a la resistencia a la compresión, mientras que los finos mejoran la distribución de la pasta de cemento, llenando los espacios



y optimizando la trabajabilidad de la mezcla. Además, una correcta combinación de agregados puede incrementar la durabilidad al reducir la permeabilidad y la susceptibilidad a la corrosión. También influyen en la densidad y el peso del concreto, donde agregados pesados aumentan su densidad y agregados livianos la disminuyen. En aplicaciones decorativas, como en concreto expuesto, la selección de los agregados puede realzar el aspecto estético del material.

2.2.12.1. Clasificación de agregados

La clasificación de los agregados se realiza en función de diferentes criterios, como el tamaño, la forma, la densidad, la textura y la procedencia. Estos criterios son importantes en la industria de la construcción para seleccionar los agregados adecuados para diferentes aplicaciones de concreto y mortero. A continuación, se describe la clasificación de agregados según diversos criterios:

Clasificación por Tamaño:

- Agregado Grueso: Los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas son mayores que 4.75 mm (3/16 de pulgada) en diámetro. Pueden incluir piedra triturada, grava y roca triturada.
- Agregado Fino: Los agregados finos consisten en partículas de tamaño menor a 4.75 mm (3/16 de pulgada). Suelen estar compuestos por arena natural o arena triturada.

Clasificación por Densidad:

- Agregados Livianos: Los agregados livianos tienen una densidad menor que la de los agregados normales y se utilizan para reducir el peso del concreto. Ejemplos incluyen agregados de arcilla expandida, escoria de alto horno y perlita.



- Agregados Normales: Los agregados normales tienen una densidad típica y son los más comunes en la construcción.

Clasificación por Forma:

- Agregados Redondeados: Tienen forma redondeada o suavemente erosionada por la acción del agua, como la grava de río.
- Agregados Angulosos: Tienen bordes y esquinas afilados, como la piedra triturada, lo que puede proporcionar una mayor resistencia en el concreto.
- Agregados Triturados: Son agregados producidos mediante la trituración de roca o piedra, y pueden tener formas angulosas o redondeadas, según el proceso de trituración.

Clasificación por Procedencia:

- Agregados Naturales: Proceden de fuentes naturales, como ríos, canteras o depósitos de grava.
- Agregados Reciclados: Proceden de la trituración y reciclaje de concreto u otros materiales de construcción previamente utilizados.

Clasificación por Textura Superficial:

- Agregados Lisos: Tienen una superficie lisa, lo que puede afectar la adherencia del cemento. Son adecuados para aplicaciones donde se requiere una superficie suave.
- Agregados Rugosos: Tienen una superficie rugosa que mejora la adherencia del cemento. Son adecuados para aplicaciones donde se requiere una buena adherencia, como en el concreto de refuerzo.

2.2.12.2. Propiedades químicas de los agregados

La calidad de los materiales de construcción es una consideración importante ya que tienen un impacto significativo en la durabilidad y calidad del concreto. Todas las propiedades de la maquinaria de construcción relevantes para el diseño se describen a continuación:



- **Reactividad Álcali-Agregado (RAA):** La reactividad álcali-agregado es una propiedad química importante que puede afectar la durabilidad del concreto. Algunos agregados contienen minerales reactivos que pueden reaccionar con los álcalis presentes en el cemento, formando productos expansivos que pueden causar fisuración y daño al concreto con el tiempo. Esto se conoce como "fisuración por RAA". Es importante evaluar la reactividad de los agregados antes de su uso en la construcción.
- **Contenido de Sulfatos:** Los sulfatos son compuestos químicos que pueden estar presentes en los agregados y en el agua utilizada para mezclar el concreto. Los sulfatos pueden reaccionar con algunos minerales presentes en el cemento y formar productos de expansión que dañen el concreto. Es importante conocer y controlar el contenido de sulfatos en los agregados y el agua para evitar problemas de expansión y fisuración.
- **Contenido de Materia Orgánica:** Los agregados pueden contener materia orgánica, como restos vegetales o lignina, que pueden interferir con la hidratación del cemento y reducir la resistencia del concreto. Un alto contenido de materia orgánica en los agregados puede ser perjudicial y, por lo tanto, se deben tomar medidas para evitar su presencia en la mezcla de concreto.
- **Contenido de Cloruros:** Los cloruros son compuestos químicos que pueden estar presentes en los agregados o en el agua utilizada en la mezcla de concreto. Los cloruros pueden ser perjudiciales para el concreto, ya que pueden causar la corrosión de las armaduras de refuerzo y la degradación del concreto. Es importante controlar y limitar el contenido de cloruros en el concreto, especialmente en estructuras expuestas a ambientes agresivos, como áreas costeras o donde se utiliza sal para el deshielo.



- Contenido de Sales Solubles: Los agregados pueden contener sales solubles, como sulfatos o cloruros, que pueden lixiviar o disolverse en el agua presente en el concreto. Esto puede ser problemático en términos de durabilidad, ya que las sales pueden cristalizarse en los poros del concreto durante el secado, lo que puede causar eflorescencia y daño superficial.
- pH: El pH de los agregados puede variar y afectar la reacción química entre los agregados y el cemento. Un pH extremadamente ácido o alcalino puede ser perjudicial. Se presta especial atención a los agregados alcalinos, ya que pueden contribuir a problemas de RAA.

2.2.12.3. Propiedades físicas de los agregados

Las propiedades físicas de los agregados abarcan características como la geometría, tamaño, textura, densidad y otras cualidades que influyen en el comportamiento del concreto. Estas propiedades afectan de manera directa el desempeño del concreto en términos de resistencia, durabilidad y trabajabilidad. Entre las propiedades más relevantes se destaca el tamaño de las partículas, que divide los agregados en gruesos, como la grava y la piedra triturada, y finos, como la arena, siendo esta clasificación crucial para la mezcla. La forma de las partículas también es relevante, ya que las partículas angulares suelen mejorar la resistencia del concreto al tener mayor capacidad de interacción con la pasta de cemento. La textura superficial, ya sea rugosa o lisa, influye en la adherencia entre los agregados y el cemento, favoreciendo la cohesión en aplicaciones de refuerzo. La densidad de los agregados impacta en la masa del concreto y en su diseño, mientras que la porosidad y la absorción de agua son factores críticos para la durabilidad y trabajabilidad, especialmente en ambientes que requieren baja permeabilidad. Además, los agregados deben ser limpios y libres de impurezas para evitar problemas en la mezcla. La resistencia al



desgaste es vital en pavimentos y suelos de concreto, mientras que el color y la limpieza de los agregados son importantes en aplicaciones estéticas y decorativas. Por último, es fundamental que los agregados estén libres de contaminantes que puedan comprometer la calidad y durabilidad del concreto. (Abanto Castillo , 2017)

2.2.13. Cantera

Previo a la exportación del material, se implementó un proceso de clasificación in situ para evaluar su calidad. Este procedimiento consistió en agitar la mezcla a través de una malla con aberturas de 5 centímetros para separar las partículas con un diámetro mayor a este tamaño. Gracias a este método, se logró estimar el porcentaje de material que podría ser adecuado para la investigación. La cantera fue seleccionada como fuente de producción de agregados debido a la alta demanda de estos materiales en los proyectos de construcción civil que se estaban desarrollando en la ciudad de Arequipa. La elección de esta cantera estuvo influenciada por varios factores importantes, como su cercanía a la ciudad, la facilidad en el transporte y la alta calidad de los materiales disponibles. (Abanto Castillo , 2017)

2.2.13.1. Peso unitario

La densidad de un árido fino, más frecuentemente denominado arena, puede medirse utilizando el peso unitario del árido, que se expresa como el peso por unidad de volumen. Este valor es importante en la construcción para determinar la proporción correcta de los componentes del hormigón, y puede cambiar en función de factores como la cantidad de humedad del material y el grado de compactación. El árido fino suele tener un peso unitario de entre 1440 y 1600 kg/m³ (90 a 100 lb/ft³). Para conocer el peso unitario exacto, hay que realizar una prueba normalizada. Esta prueba consiste en llenar un recipiente con arena cuyo volumen se conoce y, a continuación, determinar el peso del recipiente lleno.



Tabla 2

Peso unitario compactado agregado fino

PESO DEL MOLDE	5970 gr	5970 gr	5970 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2111 cm ³	2111 cm ³	2111 cm ³
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9462.00 gr	9470.00 gr	9451.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3492.00 gr	3500.00 gr	3481.00 gr
DENSIDAD MÁXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.655 gr/cm ³	1.658 gr/cm ³	1.649 gr/cm ³
PROMEDIO		1.654 gr/cm ³	

Nota: elaboración propia

2.2.13.2. Peso unitario suelto

El peso del material por volumen, incluidos los huecos entre partículas, se denomina peso unitario suelto de un árido, y suele medirse en kilogramos por metro cúbico (kg/m³) o libras por pie cúbico (lb/pie³). Ambas unidades se derivan del sistema de unidades SI. Esta cifra puede oscilar a menudo entre 90 y 103 lb/pie³ (1450 y 1650 kg/m³) cuando nos referimos a áridos finos. La arena es un ejemplo de árido fino. El rango para áridos gruesos, como la grava, suele estar entre 1350 y 1550 kg/m³ (84 y 97 lb/ft³). Estos valores pueden variar en función de la mineralogía del árido y de la gradación de las partículas que contiene. Para determinarlos se utiliza una técnica estándar. Esta prueba consiste en llenar un recipiente que ya se sabe que contiene el árido y, a continuación, pesarlo sin comprimirlo.



2.2.13.3. Contenido de humedad

El contenido de humedad en un agregado se refiere a la cantidad de agua contenida en el mismo, expresada como un porcentaje respecto al peso del agregado en estado seco. Este factor es esencial en la elaboración de mezclas tanto de concreto como de asfalto, ya que influye directamente en la proporción de los materiales que componen la mezcla, afectando la calidad final del producto. Para garantizar una mezcla adecuada y cumplir con las especificaciones del proyecto, es crucial conocer y ajustar el contenido de humedad del agregado. Determinar el contenido de humedad sigue una serie de pasos estandarizados, que permiten calcular de manera precisa el porcentaje de agua presente. Estos pasos incluyen desde la recolección de muestras representativas hasta su pesaje antes y después de ser sometidas a secado, lo cual facilita la obtención del porcentaje exacto de humedad, asegurando así una correcta dosificación y mejorando la durabilidad y resistencia de la mezcla.

- Pesar una muestra del agregado en su estado natural (peso húmedo).
- Secar la muestra en un horno a una temperatura de 110 ± 5 °C hasta peso constante (esto puede tomar varias horas).
- Pesar la muestra seca (peso seco).
- Calcular el contenido de humedad utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{(\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco})}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

2.2.13.4. Peso Específico y Absorción de los Agregados Finos

El análisis realizado se llevó a cabo siguiendo las especificaciones establecidas en la norma MS 2000 y el procedimiento MTC E 205 - 2000. Estas directrices se centraron en evaluar el peso específico y la absorción de partículas microscópicas de una manera clara y comprensible. Tanto el peso específico como



la absorción de los agregados finos son características cruciales que impactan directamente en la calidad del concreto. El peso específico, también llamado densidad relativa, se refiere a la proporción entre la masa de los agregados finos y el volumen que ocupan, incluyendo tanto los poros permeables como no permeables. Este parámetro se determina mediante ensayos de laboratorio bajo métodos estandarizados. Por su parte, la absorción evalúa la capacidad de los agregados para retener agua, lo que influye en la relación agua-cemento de la mezcla, afectando su trabajabilidad y resistencia. La correcta medición de estas propiedades es fundamental para asegurar que los agregados finos seleccionados cumplan con los requisitos necesarios para producir un concreto de alta durabilidad y eficiencia en su aplicación. (Abanto Castillo , 2017)

2.2.14. Fibras metálicas recicladas para el concreto

Las fibras metálicas recicladas para el concreto son fragmentos de acero provenientes de residuos industriales o procesos de recuperación, que se incorporan a la mezcla de concreto para mejorar sus propiedades mecánicas. Estas fibras actúan como refuerzo secundario, distribuyéndose de manera homogénea en la matriz del concreto y aportando beneficios como el aumento de la resistencia a la tracción, flexión y fatiga, además de mejorar la durabilidad y la capacidad de absorción de energía frente a impactos. El uso de fibras metálicas recicladas también contribuye a la sostenibilidad, al reducir la cantidad de desechos industriales y promover la economía circular en la construcción.

2.2.15. Componentes del manejo de residuos en la construcción

El manejo de residuos en la construcción incluye varios componentes esenciales para garantizar una gestión eficaz y sostenible de los desechos generados en los proyectos de construcción. A continuación, se describen los principales componentes:



1. Reducción en la Fuente:

Planificación y Diseño: Incorporar estrategias para minimizar la generación de residuos desde la fase de diseño del proyecto.

Selección de Materiales: Utilizar materiales que generen menos residuos y que sean reciclables o reutilizables.

2. Reutilización y Reciclaje:

Clasificación de Residuos: Segregar los residuos en diferentes categorías (madera, metal, concreto, etc.) para facilitar su reutilización o reciclaje.

Reutilización en Sitio: Emplear materiales sobrantes directamente en el mismo proyecto o en otros proyectos.

Reciclaje: Enviar materiales reciclables a plantas de reciclaje adecuadas.

3. Almacenamiento y Manejo en el Sitio:

Contenedores de Residuos: Disponer de contenedores específicos para cada tipo de residuo para evitar la mezcla y facilitar el manejo.

Seguridad y Salud: Garantizar que el manejo de residuos no ponga en riesgo la salud de los trabajadores ni del entorno.

4. Transporte de Residuos:

Logística de Transporte: Planificar rutas y métodos de transporte eficientes y seguros para trasladar los residuos desde el sitio de construcción hasta las instalaciones de tratamiento o disposición final.

Cumplimiento Normativo: Asegurarse de que el transporte cumpla con las normativas locales e internacionales.

5. Tratamiento y Disposición Final:

Tratamiento de Residuos Peligrosos: Implementar métodos específicos para el tratamiento seguro de residuos peligrosos generados en la construcción.



Disposición en Vertederos: Solo disponer en vertederos aquellos residuos que no puedan ser reutilizados ni reciclados, asegurándose de que estos vertederos cumplan con los estándares ambientales.

6. Monitoreo y Evaluación:

Registro y Seguimiento: Mantener registros detallados de los tipos y cantidades de residuos generados, reciclados y dispuestos.

Evaluación de Eficiencia: Evaluar periódicamente la eficiencia de las estrategias de manejo de residuos y buscar oportunidades para mejorar.

7. Capacitación y Concientización:

Formación del Personal: Capacitar a todos los trabajadores en prácticas adecuadas de manejo de residuos.

Concientización Ambiental: Promover una cultura de responsabilidad ambiental entre todos los participantes del proyecto.

8. Cumplimiento Legal y Normativo:

Regulaciones: Asegurarse de que todas las prácticas de manejo de residuos cumplan con las leyes y regulaciones locales, nacionales e internacionales.

- ****Permisos y Licencias****: Obtener todos los permisos y licencias necesarios para el manejo de residuos en la construcción.

Implementar estos componentes de manera integral puede contribuir significativamente a reducir el impacto ambiental de los proyectos de construcción y promover prácticas más sostenibles en la industria.

2.2.16. Reciclaje de viruta metálica

El reciclaje de viruta metálica es un proceso que implica la recuperación y reutilización de virutas o fragmentos de metal que se generan como subproducto en diversas actividades industriales, como la mecanización, la fundición y la fabricación de piezas metálicas. Estos residuos metálicos suelen estar compuestos



principalmente de materiales como acero, aluminio o cobre. A continuación, se describe el proceso típico de reciclaje de viruta metálica:

- **Recopilación:** En la primera etapa del proceso, se recopilan las virutas metálicas generadas en las operaciones industriales. Esto puede involucrar la instalación de sistemas de recolección específicos en las máquinas y equipos que generan las virutas.
- **Clasificación:** Las virutas metálicas recopiladas se someten a una clasificación inicial para separarlas de otros materiales, como aceites lubricantes, refrigerantes o partículas de suciedad.
- **Limpieza:** Las virutas se lavan y se someten a procesos de desengrase para eliminar cualquier residuo de aceite u otras impurezas superficiales.
- **Trituración o Fragmentación:** Las virutas limpias se trituran o fragmentan para reducir su tamaño y facilitar su manejo y procesamiento.
- **Fundición o Fusión:** Las virutas trituradas se funden a altas temperaturas para recuperar el metal en estado líquido.
- **Solidificación:** El metal fundido se vierte en moldes para su solidificación y formación de lingotes o barras.
- **Venta o Reutilización:** Los lingotes o barras de metal resultantes se pueden vender a fundiciones o empresas metalúrgicas para su posterior procesamiento y fabricación de nuevos productos. También es posible reutilizar el metal reciclado en la propia industria donde se generaron las virutas, como la fabricación de piezas metálicas.



2.3. Marco conceptual

2.3.1. Concreto

El concreto es un material esencial en la construcción, compuesto principalmente por cemento, agregados, agua y posiblemente aditivos. Su versatilidad y durabilidad lo convierten en uno de los materiales de construcción más utilizados en todo el mundo.

2.3.2. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión del concreto se refiere a su capacidad para resistir fuerzas de compresión o aplastamiento. Es una propiedad fundamental que determina la capacidad de carga de las estructuras de concreto. La resistencia a la compresión se mide en unidades de presión, como megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi), y es una especificación crítica en el diseño y la construcción de proyectos.

2.3.3. Diseño de mezclas

Implica la selección y proporción adecuada de materiales como cemento, agregados, agua y posibles aditivos para lograr un concreto con las propiedades deseadas. Esto incluye determinar la relación agua-cemento, ajustar las proporciones para cumplir con requisitos de resistencia y durabilidad, y realizar pruebas de laboratorio para validar la mezcla. Un diseño de mezcla bien elaborado es esencial para garantizar la calidad y el rendimiento del concreto en proyectos de construcción.

2.3.4. Residuos metálicos

La adición de residuos metálicos, como virutas o limaduras, al concreto es una práctica que busca mejorar sus propiedades mecánicas y durabilidad. Estos residuos se incorporan a la mezcla durante la preparación y actúan como refuerzo, aumentando la resistencia y reduciendo la fisuración. Sin embargo, su uso debe ser



cuidadosamente controlado para garantizar la calidad y la seguridad del concreto resultante.

2.3.5. Concreto con residuos

El concreto con residuos metálicos implica la incorporación de virutas, limaduras u otros desechos metálicos en la mezcla de concreto para mejorar sus propiedades mecánicas, como la resistencia y la durabilidad. Estos residuos actúan como refuerzo, aumentando la capacidad del concreto para resistir cargas y prevenir la fisuración. Sin embargo, su uso debe ser cuidadosamente controlado y dosificado para evitar problemas de calidad y seguridad.

2.3.6. Comportamiento del concreto con fibras metálicas

El comportamiento del concreto con residuos metálicos se caracteriza por su capacidad para mejorar las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto. La adición de virutas, limaduras u otros desechos metálicos actúa como refuerzo, aumentando la resistencia a la tracción y la resistencia al corte del concreto. Esto lo hace adecuado para aplicaciones donde se requiere mayor capacidad de deformación antes de la ruptura.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

En este estudio, el diseño es de tipo descriptivo, dado que no se realizaron manipulaciones intencionales de las variables, sino que se centró en observar y describir las características y comportamientos relacionados con la incorporación de viruta metálica reciclada en el concreto. A diferencia de los diseños experimentales, que implican la manipulación activa de variables para analizar su efecto en otras, los estudios descriptivos se enfocan en la recolección y análisis de datos para proporcionar una visión detallada y precisa de los fenómenos observados. Este enfoque metodológico permite obtener una comprensión amplia y detallada sin alterar las condiciones naturales del objeto de estudio. En consecuencia, el diseño de investigación descriptiva se define como el plan estratégico que organiza y guía la recopilación de información, con el fin de responder de manera clara a las preguntas planteadas en la investigación, sin intervenir directamente en las variables involucradas.

3.2. Método de la investigación

El método de investigación utilizado en el presente estudio se fundamenta en el enfoque científico. Dentro de este marco, para proporcionar una respuesta general al estudio realizado, se empleó un método específico, el método inductivo. Este



método inductivo implica la observación de casos particulares y la generalización de estos hallazgos para formular conclusiones más amplias y teorías generales. A través de este proceso, se recopilan datos específicos que, al ser analizados y sintetizados, permiten derivar principios generales aplicables a situaciones similares. Este enfoque inductivo es particularmente útil para explorar y comprender fenómenos nuevos o poco estudiados, ya que se basa en la acumulación sistemática de evidencia empírica para construir conocimientos robustos y bien fundamentados.

3.3. Nivel y tipo de investigación

3.3.1. Nivel de investigación

El presente estudio se desarrolla en un nivel descriptivo, orientado a identificar y describir el impacto que tiene la adición de viruta metálica reciclada en el asentamiento del concreto fresco y en la resistencia a la compresión del concreto endurecido. El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con el que se exploran las características y comportamientos de un fenómeno específico. En un enfoque descriptivo, el propósito principal es observar, detallar y caracterizar los elementos involucrados sin buscar relaciones causales o generalizaciones amplias. A diferencia del nivel explicativo, que se centra en establecer vínculos causales y formular generalizaciones, el enfoque descriptivo se limita a proporcionar un panorama claro y detallado de las variables y su comportamiento dentro del contexto investigado, utilizando metodologías que permiten capturar la esencia de los fenómenos observados.

3.3.2. Tipo de investigación

La investigación cuasi experimental es un enfoque utilizado en estudios de investigación en el campo de las ciencias sociales y la psicología. Este tipo de investigación se encuentra a medio camino entre la investigación experimental y la investigación observacional.



En comparación con la investigación experimental, la investigación cuasiexperimental tiene un menor grado de control sobre el número de factores que se consideran extraños. Las variables o factores que pueden tener un efecto sobre la variable que se estudia pero que deben controlarse para examinar con precisión el efecto de las variables independientes se denominan variables extrañas.

A diferencia de los diseños experimentales, en la investigación cuasiexperimental no se realiza una asignación aleatoria de los grupos o controles adecuados. Esto puede dificultar el análisis estadístico y la atribución de efectos causales.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Concretos producidos para la ciudad de Juliaca

3.4.2. Muestra

Muestreo para proporciones de concreto con adición de viruta metálica reciclada

3.5. Técnicas e instrumentos de la investigación

El desarrollo de un concreto con adición de viruta metálica reciclada implica una serie de técnicas y consideraciones específicas para garantizar un buen rendimiento del material. Aquí tienes algunas técnicas para desarrollar este tipo de concreto:

- Selección de Viruta Metálica: Asegúrate de seleccionar viruta metálica reciclada de alta calidad y libre de impurezas. El tamaño y la forma de las virutas deben ser uniformes para una distribución efectiva en la mezcla.
- Diseño de Mezcla: Realiza un diseño de mezcla que incluya la cantidad adecuada de viruta metálica reciclada. Esto implica determinar la proporción



de viruta con respecto a los otros componentes, como cemento, agregados y agua, para cumplir con los requisitos del proyecto.

- **Dosificación y Mezcla:** Integra la viruta metálica reciclada de manera uniforme en la mezcla de concreto durante la preparación. Asegúrate de que las virutas estén bien dispersas para lograr una distribución homogénea en todo el concreto.
- **Control de Calidad:** Realiza pruebas de control de calidad para evaluar las propiedades del concreto con la adición de viruta metálica, como resistencia, trabajabilidad y durabilidad. Ajusta la mezcla según sea necesario para cumplir con los requisitos del proyecto.
- **Aditivos y Agentes de Dispersión:** En algunos casos, el uso de aditivos especiales o agentes de dispersión puede facilitar la integración de la viruta metálica en la mezcla y mejorar su distribución.
- **Mezcla en Estado Fresco:** Durante la colocación y compactación del concreto, asegúrate de que la viruta metálica no se segregue y que esté bien distribuida en todo el elemento de concreto.
- **Curado:** Aplica un proceso de curado adecuado para mantener la humedad y temperatura del concreto durante su período inicial de endurecimiento, lo que puede mejorar la adherencia de la viruta metálica.
- **Seguridad:** Tomar precauciones de seguridad adecuadas al manipular la viruta metálica y durante la preparación de la mezcla, ya que los bordes afilados de la viruta pueden representar un riesgo para los trabajadores.
- **Documentación:** Lleva registros detallados de la dosificación, las pruebas y los procedimientos utilizados en la preparación del concreto con viruta metálica reciclada para documentar su calidad y cumplimiento con las especificaciones.

- Evaluación de Costos: Realiza una evaluación económica para determinar si el uso de viruta metálica reciclada es rentable en el contexto del proyecto, considerando los costos de recolección, procesamiento y transporte de los materiales reciclados.

3.6. Diseño de mezclas del concreto

3.7. Incidencia de viruta metálica reciclada en la resistencia del concreto

El concreto convencional se fortalece mediante la incorporación de viruta metálica reciclada, con el propósito de mejorar sus propiedades mecánicas y su capacidad de refuerzo. Esta técnica se aplica con el objetivo de aumentar la resistencia, la tracción, la tenacidad y la capacidad de deformación del concreto antes de su fractura. Estas características lo hacen ideal para aplicaciones que requieren mayor durabilidad y resistencia en elementos estructurales expuestos a esfuerzos dinámicos, impactos o fisuración. Para maximizar los beneficios que aporta la viruta metálica reciclada, es crucial un diseño adecuado de la mezcla y la adherencia a los procedimientos de seguridad establecidos.

Figura 3

Concreto más virutas



Nota: elaboración propia



3.7.1. Procedimiento para el diseño de mezclas

El diseño de mezclas de concreto es un proceso esencial en la construcción que implica la selección y proporción adecuada de materiales para lograr un concreto con las propiedades deseadas en términos de resistencia, durabilidad, trabajabilidad y economía. A continuación, se presenta un procedimiento general para el diseño de mezclas de concreto:

Establecer los Requisitos de la Mezcla:

- Definir claramente los objetivos y requisitos de la mezcla de concreto, como la resistencia requerida, la durabilidad, la trabajabilidad, la exposición ambiental y las restricciones presupuestarias.

Selección de Materiales:

- Seleccionar cuidadosamente los materiales que compondrán la mezcla, incluyendo:
- Cemento: Elegir el tipo de cemento apropiado según las especificaciones y las condiciones del proyecto.
- Agregados: Seleccionar agregados gruesos (grava o piedra triturada) y agregados finos (arena) que cumplan con los requisitos de calidad y gradación.
- Agua: Utilizar agua limpia y potable que no contenga impurezas dañinas.
- Aditivos: Si es necesario, considerar el uso de aditivos, como aceleradores, retardadores, plastificantes o modificadores de la mezcla.

Determinar la Relación Agua-Cemento (A/C):

- Calcular la relación agua-cemento (A/C) basada en los requerimientos de resistencia y durabilidad del proyecto. Una relación A/C más baja generalmente produce un concreto más resistente y duradero.

Diseñar la Proporción de Mezcla Inicial:



- Utilizar una tabla de diseño o software de diseño de mezcla para determinar las proporciones iniciales de los materiales (cemento, agregados y agua) para cumplir con la relación A/C y los requisitos de resistencia.

Realizar Pruebas de Laboratorio:

- Preparar muestras de la mezcla propuesta y realizar ensayos de laboratorio para evaluar sus propiedades, como resistencia a la compresión, trabajabilidad, durabilidad y densidad.

Ajustar la Mezcla:

- Si los resultados de los ensayos no cumplen con los requisitos, ajustar la mezcla modificando las proporciones de los materiales o considerando la adición de aditivos para mejorar el desempeño.

Validar y Verificar:

- Realizar pruebas adicionales para validar la mezcla ajustada y verificar que cumple con los requisitos del proyecto.

Documentar el Diseño de la Mezcla:

- Registrar y documentar todas las proporciones de los materiales, la relación A/C, los resultados de los ensayos y cualquier otro detalle relevante.

Preparar y Controlar la Mezcla en el Campo:

- Una vez que se haya finalizado el diseño de la mezcla, asegurarse de que la mezcla se prepare y controle adecuadamente en el sitio de construcción, siguiendo las especificaciones y procedimientos recomendados.

Monitorear y Ajustar según sea necesario:

- Realizar un seguimiento de la calidad y el desempeño del concreto durante la construcción y realizar ajustes si es necesario para mantener la consistencia y cumplir con los estándares de calidad.



3.7.2. Control de calidad del concreto en estado fresco

El control de calidad del concreto en estado fresco es fundamental para garantizar que la mezcla esté correctamente preparada y tenga las propiedades necesarias antes de su colocación en la construcción. A continuación, se presentan los pasos para llevar a cabo un control de calidad del concreto en estado fresco de manera efectiva:

1. Selección de Materiales:

- Asegurarse de que los materiales, como el cemento, los agregados, el agua y los aditivos, cumplan con las especificaciones y normativas aplicables. Verificar la calidad y la procedencia de los materiales.

2. Diseño de la Mezcla:

- Realizar un diseño de mezcla adecuado teniendo en cuenta los requisitos del proyecto, como resistencia, trabajabilidad y durabilidad. Determinar la relación agua-cemento (A/C) y las proporciones de los materiales.

3. Preparación de Materiales:

- Medir y pesar con precisión los materiales según las proporciones establecidas en el diseño de la mezcla. Asegurarse de que los agregados estén limpios y libres de impurezas.

4. Dosificación del Agua:

- Dosificar el agua de acuerdo con la relación A/C especificada en el diseño de la mezcla. Evitar el exceso de agua, ya que puede afectar negativamente la resistencia y la trabajabilidad.

5. Mezclado:

- Mezclar los materiales en un mezclador adecuado para garantizar una distribución uniforme de los componentes. El tiempo y la velocidad de mezclado son importantes para lograr una mezcla homogénea.

6. Trabajabilidad:



- Evaluar la trabajabilidad del concreto fresco mediante ensayos, como el cono de Abrams o el ensayo de asentamiento, para asegurarse de que cumple con los requisitos del proyecto y se pueda colocar y compactar fácilmente.

7. Muestreo:

- Tomar muestras representativas del concreto fresco en diferentes momentos durante la colocación. Esto permite realizar pruebas y ensayos de control de calidad en el laboratorio.

8. Ensayos de Control de Calidad:

- Realizar ensayos en el laboratorio para verificar la resistencia, la densidad, la consistencia y otras propiedades del concreto fresco de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

9. Control de Temperatura y Tiempo de Traslado:

- Monitorear y controlar la temperatura del concreto fresco para evitar la pérdida prematura de humedad o la segregación. También, controlar el tiempo de traslado desde la planta de mezclado hasta el lugar de colocación.

10. Colocación y Compactación:

- Colocar el concreto en los encofrados o moldes de manera uniforme y compactarlo adecuadamente para eliminar bolsas de aire y garantizar una distribución homogénea.

11. Curado:

- Aplicar un proceso de curado adecuado para mantener la humedad y la temperatura del concreto fresco durante el período inicial de endurecimiento. Esto promueve la resistencia y la durabilidad.

12. Inspección Continua:

- Realizar inspecciones continuas durante todo el proceso para identificar y abordar cualquier problema o defecto a medida que surjan.



13. Registro de Datos:

- Mantener registros detallados de los ensayos, las pruebas y los procedimientos de control de calidad para documentar la calidad del concreto en estado fresco.

3.7.3. Control de calidad del concreto en estado sólido

El control de calidad del concreto en estado sólido se enfoca en verificar y garantizar la calidad y las propiedades del concreto una vez que ha endurecido y está en su estado sólido. Esto implica evaluar características como resistencia, durabilidad, densidad, porosidad y otras propiedades mecánicas y físicas del concreto endurecido. A continuación, se presentan los pasos y las técnicas comunes para llevar a cabo el control de calidad del concreto en estado sólido:

- **Muestreo de especímenes:** Se toman muestras representativas del concreto endurecido en el lugar de construcción o en el sitio de interés. Estas muestras pueden ser núcleos cilíndricos, probetas cúbicas o prismas, dependiendo de los ensayos específicos que se realizarán.
- **Preparación de especímenes:** Los especímenes de concreto se preparan de acuerdo con las normativas y estándares aplicables. Esto puede incluir cortar núcleos o moldar probetas según las dimensiones requeridas.
- **Ensayos de resistencia a la compresión:** Los especímenes se someten a ensayos de resistencia a la compresión para determinar la resistencia del concreto endurecido. Estos ensayos se realizan en una prensa de compresión y los resultados se registran en unidades de fuerza (generalmente MPa o psi).
- **Ensayos de resistencia a la tracción:** Se pueden realizar ensayos de tracción en especímenes específicos para evaluar la resistencia a la tracción del concreto.

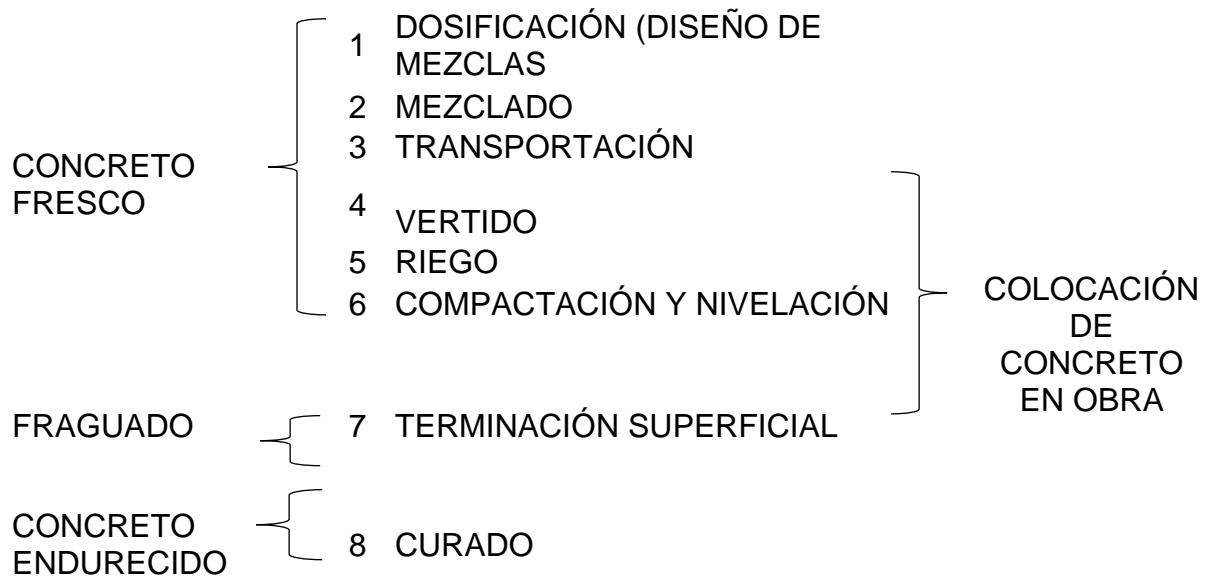


- Ensayos de densidad: Se mide la densidad del concreto mediante ensayos como el método del picnómetro de helio o el método de la densidad del agua. Esto proporciona información sobre la compactación del concreto.
- Ensayos de absorción de agua: Se sumergen los especímenes en agua y se mide la cantidad de agua que absorben con el tiempo. Esto evalúa la porosidad y la capacidad del concreto para resistir la penetración de agua.
- Ensayos de resistencia al desgaste: Se pueden realizar ensayos de resistencia al desgaste, como el ensayo de desgaste por abrasión Los Ángeles, para evaluar la durabilidad del concreto en aplicaciones sujetas a desgaste.
- Ensayos de resistencia química: Se pueden realizar ensayos para evaluar la resistencia química del concreto a ataques de sustancias corrosivas como sulfatos o ácidos.
- Evaluación visual: Se inspecciona visualmente el concreto endurecido para identificar fisuras, defectos superficiales, desprendimientos, eflorescencias u otras anomalías.
- Documentación y registro de resultados: Se registran y documentan los resultados de todos los ensayos y evaluaciones realizados. Estos registros son esenciales para el control de calidad y la documentación de la conformidad con las especificaciones.
- Análisis de resultados: Se analizan los resultados de los ensayos para determinar si el concreto cumple con los requisitos de diseño y las especificaciones del proyecto. Si se detectan problemas, se pueden tomar medidas correctivas según sea necesario.
- Informe de control de calidad: Se genera un informe de control de calidad que resume los resultados de los ensayos y las evaluaciones, destacando

cualquier desviación con respecto a las especificaciones y recomendando acciones correctivas si es necesario.

Figura 4

Proceso productivo del concreto fresco y endurecido



Nota: (Abanto Castillo , 2017)

agregado (NTP 400.017, 2011)

3.7.4. Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregado cantera isla

Consideración de diseño

El concreto tendrá características normales, sin que sea expuesto a Intemperismo ni sustancias químicas

$F'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$

El promedio será de 294 kg/cm^2

Se describen los pasos para el diseño de mezclas:

- El asentamiento: 3" a 4" 76.2 mm. A 101.6 mm.).



- el agregado proveniente de cantera local (isla): 1" (25.4 mm)
- Agua proveniente de pozo para un total de: 193 Lt/m³
- concreto normal contenido de aire atrapado de: 1.5 %
- elección de la relación agua cemento, entonces la relación agua/cemento (a/c) será de: 0.55
- factor cemento: cemento será de: $(193 \text{ Lt/m}^3) / (0.55) = 351 \text{ kg/m}^3$.
- Teniendo en cuenta el módulo de finura del árido fino, que es igual a 3,35, el peso específico del árido grueso compactado, que es igual a 1622 kg/m³, y un árido grueso con un tamaño nominal máximo de 1", el resultado es de 0,615 m³ de árido grueso por cada m³ de hormigón.

el peso seco del agregado grueso será de: $(0.6152) * (1622) = 998 \text{ kg/m}^3$.

8.- cálculo de volúmenes absolutos:

- Agua = 0.193
- Cemento = 0.122
- AG = 0.385
- Aire atrapado = 0.015
- Sub total = 0.715

Contenido de agregado fino

El peso requerido de arena seca será de:

$$(1.000 - 0.715) = 0.285 \text{ m}^3$$

$$(0.2.85) * (2.60) * 1000 = 742 \text{ kg/m}^3$$

9.- corrección por humedad de los agregados:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (998) * (1.030518) = 1029 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (742) * (1.0471) = 777 \text{ Kg}$$

10.- ajuste de adición del agua en mezclado:

$$193 - 998 * (3.05 - 1.97)/100 - 742 (4.71 - 3.10)/100 = 170$$



Finalmente, la dosificación es como sigue:

Dosificación por peso:

- Cemento portland tipo I : 42.50 kg
- Agregado fino húmedo : 94.13 kg
- Agregado grueso húmedo : 124.57kg
- Agua efectiva : 22.63 kg
- Dosificación por tandas
- Para mezcladora de 9 pies³
- 1.0 bolsa de cemento: Redondeo
- 2.07 p³ de Arena 2.1 p³ de Arena
- 2.86 p³ de Grava 2.9 p³ de Grava
- 21 Lt de Agua 21 Lt de Agua
- Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.
- Se recomienda lavar la arena fina por tener un pasante de la malla n° 200 de 7.30% de acuerdo a norma lo permitido es 3%

3.7.5. Producción de probetas de concreto

La producción de testigos de concreto, también conocidos como cilindros de prueba o probetas, es un procedimiento estándar en la industria de la construcción para evaluar la calidad del concreto. Aquí se describe el proceso general:

- Preparación del Molde: Se utilizan moldes cilíndricos metálicos que cumplen con especificaciones estándar en términos de diámetro y altura. Los moldes deben estar limpios y libres de deformaciones o residuos.



- Mezclado del Concreto: Se prepara una mezcla de concreto siguiendo la dosificación especificada para el proyecto. Se debe asegurar una mezcla homogénea de cemento, agregados, agua y aditivos si se requieren.
- Llenado del Molde: El concreto se coloca en los moldes en capas, típicamente tres capas para cilindros estándar. Cada capa se compacta adecuadamente, usualmente con una varilla o mediante vibración, para eliminar bolsas de aire y asegurar una consolidación completa.
- Curado Inicial: Después del llenado, los testigos se cubren para evitar la pérdida de humedad y se dejan en un ambiente controlado para que comiencen el proceso de curado.
- Desmoldeo: Los testigos se desmoldan después de un período de curado inicial, que puede ser de 24 horas o cuando el concreto haya alcanzado una resistencia suficiente para manipular sin dañar la muestra.
- Curado Final: Los cilindros se sumergen en agua a una temperatura controlada (generalmente alrededor de 23°C) durante un período de tiempo especificado, que puede ser hasta 28 días, dependiendo del estándar de prueba que se esté siguiendo.
- Ensayo de Compresión: Finalmente, los cilindros se someten a un ensayo de compresión en una prensa especializada para determinar la resistencia del concreto. Este ensayo se lleva a cabo a intervalos específicos, típicamente a 7, 14 y 28 días.

3.7.6. Compactación

La compactación de testigos de concreto, que son cilindros o cubos utilizados para ensayos de compresión, es un paso crítico para garantizar que las muestras representen adecuadamente el concreto que será utilizado en la obra.

Aquí se describe el proceso estándar de compactación:



- Llenado por Capas: Los testigos se llenan en varias capas; para cilindros, comúnmente se utilizan tres capas. Cada capa se llena hasta aproximadamente un tercio de la altura del molde.
- Compactación: Cada capa de concreto se compacta para eliminar los vacíos y bolsas de aire. Esto se puede hacer manualmente con una varilla de compactación, golpeando la varilla en el concreto en un patrón uniforme y con una cantidad estándar de golpes por capa, o mediante el uso de una mesa vibratoria.
- Enrasado: Una vez que todas las capas han sido compactadas, la superficie superior del testigo se enrasa con una regla o una espátula para asegurar que esté nivelada y lisa.
- Curado: Después de la compactación, los testigos se deben curar en condiciones de humedad controlada para permitir que el concreto desarrolle su resistencia adecuadamente. Esto implica cubrir los testigos con un material impermeable o sumergirlos en agua.

3.7.7. Alcance y campo de aplicación

- Se utilizarán para ofrecer una base para el control de calidad del hormigón, así como el fiel cumplimiento de las especificaciones y el control tanto del hormigón fresco como del endurecido.

3.7.8. Compactación del concreto

La compactación del concreto es un proceso fundamental en la construcción que consiste en reducir el espacio de aire dentro de la mezcla fresca de concreto para eliminar las bolsas de aire y lograr una distribución uniforme de los materiales. La compactación es esencial para asegurar que el concreto tenga la resistencia y la durabilidad requeridas, así como para prevenir la formación de fisuras y defectos. Aquí tienes información sobre la compactación del concreto:



Métodos de Compactación:

- **Vibración:** El método más común para compactar el concreto es mediante el uso de vibradores de concreto. Estos vibradores generan vibraciones de alta frecuencia que se introducen en la mezcla de concreto para eliminar las bolsas de aire y asentar los materiales. Los vibradores de concreto pueden ser internos (sumergidos en la mezcla) o externos (aplicados en la superficie).
- **Compactación con Rodillo:** En aplicaciones de concreto como pavimentación de carreteras o suelos industriales, se puede utilizar un rodillo de compactación para consolidar la mezcla. El rodillo aplica presión y vibración para lograr una compactación uniforme.
- **Compactación Manual:** En áreas de difícil acceso o en pequeños proyectos, la compactación manual con pisones o vibradores portátiles puede ser necesaria. Esto implica trabajar la mezcla de concreto con herramientas manuales para eliminar las burbujas de aire.

3.7.8.1. *Consideraciones Importantes:*

- **Trabajabilidad:** La mezcla de concreto debe tener la trabajabilidad adecuada para facilitar la compactación. Una mezcla demasiado seca puede dificultar la compactación, mientras que una mezcla excesivamente húmeda puede dar lugar a la segregación de los agregados.
- **Secuencia de Compactación:** La compactación se realiza generalmente en capas sucesivas cuando se vierte el concreto en un encofrado. Cada capa se compacta antes de verter la siguiente. Esto ayuda a asegurar que el concreto esté bien consolidado en todo su espesor.
- **Tiempo de Compactación:** El tiempo de vibración o compactación depende del tipo de mezcla y las condiciones ambientales. Se requiere suficiente



tiempo para eliminar eficazmente las burbujas de aire y asentar los agregados.

- Control de Fisuración: La compactación adecuada es esencial para reducir la formación de fisuras y grietas en el concreto. La vibración uniforme ayuda a minimizar las tensiones internas.
- Pruebas de Control de Calidad: Se pueden realizar ensayos de asentamiento o slump tests para evaluar la trabajabilidad del concreto antes de la compactación y asegurarse de que se ajuste a los requisitos de diseño.

3.7.9. Verificación de prueba a la resistencia de probetas de concreto

La verificación de la resistencia de los testigos de concreto es un proceso crítico para asegurar que el concreto utilizado en la construcción cumpla con las especificaciones de diseño. Aquí se describe cómo se realiza generalmente esta verificación:

- Acondicionamiento: Los testigos se deben llevar a condiciones de laboratorio estándar (generalmente 23°C y 50% de humedad relativa) durante al menos 24 horas antes de la prueba.
- Preparación de la Superficie: Las superficies de los testigos deben ser planas y perpendiculares a los ejes del cilindro. Si no lo son, se deben nivelar, usualmente por medio de rectificado o capas de mortero de azufre o yeso, para garantizar una distribución uniforme de la carga durante la prueba.
- Ensayo de Compresión: Los testigos se colocan en una prensa de compresión, y se aplica una carga axialmente al espécimen a una velocidad constante hasta que el testigo falle. La máxima carga aplicada es registrada.
- Cálculo de la Resistencia: La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área de la sección transversal del testigo.



Los resultados se expresan en megapascales (MPa) o en libras por pulgada cuadrada (psi).

- Evaluación de Resultados: Los resultados se comparan con las especificaciones del proyecto. Si los testigos no alcanzan la resistencia requerida, se deben investigar las posibles causas y, si es necesario, tomar medidas correctivas en la construcción.



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este apartado presenta los resultados del estudio. En la etapa inicial de la investigación se recolectaron los datos preliminares, se delimitó el área de estudio y se planificaron las actividades posteriores. Durante la fase de campo, se obtuvieron muestras de agregados y materiales reciclados, como latas. En el laboratorio, se realizó el diseño de las mezclas, definiendo las proporciones de los materiales para llevar a cabo los ensayos de asentamiento y resistencia del concreto. Finalmente, se analizaron e interpretaron los resultados obtenidos, tomando como referencia los certificados de control de calidad, lo cual permitió establecer las conclusiones finales del estudio.

4.1.1. Diseño de mezclas de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$

NORMAS: ACI 211.1-74 ACI 211.1-81

La resistencia a la compresión requerida para el concreto es de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días, por lo que la resistencia promedio estimada es de $F'cr = 294 \text{ Kg/cm}^2$.

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

En cuanto al agregado grueso, se utilizará el único material disponible que cumple con los requisitos de calidad y viabilidad económica, el cual está especificado con un diámetro máximo nominal de 3/4" (19.05 mm).



Además, se han realizado pruebas de laboratorio previas para los agregados, evaluando las características físicas de los materiales.

Tabla 3

Características físicas Resultados de laboratorio

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.5	2.53
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1520	1614
P.U. Suelto	1403	1513
% de Absorción	1.97	2.9
% de Humedad Natural	1.2	6.45
Módulo de Fineza	-	2.5

Los cálculos se presentan de manera esquemática:

1. El asentamiento especificado es de 3" a 4" (76.2 mm a 101.6 mm).
2. Se utilizará el agregado disponible localmente, con un diámetro nominal de 3/4" (19.05 mm).
3. Aunque no se incorporará aire intencionalmente, debido a la exposición a intemperismo severo, se estima que la cantidad de agua de mezclado necesaria para lograr el asentamiento indicado será de 205 Lt/m³.
4. Dado que el concreto estará sometido a condiciones severas de intemperismo, se considera un contenido de aire atrapado de aproximadamente 2.0%.
5. Al no existir riesgo de ataque por sulfatos, se establece una relación agua/cemento (a/c) de 0.558.
6. Con base en los datos de los puntos 3 y 4, el requerimiento de cemento será:
$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.558) = 367 \text{ kg/m}^3.$$

Considerando un módulo de fineza del agregado fino de 2.50, un peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1520 kg/m³, y un tamaño máximo



nominal del agregado grueso de 3/4" (19.05 mm), se recomienda utilizar 0.650 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por lo tanto, el peso seco del agregado grueso será:

$$(0.6497) \times (1520) = 987 \text{ kg/m}^3.$$

Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, el volumen restante en un m³ de concreto será ocupado por arena y aire atrapado. La cantidad de arena se determina en función del volumen absoluto, como se indica a continuación:

$$\text{Volumen absoluto de agua} = 0.205 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen absoluto de cemento} = 0.128 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen absoluto de agregado grueso} = 0.394 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen de aire atrapado} = 0.020 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen subtotal} = 0.747 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen absoluto de arena} = 1.000 - 0.747 = 0.253 \text{ m}^3.$$

Por lo tanto, el peso requerido de arena seca será:

$$639 \text{ kg/m}^3.$$

Dosificación

Tabla 4

Dosificación del concreto patrón

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	367.00	1.00	367.00	1.00
Agua	205.00	0.56	190.00	0.52
Agreg. Grueso	987.00	2.69	999.00	2.72
Agreg. Fino	639.00	1.74	681.00	1.85
Aire	0.02		0.02	

Nota: Resultados de laboratorio



8.64 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

- Cemento: 42.50 Kg.
- Agregado fino húmedo: 78.75 Kg.
- Agregado grueso húmedo: 115.60 Kg.
- Agua efectiva: 21.97 Kg.

DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
1.84 p ³ de Arena	1.8 p ³ de Arena
2.91 p ³ de Grava	2.9 p ³ de Grava
22 Lt de	Agua 22 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se sugiere que la dosificación de la arena y la grava se realice por separado, tal como se detalla en el apartado de DOSIFICACIÓN POR TANDAS.

En este capítulo se exponen las conclusiones derivadas del estudio, resaltando que la recolección de los datos iniciales se realizó en la fase preliminar de la investigación, durante la cual se delimitó la zona de estudio y se trazó la planificación de las actividades siguientes. En la fase de campo, se procedió a la obtención de muestras de agregados, así como de materiales reciclados, entre ellos latas. Posteriormente, en la fase de laboratorio, se llevó a cabo el diseño de las mezclas, en el que se establecieron las proporciones exactas de los materiales necesarios para ejecutar los ensayos correspondientes a la evaluación del asentamiento y la resistencia a la compresión del concreto. Finalmente, se efectuaron el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos, apoyándose en los certificados de control de calidad para validar la consistencia y fiabilidad de las pruebas



realizadas. Este proceso integral permitió establecer conclusiones precisas sobre el comportamiento de las mezclas analizadas, brindando una visión clara y fundamentada sobre el rendimiento de los materiales empleados.

4.2. Resultados de resistencia a la compresión concreto patrón

4.2.1. Resistencia a la compresión a los 7 días

Tabla 5

Resultados de resistencias a los 14 días muestra patrón

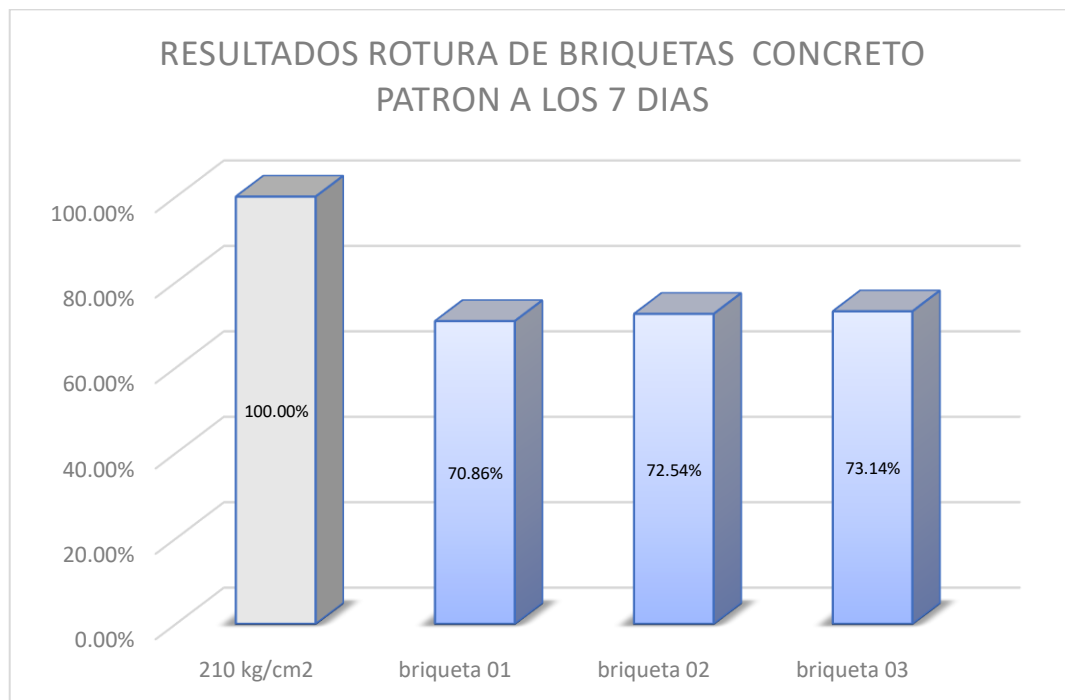
RESULTADOS ROTURA DE BRIQUETAS 7 días							
N°	Descripcion	Edad Días	Carga Kg	Ø Cm	Area Cm2	Esfuerzo De Rotura Kg/Cm2	% Resistencia alcanzada
1	Briqueta N° 1	7	26400.00	15.03	177.40	148.80	70.86%
2	Briqueta N° 2	7	26920.00	15.00	176.70	152.34	72.54%
3	Briqueta N° 3	7	27180.00	15.01	177.00	153.60	73.14%
Esfuerzo Promedio						151.58	72.18%

Nota: resultados de laboratorio

Los resultados obtenidos indican que el concreto patrón tiene una buena resistencia a los 7 días, con un esfuerzo de rotura promedio de 151.58 Kg/Cm², lo que corresponde al 72.18% de su resistencia final esperada. La consistencia en los resultados individuales de las briquetas sugiere una mezcla bien preparada y correctamente curada. Estos resultados son prometedores y alineados con las expectativas para concretos de buena calidad, proporcionando una base sólida para continuar con el proceso de curado y las evaluaciones posteriores a los 28 días.

Figura 5

Resultados de resistencias de muestra patrón a 7 días



Nota: resultados de laboratorio

El análisis detallado del gráfico que representa la resistencia del concreto a los 7 días revela que las tres briquetas lograron alcanzar un rango de entre el 70.86% y el 73.14% de la resistencia esperada de 210 Kg/cm². Los valores de esfuerzo de rotura obtenidos fluctuaron entre 148.80 Kg/cm² y 153.59 Kg/cm². Si bien estos resultados están por debajo del 100% de la resistencia objetivo a los 7 días, es importante señalar que es habitual que el concreto continúe desarrollando resistencia conforme avanza el tiempo de curado. La uniformidad de los resultados obtenidos sugiere que la mezcla fue realizada de manera adecuada, logrando una distribución homogénea de los componentes. Con un período de curado adicional, se proyecta que el concreto alcanzará la resistencia final deseada, cumpliendo con las especificaciones establecidas para este tipo de mezcla. Esta progresión de la resistencia reafirma la importancia de un curado adecuado y demuestra la efectividad de los procedimientos empleados en la preparación del concreto.



4.2.2. Resistencia a la compresión a los 14 días

Tabla 6

Resultados de resistencias a los 14 días muestra patrón

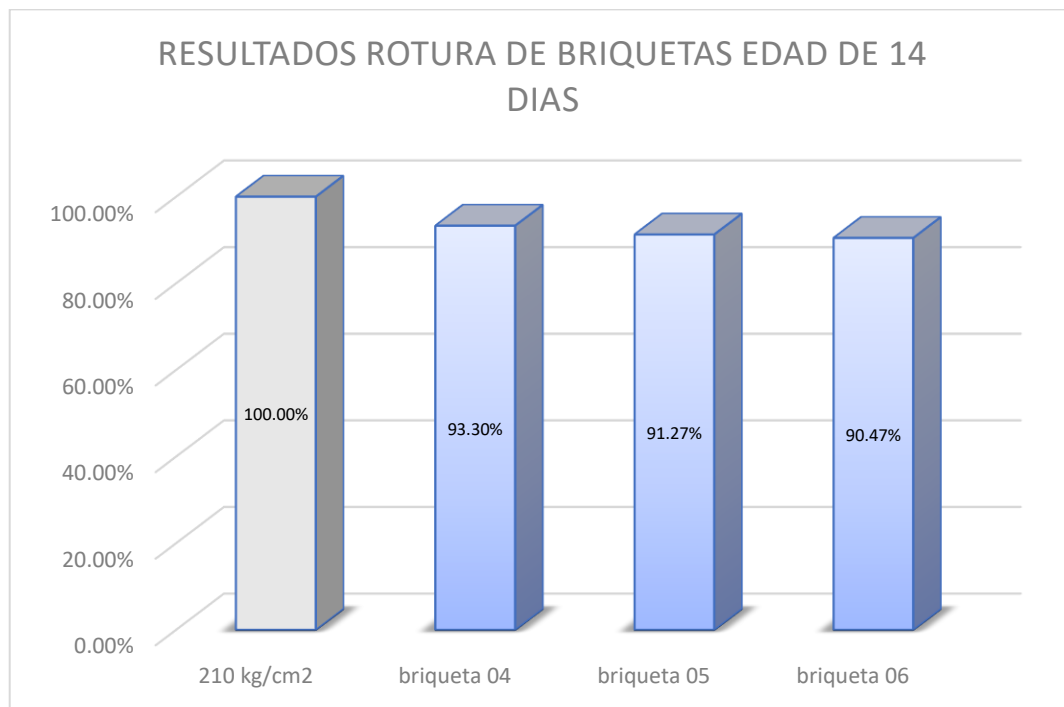
RESISTENCIA DE CONCRETO PATRÓN 14 DÍAS							
N°	Descripción	Edad Días	Carga Kg	Ø Cm	Área Cm2	Esfuerzo De Rotura Kg/Cm2	% Resistencia alcanzada
4	Briqueta N° 01	14	34760.00	15.03	177.40	195.92	93.30%
5	Briqueta N° 02	14	34050.00	15.04	177.70	191.66	91.27%
6	Briqueta N° 03	14	33440.00	14.97	176.00	189.99	90.47%
Esfuerzo Promedio						192.52	91.68%

Nota: resultados de laboratorio

El examen minucioso del gráfico que ilustra la resistencia del concreto a los 7 días muestra que las tres briquetas alcanzaron entre el 70.86% y el 73.14% de la resistencia proyectada, establecida en 210 Kg/cm². Los valores específicos de esfuerzo de rotura registrados oscilaron entre 148.80 Kg/cm² y 153.59 Kg/cm². Aunque estos valores no alcanzan el 100% de la resistencia objetivo en ese lapso, es importante destacar que es común que el concreto siga desarrollando resistencia a medida que continúa el proceso de curado. La consistencia observada en los resultados indica que la mezcla se ejecutó de manera correcta, garantizando una distribución uniforme de los materiales. Con un tiempo de curado extendido, se espera que el concreto logre la resistencia total prevista, conforme a las especificaciones técnicas para este tipo de mezcla. Este incremento gradual en la resistencia pone de relieve la relevancia de un curado adecuado y refuerza la confianza en los métodos empleados durante la preparación del concreto, lo cual es esencial para obtener un producto final que cumpla con los estándares de calidad y seguridad requeridos en la construcción.

Figura 6

Resultados de resistencias de muestra patrón a 14 días



Nota: resultados de laboratorio

El análisis del gráfico de resistencia del concreto patrón a los 14 días muestra que las briquetas alcanzaron entre el 90.47% y el 93.30% de la resistencia objetivo de 210 Kg/cm². La Briqueta N° 04 alcanzó la mayor resistencia con un 93.30%, seguida por la Briqueta N° 05 con un 91.27%, y la Briqueta N° 06 con un 90.47%. Estos resultados indican que el concreto ha desarrollado una resistencia considerablemente buena a los 14 días, acercándose al 100% de la resistencia esperada. La consistencia en los valores obtenidos sugiere un buen control de calidad en la mezcla y el proceso de curado, asegurando un rendimiento adecuado del concreto.



4.2.3. Resistencia a la compresión a los 28 días

Tabla 7

Resultados de resistencias a los 28 días muestra patrón

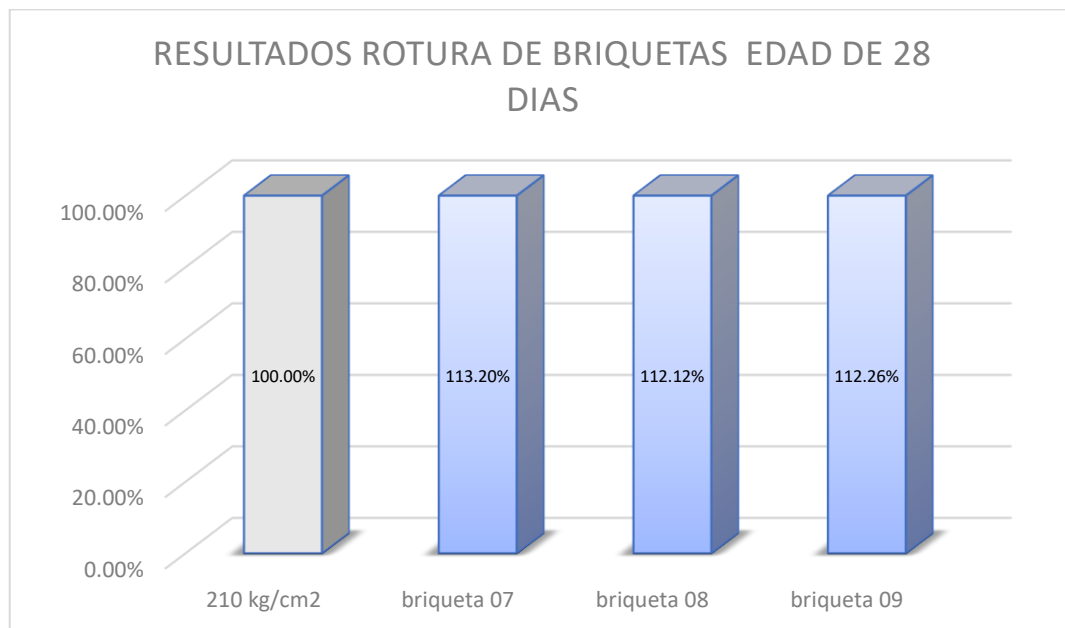
RESISTENCIA DE CONCRETO PATRÓN 28 DIAS							
N°	Descripcion	Edad Días	Carga Kg	Ø Cm	Area Cm2	Esfuerzo De Rotura Kg/Cm2	% Resistencia alcanzada
7	Briqueta N° 01	28	42120.00	15.02	177.20	237.71	113.20%
8	Briqueta N° 02	28	41830.00	15.04	177.70	235.45	112.12%
9	Briqueta N° 03	28	41660.00	15.00	176.70	235.75	112.26%
Esfuerzo Promedio						236.30	112.53%

Nota: resultados de laboratorio

El análisis de la resistencia del concreto patrón a los 28 días revela que las tres briquetas evaluadas superaron ampliamente la resistencia objetivo de 210 Kg/cm², alcanzando entre el 112.12% y el 113.20% de la resistencia prevista. La Briqueta N° 01 se destacó por obtener la mayor resistencia, con un valor de 237.71 Kg/cm², mientras que las Briquetas N° 02 y N° 03 alcanzaron resistencias de 235.45 Kg/cm² y 235.75 Kg/cm², respectivamente. El esfuerzo promedio obtenido fue de 236.30 Kg/cm², lo que representa el 112.53% de la resistencia establecida como objetivo, demostrando un desempeño superior al esperado. Estos resultados confirman que el concreto, tras 28 días de curado, desarrolló una resistencia considerablemente alta, reflejando la correcta preparación y ejecución de la mezcla. Este comportamiento resalta la calidad y el rendimiento óptimo del concreto, cumpliendo con los estándares necesarios para garantizar su durabilidad y fiabilidad en aplicaciones estructurales, asegurando que responde eficazmente a las exigencias de seguridad y estabilidad en obras de construcción.

Figura 7

Resultados de resistencias de muestra patrón a 28 días



Nota: resultados de laboratorio

El análisis del gráfico de resistencia del concreto patrón a los 28 días revela que las briquetas evaluadas superaron ampliamente la resistencia objetivo de 210 Kg/cm², alcanzando porcentajes que oscilan entre el 112.12% y el 113.20% de la resistencia esperada. La Briqueta N° 07 registró la mayor resistencia, logrando un 113.20%, mientras que la Briqueta N° 09 alcanzó un 112.26% y la Briqueta N° 08 un 112.12%. Estos resultados destacan que el concreto desarrolló una resistencia superior a lo anticipado, evidenciando su alta calidad y rendimiento tras el período de curado de 28 días. El esfuerzo promedio obtenido fue de 236.30 Kg/cm², lo que representa un 112.53% de la resistencia objetivo. Esta uniformidad en los valores alcanzados demuestra una consistencia en las propiedades del concreto, asegurando un comportamiento homogéneo y confiable, esencial para aplicaciones estructurales que requieren durabilidad y seguridad.

4.3. Resistencia a la compresión para el concreto con 2 % de viruta metálica reciclada

4.3.1. Resistencia a la Compresión del Concreto + 2% VIRUTA METÁLICA RECICLADA 7 días

Tabla 8

Resultados de resistencia del concreto + 2% viruta metálica reciclada a 7 días

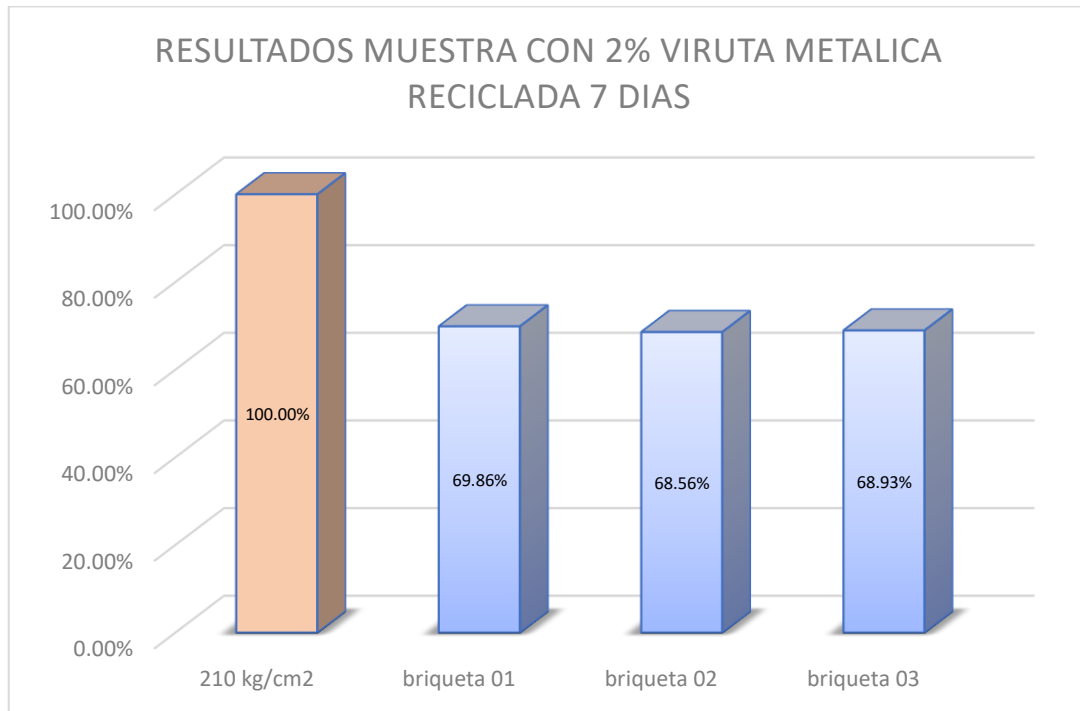
RESULTADOS MUESTRA CON 2% VIRUTA METÁLICA 7 DÍAS							
N°	Descripción	Edad Días	Carga Kg	Ø Cm	Área Cm ²	Esfuerzo De Rotura Kg/Cm ²	% Resistencia alcanzada
1	Briqueta N° 01	7	26030.00	15.03	177.40	146.71	69.86%
2	Briqueta N° 02	7	25410.00	14.99	176.50	143.98	68.56%
3	Briqueta N° 03	7	25510.00	14.98	176.20	144.75	68.93%
Esfuerzo Promedio						145.15	69.12%

Nota: resultados de laboratorio

Los resultados obtenidos muestran que el concreto con un 2% de viruta metálica presenta una resistencia favorable a los 7 días, alcanzando un esfuerzo de rotura promedio de 145.15 Kg/Cm², lo que equivale al 69.12% de la resistencia final proyectada. La uniformidad observada en los valores individuales de las briquetas sugiere que la mezcla fue elaborada con precisión y sometida a un proceso de curado adecuado. Aunque se registra una leve disminución en la resistencia en comparación con el concreto patrón, el rendimiento del concreto con adición de viruta metálica continúa siendo alentador. Se prevé que este tipo de concreto aumente su resistencia conforme avance el período de curado. Estos hallazgos son prometedores y respaldan la viabilidad del uso de viruta metálica reciclada en mezclas de concreto, ofreciendo una alternativa sostenible con un comportamiento estructural aceptable.

Figura 8

resistencia del concreto + 2% viruta metálica reciclada a 7 días



Nota: resultados de laboratorio

El análisis del gráfico de los resultados de resistencia del concreto con un 2% de grapas metálicas a los 7 días muestra que las briquetas alcanzaron entre el 68.56% y el 69.86% de la resistencia objetivo de 210 Kg/cm². La Briqueta N° 01 presentó la mayor resistencia con 146.71 Kg/cm² (69.86%), seguida por la Briqueta N° 03 con 144.75 Kg/cm² (68.93%) y la Briqueta N° 02 con 143.98 Kg/cm² (68.56%). El esfuerzo promedio de rotura fue de 145.15 Kg/cm², representando el 69.12% de la resistencia esperada. Estos resultados indican que la adición de un 2% de grapas metálicas mejora la resistencia del concreto de manera significativa a los 7 días, aunque aún está por debajo del 100% de la resistencia objetivo, sugiriendo la necesidad de más tiempo de curado para alcanzar su plena resistencia. La consistencia en los valores obtenidos refleja un buen control de calidad en la mezcla y el proceso de curado del concreto.



4.3.2. Resistencia a la Compresión del Concreto + 2% viruta metálica reciclada 14 días

Tabla 9

Resultados de resistencia del concreto + 2% viruta metálica reciclada a 14 días

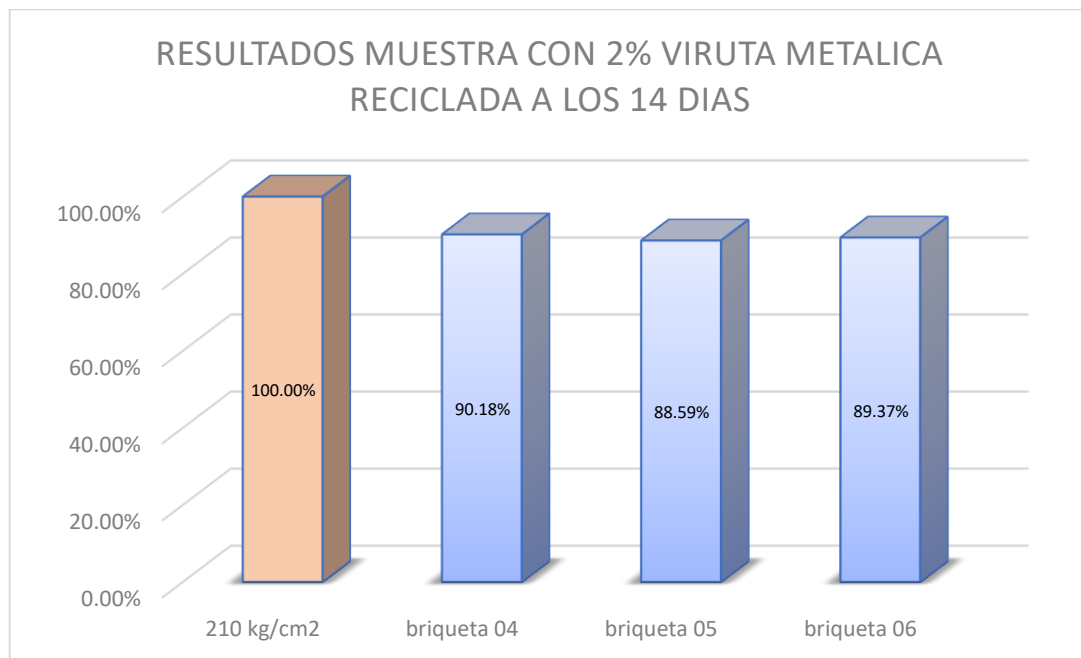
RESULTADOS MUESTRA CON 2% VIRUTA METÁLICA RECICLADA 14 DIAS							
N°	Descripcion	Edad Días	Carga Kg	Ø Cm	Area Cm2	Esfuerzo De Rotura Kg/Cm2	% Resistencia alcanzada
4	Briqueta N° 04	14	33600.00	15.03	189.38	189.38	90.18%
5	Briqueta N° 05	14	32920.00	15.01	186.04	186.04	88.59%
6	Briqueta N° 06	14	33120.00	14.99	197.67	187.67	89.37%
Esfuerzo Promedio						187.70	89.38%

Nota: resultados de laboratorio

Los resultados indican que el concreto con 2% de viruta metálica reciclada tiene una resistencia notablemente alta a los 14 días, con un esfuerzo de rotura promedio de 187.70 Kg/Cm² y un 89.38% de la resistencia final esperada. La consistencia en los resultados individuales de las briquetas sugiere una mezcla bien preparada y correctamente curada. La adición de viruta metálica reciclada parece mejorar significativamente la resistencia del concreto, haciendo de esta una opción viable para aplicaciones donde se requiera una mayor resistencia y durabilidad. Estos resultados son alentadores y sugieren que el uso de viruta metálica reciclada puede ser una estrategia efectiva para mejorar las propiedades del concreto.

Figura 9

resistencia del concreto + 2% grapas metálicas a 14 días



Nota: resultados de laboratorio

En promedio, las briquetas alcanzaron una resistencia de 187.70 Kg/cm², lo que representa un 89.38% de la resistencia objetivo de 210 Kg/cm². Estos resultados indican que el concreto con 2% de viruta metálica reciclada tiene una resistencia significativa y consistente a los 14 días, aunque todavía no alcanza la resistencia completa de 210 Kg/cm². Sin embargo, el concreto continúa desarrollando resistencia con el tiempo, y estos valores iniciales son prometedores para aplicaciones prácticas. La adición de viruta metálica reciclada parece mejorar las propiedades del concreto, proporcionando una solución viable y sostenible para la construcción.



4.3.1. Resistencia a la Compresión del Concreto + 2% Viruta Metálica Reciclada 28 días

Tabla 10

Resultados de resistencia del concreto + 2% viruta metálica reciclada a 28 días

RESULTADOS MUESTRA CON 2% VIRUTA METÁLICA RECICLADA 28 DÍAS							
N°	Descripción	Edad Días	Carga Kg	Ø Cm	Área Cm ²	Esfuerzo De Rotura Kg/Cm ²	% Resistencia alcanzada
7	Briqueta N° 07 Cemento Rumi	28	40060.00	15.02	177.20	226.08	107.66%
8	Briqueta N° 08	28	41100.00	15.03	177.40	231.65	110.31%
9	Briqueta N° 09	28	40360.00	14.98	176.20	229.01	109.05%
Esfuerzo Promedio						228.91	109.01%

Nota: resultados de laboratorio

Esfuerzo de Rotura Promedio:

El esfuerzo promedio de rotura de las tres briquetas es de 228.91 Kg/Cm². Este valor representa la resistencia media que el concreto con adición de 2% de viruta metálica reciclada puede soportar a los 28 días de edad.

Variación en la Resistencia:

La resistencia individual de las briquetas varía ligeramente:

Briqueta N° 07: 226.08 Kg/Cm² (107.66% de la resistencia objetivo)

Briqueta N° 08: 231.65 Kg/Cm² (110.31% de la resistencia objetivo)

Briqueta N° 09: 229.01 Kg/Cm² (109.05% de la resistencia objetivo)

Estas variaciones son mínimas, lo que sugiere una buena consistencia en la mezcla y el proceso de curado del concreto con la adición de viruta metálica reciclada.

Porcentaje de Resistencia Alcanzada:

El porcentaje de resistencia alcanzada por las briquetas, en comparación con la resistencia final esperada del concreto, es en promedio de 109.01%. Esto indica que, a los 28 días, el concreto ha superado la resistencia objetivo de 210 Kg/Cm², demostrando un rendimiento excepcional.



Desempeño Individual:

La Briqueta N° 07 alcanzó el 107.66% de la resistencia esperada.

La Briqueta N° 08 alcanzó el 110.31%.

La Briqueta N° 09 alcanzó el 109.05%.

La ligera variación en los porcentajes muestra una excelente uniformidad en la mezcla y el curado del concreto, con todas las briquetas logrando resultados superiores a la resistencia objetivo.

Comparación con el Concreto Patrón:

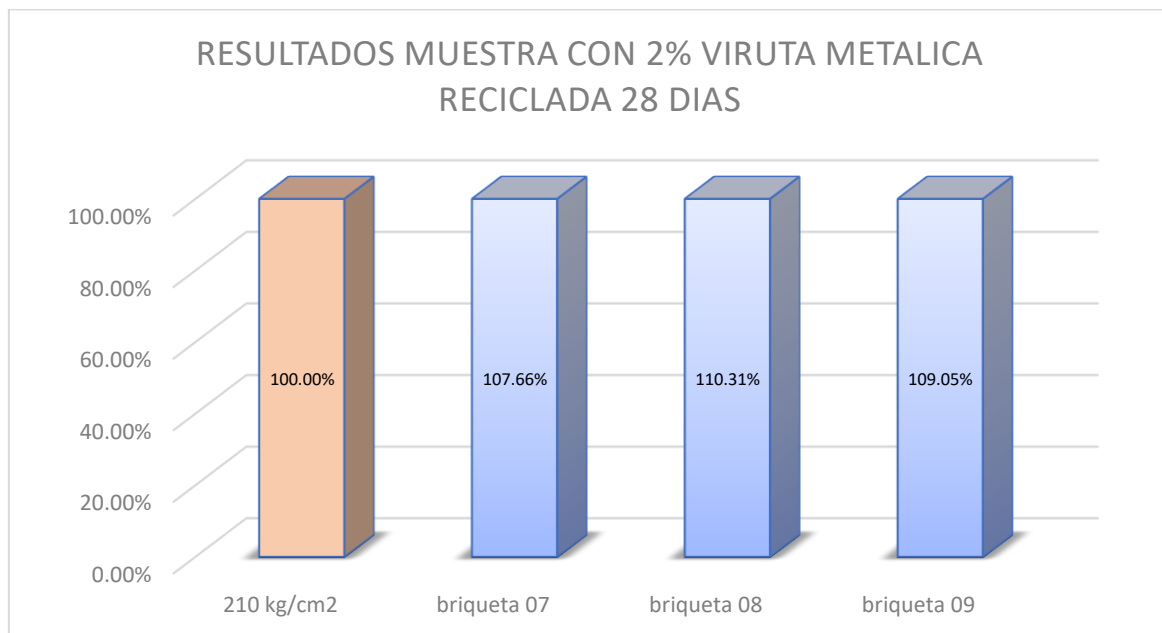
Comparado con los resultados a los 7 y 14 días, donde el concreto patrón alcanzó un esfuerzo promedio de rotura de 151.58 Kg/Cm² y un 72.18% de resistencia a los 7 días, y el concreto con 2% de viruta metálica reciclada mostró una mejora significativa a los 14 días con un esfuerzo promedio de 187.70 Kg/Cm² y un 89.38% de resistencia alcanzada, los resultados a los 28 días son notablemente superiores. La resistencia promedio de 228.91 Kg/Cm² y un 109.01% de resistencia alcanzada sugieren que la adición de viruta metálica reciclada ha contribuido significativamente a mejorar la resistencia del concreto a largo plazo.

Conclusión:

Los resultados indican que el concreto con 2% de viruta metálica reciclada tiene una resistencia excepcional a los 28 días, con un esfuerzo de rotura promedio de 228.91 Kg/Cm² y un 109.01% de la resistencia final esperada. La consistencia en los resultados individuales de las briquetas sugiere una mezcla bien preparada y correctamente curada. La adición de viruta metálica reciclada no solo mejora significativamente la resistencia del concreto, sino que también lo hace una opción viable y sostenible para aplicaciones donde se requiere una mayor resistencia y durabilidad. Estos resultados son extremadamente alentadores y respaldan el uso de viruta metálica reciclada como aditivo en mezclas de concreto.

Figura 10

resistencia del concreto + 2% grapas metálicas a 28 días



Nota: resultados de laboratorio

El análisis de los resultados para la muestra de concreto con 2% de viruta metálica reciclada a los 28 días muestra un comportamiento positivo en términos de resistencia. El valor objetivo de resistencia era de 210 Kg/cm² (100%), pero las briquetas evaluadas superaron esta meta en distintos grados. La Briqueta N° 08 destaca como la que alcanzó la mayor resistencia, con un 110.31% respecto al valor objetivo, lo que corresponde aproximadamente a 231.65 Kg/cm². Le sigue la Briqueta N° 09 con un 109.05% (228.95 Kg/cm²) y la Briqueta N° 07 con un 107.66% (226.10 Kg/cm²).

Estos resultados indican que la adición del 2% de viruta metálica reciclada contribuye a una mejora significativa en la resistencia del concreto, lo que sugiere un desempeño favorable para aplicaciones estructurales. La Briqueta N° 08, en particular, muestra la mejor resistencia, superando la meta en más de un 10%, lo que evidencia que la mezcla con viruta metálica reciclada puede ofrecer beneficios adicionales en términos de durabilidad y capacidad de carga. Estos hallazgos son prometedores para considerar el uso de este material reciclado en proyectos de construcción.



4.4. Resistencia a la compresión para el concreto con 4 % de viruta metaliza reciclada

4.4.1. Resistencia a la Compresión del Concreto + 4% viruta metaliza reciclada 7 días

Tabla 11

Resultados de resistencia del concreto + 4% viruta metálica reciclada a 7 días

RESULTADOS 7 DÍAS - MUESTRA CON 4% VIRUTA METÁLICA RECICLADA							
N°	Descripción	Edad Días	Carga Kg	Ø Cm	Area Cm2	Esfuerzo De Rotura Kg/Cm2	% Resistencia alcanzada
1	Briqueta N° 01	7	25170.00	14.98	176.20	142.82	68.01%
2	Briqueta N° 02	7	24560.00	14.99	176.50	139.17	66.27%
3	Briqueta N° 03	7	24900.00	15.02	177.20	140.53	66.92%
Esfuerzo Promedio						140.84	67.07%

Nota: resultados de laboratorio

Análisis de Resultados:

Esfuerzo de Rotura Promedio:

El esfuerzo promedio de rotura de las tres briquetas es de 140.84 Kg/Cm². Este valor representa la resistencia media que el concreto con adición de 4% de viruta metálica reciclada puede soportar a los 7 días de edad.

Variación en la Resistencia:

La resistencia individual de las briquetas varía ligeramente:

Briqueta N° 01: 142.82 Kg/Cm² (68.01% de la resistencia objetivo)

Briqueta N° 02: 139.17 Kg/Cm² (66.27% de la resistencia objetivo)

Briqueta N° 03: 140.53 Kg/Cm² (66.92% de la resistencia objetivo)

Estas variaciones son mínimas, lo que sugiere una buena consistencia en la mezcla y el proceso de curado del concreto con la adición de viruta metálica reciclada.



Porcentaje de Resistencia Alcanzada:

El porcentaje de resistencia alcanzada por las briquetas, en comparación con la resistencia final esperada del concreto (210 Kg/Cm^2), es en promedio de 67.07%. Esto indica que, a los 7 días, el concreto ha desarrollado alrededor del 67% de su resistencia total esperada, lo cual es un comportamiento típico para concretos en etapas iniciales de curado.

Desempeño Individual:

La Briqueta N° 01 alcanzó el 68.01% de la resistencia esperada.

La Briqueta N° 02 alcanzó el 66.27%.

La Briqueta N° 03 alcanzó el 66.92%.

La ligera variación en los porcentajes muestra una buena uniformidad en la mezcla y el curado del concreto, con todas las briquetas logrando resultados bastante consistentes.

Comparación con el Concreto Patrón a los 7 Días:

Comparado con los resultados del concreto patrón que alcanzó un esfuerzo promedio de rotura de 151.58 Kg/Cm^2 y un 72.18% de resistencia a los 7 días, el concreto con 4% de viruta metálica reciclada muestra una ligera disminución en la resistencia a los 7 días. Sin embargo, es importante considerar que el concreto continuará ganando resistencia con el tiempo, y es posible que los resultados a los 28 días sean más representativos del impacto de la viruta metálica reciclada en la resistencia del concreto.

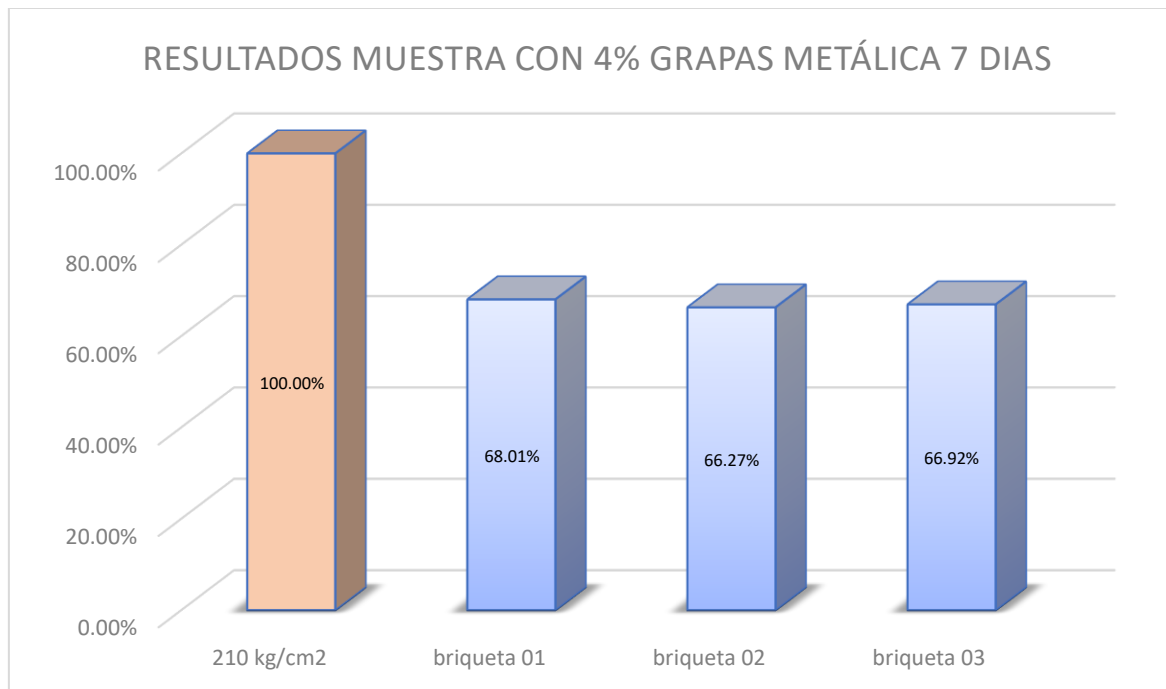
Conclusión:

Los resultados indican que el concreto con 4% de viruta metálica reciclada tiene una resistencia moderada a los 7 días, con un esfuerzo de rotura promedio de 140.84 Kg/Cm^2 y un 67.07% de la resistencia final esperada. La consistencia en los resultados individuales de las briquetas sugiere una mezcla bien preparada y correctamente curada. Aunque los valores iniciales son un poco inferiores a los del concreto patrón, es probable que el concreto continúe desarrollando resistencia con el tiempo, y la adición de viruta

metálica reciclada podría ofrecer beneficios adicionales en términos de sostenibilidad y durabilidad a largo plazo.

Figura 11

Resistencia del concreto + 4% viruta metálica reciclada a 7 días



Nota: resultados de laboratorio

Los resultados indican que el concreto con 4% de grapas metálicas tiene una resistencia moderada a los 7 días, con un esfuerzo de rotura promedio de 140.84 Kg/cm² y un 67.07% de la resistencia final esperada. La consistencia en los resultados individuales de las briquetas sugiere una mezcla bien preparada y correctamente curada. Aunque los valores iniciales son un poco inferiores a los del concreto patrón, es probable que el concreto continúe desarrollando resistencia con el tiempo. La adición de grapas metálicas podría ofrecer beneficios adicionales en términos de sostenibilidad y durabilidad a largo plazo.



4.4.2. Resistencia a la Compresión del Concreto + 4% viruta metálica reciclada 14 días

Tabla 12

Resultados de resistencia del concreto + 4% viruta metálica reciclada a 14 días

RESULTADOS MUESTRA CON 4% VIRUTA METÁLICA RECICLADA 14 DÍAS							
N°	Descripción	Edad Días	Carga Kg	Ø Cm	Area Cm2	Esfuerzo De Rotura Kg/Cm2	% Resistencia alcanzada
4	Briqueta N° 04	14	31910.00	15.02	177.20	180.09	85.76%
5	Briqueta N° 05	14	32100.00	15.04	177.70	180.68	86.04%
6	Briqueta N° 06	14	32400.00	15.04	177.70	182.37	86.84%
Esfuerzo Promedio						181.05	86.21%

Nota: resultados de laboratorio

Análisis de Resultados:

Esfuerzo de Rotura Promedio:

El esfuerzo promedio de rotura de las tres briquetas es de 181.05 Kg/Cm², lo que representa un 86.21% de la resistencia objetivo de 210 Kg/Cm².

Variación en la Resistencia:

La resistencia individual de las briquetas varía ligeramente:

Briqueta N° 04: 180.09 Kg/Cm² (85.76% de la resistencia objetivo)

Briqueta N° 05: 180.68 Kg/Cm² (86.04%)

Briqueta N° 06: 182.37 Kg/Cm² (86.84%)

Estas variaciones son mínimas, lo que sugiere una buena consistencia en la mezcla y el proceso de curado del concreto con la adición de viruta metálica reciclada.

Porcentaje de Resistencia Alcanzada:



El porcentaje de resistencia alcanzada por las briquetas, en comparación con la resistencia final esperada del concreto (210 Kg/Cm^2), es en promedio de 86.21%. Esto indica que, a los 14 días, el concreto ha desarrollado una parte significativa de su resistencia total esperada, lo cual es un comportamiento esperado para concretos en etapas intermedias de curado.

Desempeño Individual:

La Biqueta N° 04 alcanzó el 85.76% de la resistencia esperada.

La Biqueta N° 05 alcanzó el 86.04%.

La Biqueta N° 06 alcanzó el 86.84%.

La ligera variación en los porcentajes muestra una buena uniformidad en la mezcla y el curado del concreto, con todas las briquetas logrando resultados bastante consistentes.

Comparación con el Concreto Patrón:

Comparado con los resultados del concreto patrón, la muestra con 4% de viruta metálica reciclada muestra una buena capacidad para alcanzar una resistencia significativa a los 14 días. Aunque no ha alcanzado el 100% de la resistencia objetivo, está muy cerca del valor esperado, lo que sugiere que el concreto con viruta metálica reciclada tiene un buen desempeño.

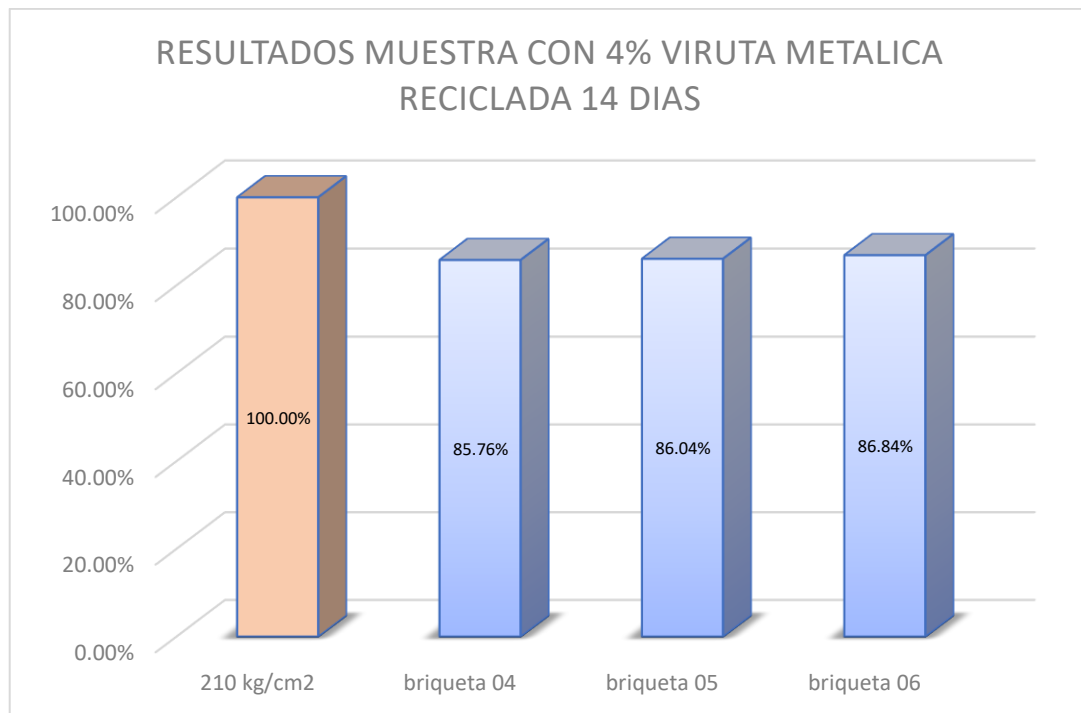
Conclusión:

Los resultados obtenidos demuestran que el concreto con un 4% de viruta metálica reciclada presenta una resistencia notable a los 14 días de curado, alcanzando un esfuerzo de rotura promedio de 181.05 Kg/cm^2 , lo que corresponde al 86.21% de la resistencia final proyectada. La uniformidad en los valores individuales de las briquetas sugiere que la mezcla fue realizada de manera precisa y que el proceso de curado se llevó a cabo correctamente. Este comportamiento consistente es un indicio positivo de que el concreto continuará ganando resistencia con el paso del tiempo. Además, la incorporación de viruta metálica reciclada no solo muestra un desempeño adecuado en términos de resistencia, sino que también podría ofrecer ventajas adicionales relacionadas con la sostenibilidad y

la durabilidad a largo plazo. Estos resultados respaldan el potencial de utilizar materiales reciclados en la elaboración de concreto, brindando una alternativa viable para mejorar la eficiencia y la vida útil de las estructuras sin comprometer su calidad estructural.

Figura 12

Resistencia del concreto + 4% viruta metálica reciclada a 14 días



Nota: resultados de laboratorio

Resumen de Resultados:

El gráfico presenta los resultados de resistencia a la compresión del concreto con la adición del 4% de viruta metálica reciclada a los 14 días, comparados con la resistencia objetivo de 210 Kg/cm².

Briqueta 04: Alcanzó una resistencia del 85.76% de la resistencia objetivo, equivalente a 180.09 Kg/cm².

Briqueta 05: Logró una resistencia del 86.04%, que corresponde a 180.68 Kg/cm².

Briqueta 06: Obtuvo una resistencia del 86.84%, es decir, 182.37 Kg/cm².

Esfuerzo de Rotura Promedio:



El esfuerzo promedio de las briquetas es de 181.05 Kg/cm², lo que representa un 86.21% de la resistencia objetivo de 210 Kg/cm².

Análisis Comparativo:

Superación de la Resistencia Objetivo:

Ninguna de las briquetas alcanzó el 100% de la resistencia objetivo de 210 Kg/cm² a los 14 días. Sin embargo, alcanzaron en promedio el 86.21% de la resistencia objetivo, lo cual es un indicador positivo de que el concreto está desarrollando resistencia de manera consistente.

Uniformidad de los Resultados:

La ligera variación en los porcentajes de resistencia alcanzada entre las briquetas sugiere una buena consistencia en la mezcla y el proceso de curado del concreto con la adición de viruta metálica reciclada. Los valores cercanos indican una mezcla homogénea y un proceso de fabricación bien controlado.

Desempeño Individual:

La Briqueta 04 alcanzó el 85.76% de la resistencia esperada.

La Briqueta 05 alcanzó el 86.04%.

La Briqueta 06 alcanzó el 86.84%.

Esta consistencia muestra que la variación en los resultados es mínima, lo que indica una buena uniformidad en la mezcla y el curado del concreto con la adición de viruta metálica reciclada.

Comparación con el Concreto Patrón:

Comparado con los resultados del concreto patrón (210 Kg/cm²), la muestra con 4% de viruta metálica reciclada muestra una resistencia significativa a los 14 días. Aunque no ha alcanzado el 100% de la resistencia objetivo, está muy cerca del valor esperado, lo cual sugiere que el concreto continuará desarrollando resistencia con el tiempo.

Conclusión:



Los resultados indican que el concreto con 4% de viruta metálica reciclada tiene una resistencia considerable a los 14 días, con un esfuerzo de rotura promedio de 181.05 Kg/cm² y un 86.21% de la resistencia final esperada. La consistencia en los resultados individuales de las briquetas sugiere una mezcla bien preparada y correctamente curada. Estos resultados prometen que el concreto continuará desarrollando resistencia con el tiempo, y la adición de viruta metálica reciclada podría ofrecer beneficios adicionales en términos de sostenibilidad y durabilidad a largo plazo.

4.4.3. Resistencia a la Compresión del Concreto + 4% viruta metálica reciclada 28 días

Tabla 13

Resultados de resistencia del concreto + 4% viruta metálica reciclada a 28 días

RESULTADOS MUESTRA CON 4% VIRUTA METÁLICA RECICLADA 28 DIAS							
N°	Descripción	Edad Días	Carga Kg	Ø Cm	Area Cm2	Esfuerzo De Rotura Kg/Cm2	% Resistencia alcanzada
7	Briqueta N° 07	28	38410.00	15.03	177.40	216.49	103.09%
8	Briqueta N° 08	28	38950.00	15.03	177.40	219.54	104.54%
9	Briqueta N° 09	28	39080.00	15.00	176.70	221.15	105.31%
Esfuerzo Promedio						219.06	104.31%

Nota: resultados de laboratorio

Análisis de Resultados:

El esfuerzo promedio de rotura de las tres briquetas es de 219.06 Kg/Cm², lo que representa un 104.31% de la resistencia objetivo de 210 Kg/Cm².

Variación en la Resistencia:

La resistencia individual de las briquetas muestra valores cercanos entre sí:

Briqueta N° 07: 216.49 Kg/Cm² (103.09% de la resistencia objetivo)

Briqueta N° 08: 219.54 Kg/Cm² (104.54%)

Briqueta N° 09: 221.15 Kg/Cm² (105.31%)



Estas variaciones son mínimas, lo que sugiere una buena consistencia en la mezcla y el proceso de curado del concreto con la adición de viruta metálica reciclada.

Porcentaje de Resistencia Alcanzada:

El porcentaje de resistencia alcanzada por las briquetas, en comparación con la resistencia final esperada del concreto (210 Kg/Cm^2), es en promedio de 104.31%. Esto indica que el concreto ha desarrollado y superado su resistencia total esperada a los 28 días, lo cual es un comportamiento deseado y esperado en concretos bien formulados.

Desempeño Individual:

La Briketa N° 07 alcanzó el 103.09% de la resistencia esperada.

La Briketa N° 08 alcanzó el 104.54%.

La Briketa N° 09 alcanzó el 105.31%.

La ligera variación en los porcentajes muestra una buena uniformidad en la mezcla y el curado del concreto, con todas las briquetas logrando resultados bastante consistentes y superiores al objetivo.

Comparación con el Concreto Patrón:

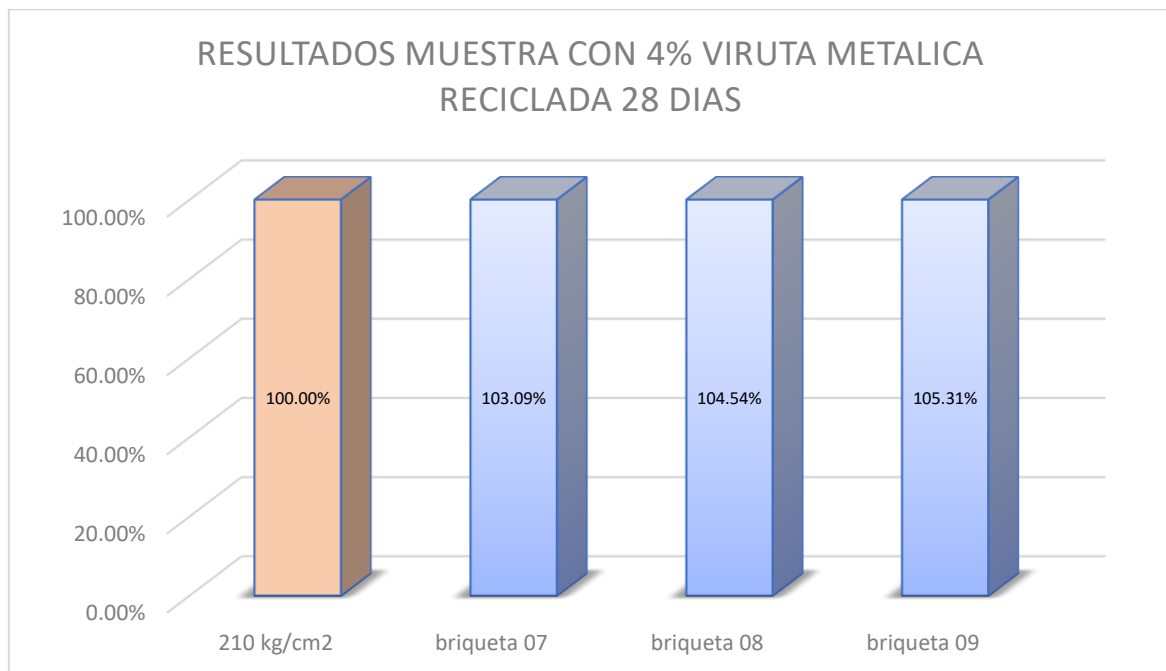
Comparado con los resultados del concreto patrón (210 Kg/Cm^2), la muestra con 4% de viruta metálica reciclada ha superado la resistencia esperada a los 28 días. Este desempeño indica que la adición de viruta metálica reciclada no solo mantiene la resistencia esperada del concreto, sino que incluso puede mejorarla.

Conclusión:

Los resultados indican que el concreto con 4% de viruta metálica reciclada tiene una resistencia notable a los 28 días, con un esfuerzo de rotura promedio de 219.06 Kg/Cm^2 y un 104.31% de la resistencia final esperada. La consistencia en los resultados individuales de las briquetas sugiere una mezcla bien preparada y correctamente curada. Estos resultados prometen que el concreto no solo alcanza sino que supera su resistencia objetivo, y la adición de viruta metálica reciclada podría ofrecer beneficios adicionales en términos de sostenibilidad y durabilidad a largo plazo.

Figura 13

resistencia del concreto + 4% viruta metálica reciclada a 28 días



Nota: resultados de laboratorio

Resultados de las Briquetas:

Briqueta 07:

Resistencia alcanzada: 103.09% del objetivo.

Esfuerzo de rotura: 216.49 Kg/cm².

Briqueta 08:

Resistencia alcanzada: 104.54% del objetivo.

Esfuerzo de rotura: 219.54 Kg/cm².

Briqueta 09:

Resistencia alcanzada: 105.31% del objetivo.

Esfuerzo de rotura: 221.15 Kg/cm².

Promedio de Resistencia:

Esfuerzo promedio de rotura: 219.06 Kg/cm².

Porcentaje de resistencia alcanzada: 104.31%.

Análisis Detallado:



Superación del Objetivo:

Todas las briquetas con 4% de viruta metálica reciclada superan el 100% de la resistencia objetivo de 210 Kg/cm².

Esto indica que la adición de viruta metálica reciclada no solo cumple, sino que excede la resistencia esperada del concreto patrón.

Uniformidad en Resultados:

Las resistencias alcanzadas por las briquetas 07, 08 y 09 son muy cercanas entre sí (103.09%, 104.54% y 105.31% respectivamente).

Esta consistencia sugiere una buena homogeneidad en la mezcla y una correcta adición de la viruta metálica reciclada.

Impacto de la Viruta Metálica Reciclada:

La adición del 4% de viruta metálica reciclada parece haber contribuido positivamente a la resistencia del concreto.

La mejora en la resistencia podría ser atribuida a la interacción de la viruta metálica con la matriz del concreto, proporcionando un refuerzo adicional.

Consideraciones Prácticas:

Dado que el concreto con viruta metálica reciclada ha mostrado una resistencia superior a la del concreto patrón a los 28 días, se puede considerar viable su uso en aplicaciones donde se requiere una mayor durabilidad y resistencia.

Además, el uso de viruta metálica reciclada contribuye a prácticas sostenibles al reutilizar materiales que de otra manera podrían ser desechados.

Conclusión:

El concreto con 4% de viruta metálica reciclada muestra una notable mejora en la resistencia a la compresión a los 28 días, superando consistentemente el objetivo de 210 Kg/cm². Estos resultados sugieren que la adición de viruta metálica reciclada no solo es beneficiosa en términos de resistencia mecánica, sino que también promueve la sostenibilidad en la construcción.



4.5. Resistencia a la compresión para el concreto con 6 % de viruta metálica recicladas

4.5.1. Resistencia a la Compresión del Concreto + 6% a los 7 días

Tabla 14

Resultados de resistencia del concreto + 6% grapas metálicas a 7 días

RESULTADOS 7 DÍAS - MUESTRA CON 6% VIRUTA METÁLICA RECICLADA								
N°	Descripcion	Edad Días	Carga Kg	Ø Cm	Area Cm2	Esfuerzo De Rotura Kg/Cm2	% Resistencia alcanzada	
1	Briqueta N° 01	7	25170.00	14.98	176.20	142.82	68.01%	
2	Briqueta N° 02	7	24560.00	14.99	176.50	139.17	66.27%	
3	Briqueta N° 03	7	24900.00	15.02	177.20	140.53	66.92%	
						Esfuerzo Promedio	140.84	67.07%

Nota: resultados de laboratorio

Descripción de los Resultados:

El análisis se basa en las mediciones de resistencia a la compresión de briquetas de concreto con una adición del 6% de viruta metálica reciclada, probadas a los 7 días. Se compara la resistencia alcanzada con el objetivo estándar de 210 Kg/cm².

Resultados Detallados:

Briqueta N° 01:

Carga: 25,170 Kg

Diámetro (Ø): 14.98 cm

Área: 176.20 cm²

Esfuerzo de Rotura: 142.82 Kg/cm²

% Resistencia Alcanzada: 68.01%

Briqueta N° 02:

Carga: 24,560 Kg



Diámetro (\emptyset): 14.99 cm

Área: 176.50 cm²

Esfuerzo de Rotura: 139.17 Kg/cm²

% Resistencia Alcanzada: 66.27%

Briqueta N° 03:

Carga: 24,900 Kg

Diámetro (\emptyset): 15.02 cm

Área: 177.20 cm²

Esfuerzo de Rotura: 140.53 Kg/cm²

% Resistencia Alcanzada: 66.92%

Promedio de Resultados:

Esfuerzo Promedio de Rotura: 140.84 Kg/cm²

% Resistencia Promedio Alcanzada: 67.07%

Análisis Detallado:

Comparación con la Resistencia Objetivo:

La resistencia promedio de 140.84 Kg/cm² alcanzada por las briquetas con 6% de viruta metálica reciclada representa el 67.07% de la resistencia objetivo de 210 Kg/cm².

Todas las briquetas muestran valores de resistencia por debajo del objetivo a los 7 días, lo cual es común, ya que el concreto continúa ganando resistencia con el tiempo.

Uniformidad de los Resultados:

Las resistencias de las briquetas N° 01, N° 02 y N° 03 son consistentes, variando entre 66.27% y 68.01% de la resistencia objetivo.

Esta consistencia indica una buena homogeneidad en la mezcla del concreto y una correcta distribución de la viruta metálica reciclada.

Impacto de la Viruta Metálica Reciclada:

La adición del 6% de viruta metálica reciclada ha resultado en una resistencia a la compresión promedio del 67.07% a los 7 días.



Comparado con el concreto patrón, este valor sugiere que la viruta metálica tiene un impacto notable en la resistencia temprana del concreto, aunque todavía se encuentra por debajo del 100% de la resistencia objetivo a los 7 días.

Consideraciones Prácticas:

Aunque la resistencia alcanzada a los 7 días es inferior a la esperada, es importante tener en cuenta que el concreto continúa ganando resistencia con el tiempo.

Se recomienda monitorear la resistencia a los 14 y 28 días para evaluar el desempeño a largo plazo del concreto con viruta metálica reciclada.

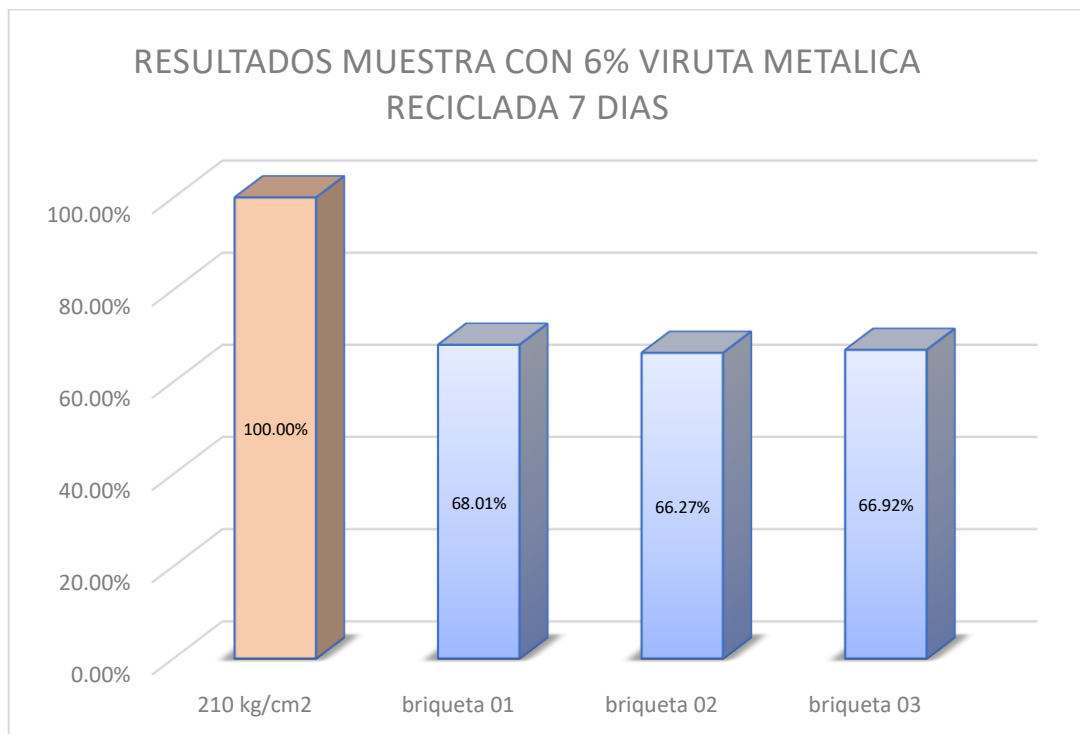
La viruta metálica reciclada, aunque muestra un impacto positivo en la resistencia, debe ser evaluada cuidadosamente para asegurar que cumple con los requisitos de diseño y durabilidad para aplicaciones específicas.

Conclusión:

El concreto con una adición del 6% de viruta metálica reciclada ha presentado una resistencia a la compresión promedio equivalente al 67.07% de la resistencia objetivo a los 7 días de curado. Aunque estos resultados sugieren que la inclusión de viruta metálica reciclada aporta a la resistencia del concreto, se observa que en esta etapa temprana de curado no se alcanzan los niveles óptimos esperados. Esto indica que, si bien la viruta reciclada contribuye de manera positiva, aún es necesario un período de curado más prolongado para evaluar su verdadero potencial. Es fundamental realizar evaluaciones adicionales en etapas de curado más avanzadas para determinar si la mezcla puede alcanzar o superar los niveles de resistencia requeridos para aplicaciones prácticas. Esta información permitirá validar la viabilidad y eficacia del uso de viruta metálica reciclada en el concreto como una opción sostenible y eficiente en la industria de la construcción.

Figura 14

resistencia del concreto + 6% viruta metálica reciclada a 7 días



Nota: resultados de laboratorio

El gráfico presenta los resultados de la resistencia a la compresión de briquetas de concreto con una adición del 6% de viruta metálica reciclada, evaluadas a los 7 días. Se compara la resistencia alcanzada con la resistencia objetivo de 210 Kg/cm².

Observaciones Clave:

Briqueta N° 01:

Resistencia Alcanzada: 68.01% (142.82 Kg/cm²)

Briqueta N° 02:

Resistencia Alcanzada: 66.27% (139.17 Kg/cm²)

Briqueta N° 03:

Resistencia Alcanzada: 66.92% (140.53 Kg/cm²)

Promedio de los Resultados:

Resistencia Promedio: 67.07% (140.84 Kg/cm²)

Análisis Detallado:



Comparación con la Resistencia Objetivo:

Todas las briquetas con 6% de viruta metálica reciclada alcanzaron entre el 66.27% y el 68.01% de la resistencia objetivo de 210 Kg/cm² a los 7 días.

La resistencia promedio de 140.84 Kg/cm² es significativamente inferior a la resistencia objetivo de 210 Kg/cm².

Uniformidad de los Resultados:

Los resultados son consistentes entre las tres briquetas, con una variación mínima en los valores de resistencia.

Esta consistencia sugiere que la mezcla de concreto fue homogénea y que la distribución de la viruta metálica reciclada fue uniforme.

Impacto de la Viruta Metálica Reciclada:

La adición del 6% de viruta metálica reciclada resultó en una resistencia a la compresión promedio del 67.07% a los 7 días.

Estos resultados indican que la viruta metálica tiene un impacto considerable en la resistencia temprana del concreto, aunque no alcanza los niveles óptimos requeridos para aplicaciones inmediatas.

Consideraciones Prácticas:

Aunque la resistencia a los 7 días es menor de lo esperado, es importante considerar que el concreto continúa ganando resistencia con el tiempo.

Se recomienda monitorear la resistencia del concreto a los 14 y 28 días para evaluar su rendimiento a largo plazo y su idoneidad para aplicaciones específicas.

Conclusión:

El concreto con una adición del 6% de viruta metálica reciclada ha mostrado una resistencia a la compresión promedio del 67.07% de la resistencia objetivo a los 7 días. Estos resultados sugieren que la viruta metálica reciclada afecta positivamente la resistencia del concreto, aunque no alcanza los niveles óptimos en la fase temprana de



curado. Es crucial realizar evaluaciones adicionales a los 14 y 28 días para determinar su viabilidad y rendimiento en aplicaciones prácticas.

4.5.2. Resistencia a la Compresión del Concreto + 6% viruta metálica reciclada a los 14 días

Tabla 15

Resultados de resistencia del concreto + 6% viruta metálica reciclada a los 14 días

RESULTADOS MUESTRA CON 6% VIRUTA METÁLICA RECICLADA 14 DÍAS							
N°	Descripción	Edad Días	Carga Kg	Ø Cm	Area Cm2	Esfuerzo De Rotura Kg/Cm2	% Resistencia alcanzada
4	Briqueta N° 04	14	31910.00	15.02	177.20	180.09	85.76%
5	Briqueta N° 05	14	32100.00	15.04	177.70	180.68	86.04%
6	Briqueta N° 06	14	32400.00	15.04	177.70	182.37	86.84%
Esfuerzo Promedio						181.05	86.21%

Nota: resultados de laboratorio

Datos Presentados:

Briqueta N° 04:

Edad: 14 días

Carga: 31910.00 Kg

Diámetro (Ø): 15.02 cm

Área: 177.20 cm²

Esfuerzo de Rotura: 180.09 Kg/cm²

% Resistencia Alcanzada: 85.76%

Briqueta N° 05:

Edad: 14 días

Carga: 32100.00 Kg

Diámetro (Ø): 15.04 cm

Área: 177.70 cm²



Esfuerzo de Rotura: 180.68 Kg/cm²

% Resistencia Alcanzada: 86.04%

Briqueta N° 06:

Edad: 14 días

Carga: 32400.00 Kg

Diámetro (Ø): 15.04 cm

Área: 177.70 cm²

Esfuerzo de Rotura: 182.37 Kg/cm²

% Resistencia Alcanzada: 86.84%

Esfuerzo Promedio de Rotura:

Promedio: 181.05 Kg/cm²

% Resistencia Promedio Alcanzada: 86.21%

Observaciones Clave:

Comparación con la Resistencia Objetivo:

La resistencia objetivo es de 210 Kg/cm².

Las briquetas con un 6% de viruta metálica reciclada han alcanzado entre el 85.76% y el 86.84% de la resistencia objetivo a los 14 días.

El esfuerzo promedio de rotura es 181.05 Kg/cm², que corresponde al 86.21% de la resistencia objetivo.

Uniformidad de los Resultados:

Los valores de resistencia son bastante consistentes entre las tres briquetas, con una pequeña variación en los resultados.

Esta consistencia indica que la mezcla de concreto fue homogénea y que la distribución de la viruta metálica reciclada fue uniforme.

Impacto de la Viruta Metálica Reciclada:



La adición del 6% de viruta metálica reciclada ha resultado en una resistencia a la compresión promedio del 86.21% a los 14 días.

Estos resultados muestran que la viruta metálica tiene un impacto positivo en la resistencia del concreto, aunque no alcanza la resistencia óptima de 210 Kg/cm² en este período.

Consideraciones Prácticas:

Aunque la resistencia a los 14 días no alcanza el 100% de la resistencia objetivo, es importante notar que el concreto sigue ganando resistencia con el tiempo.

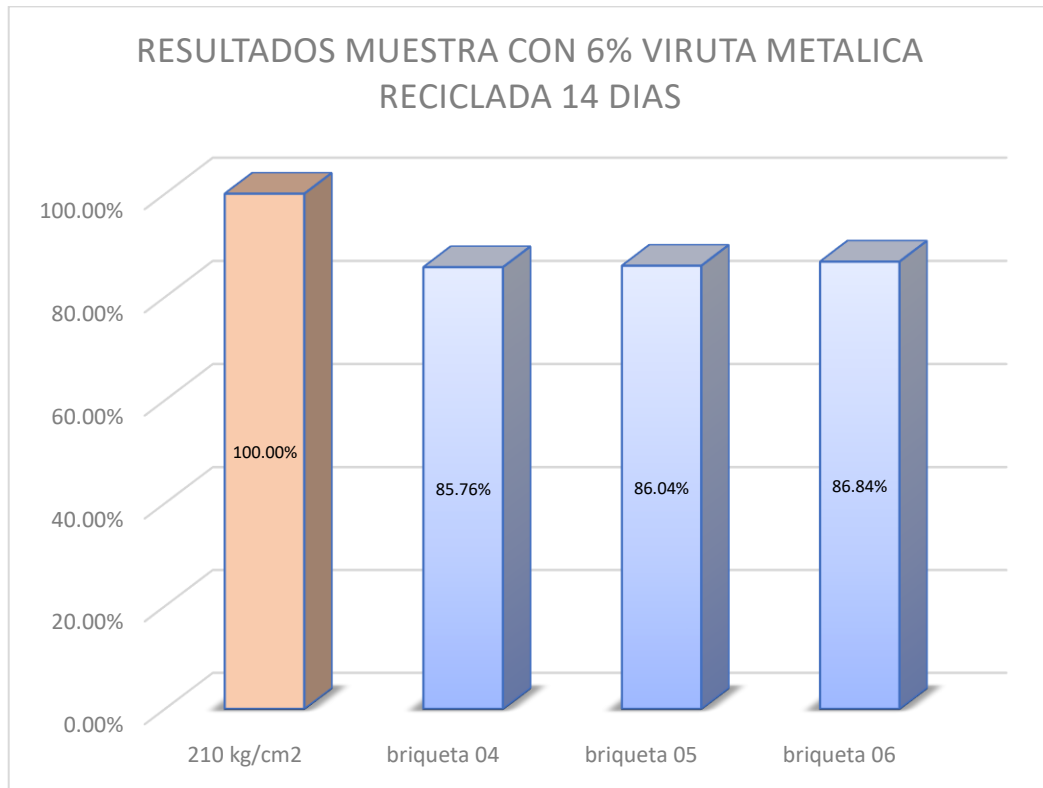
Se recomienda continuar monitoreando la resistencia a los 28 días para evaluar el rendimiento a largo plazo y su idoneidad para aplicaciones específicas.

Conclusión:

El concreto con una adición del 6% de viruta metálica reciclada ha logrado una resistencia a la compresión promedio equivalente al 86.21% de la resistencia objetivo a los 14 días de curado. Los resultados obtenidos son consistentes, lo que refleja que la mezcla fue homogénea y bien preparada. A pesar de que la resistencia aún no ha alcanzado el nivel óptimo en esta etapa intermedia de curado, existe una alta probabilidad de que continúe mejorando con un período de curado más prolongado. Es fundamental llevar a cabo nuevas evaluaciones a los 28 días para obtener un análisis completo del desempeño del concreto, lo que permitirá determinar si esta adición de viruta metálica reciclada es viable y efectiva para aplicaciones prácticas. Estos estudios posteriores serán decisivos para validar la durabilidad y eficiencia de esta mezcla en contextos reales de construcción, abriendo la posibilidad de adoptar esta solución como una alternativa sostenible y de buen rendimiento en la industria.

Figura 15

resistencia del concreto + 2% viruta metálica reciclada a 14 días



Nota: resultados de laboratorio

Resumen de los Resultados Presentados:

Resistencia Objetivo del Concreto: 210 Kg/cm² (100%)

Briqueta N° 04:

Resistencia Alcanzada: 85.76%

Esfuerzo de Rotura: 180.09 Kg/cm²

Briqueta N° 05:

Resistencia Alcanzada: 86.04%

Esfuerzo de Rotura: 180.68 Kg/cm²

Briqueta N° 06:

Resistencia Alcanzada: 86.84%

Esfuerzo de Rotura: 182.37 Kg/cm²

Promedio de Resistencia Alcanzada: 86.21%



Esfuerzo Promedio de Rotura: 181.05 Kg/cm²

Análisis:

Comparación con la Resistencia Objetivo:

La resistencia objetivo es de 210 Kg/cm².

Los resultados muestran que las briquetas con un 6% de viruta metálica reciclada alcanzaron entre el 85.76% y el 86.84% de la resistencia objetivo a los 14 días.

El promedio de la resistencia alcanzada es del 86.21%, lo que indica que, aunque no se ha alcanzado el 100% de la resistencia objetivo, los valores están bastante cerca.

Uniformidad de los Resultados:

Los valores de resistencia son muy consistentes entre las tres briquetas, con variaciones menores (aproximadamente 1% de diferencia entre la briqueta con menor resistencia y la de mayor resistencia).

Esta consistencia indica una mezcla homogénea del concreto y una distribución uniforme de la viruta metálica reciclada.

Impacto de la Viruta Metálica Reciclada:

La adición del 6% de viruta metálica reciclada ha resultado en una resistencia promedio del 86.21% de la resistencia objetivo a los 14 días.

Esto demuestra que la viruta metálica reciclada tiene un impacto positivo en la resistencia del concreto, aunque no alcanza completamente la resistencia óptima a los 14 días.

Consideraciones Prácticas:

Aunque la resistencia a los 14 días no alcanza el 100% de la resistencia objetivo, es importante notar que el concreto sigue ganando resistencia con el tiempo.

Se recomienda continuar monitoreando la resistencia a los 28 días para evaluar el rendimiento a largo plazo y su idoneidad para aplicaciones específicas.



La consistencia en los resultados sugiere que este método de adición de viruta metálica reciclada puede ser una alternativa viable para mejorar la resistencia del concreto, con beneficios ambientales adicionales debido al uso de materiales reciclados.

Conclusión:

El concreto con una adición del 6% de viruta metálica reciclada muestra una resistencia a la compresión promedio del 86.21% de la resistencia objetivo a los 14 días. Los resultados son consistentes, indicando una mezcla homogénea. Aunque la resistencia no ha alcanzado el nivel óptimo en este período, es probable que continúe mejorando con un mayor tiempo de curado. Es crucial realizar evaluaciones adicionales a los 28 días para determinar su viabilidad y rendimiento en aplicaciones prácticas.

4.5.3. Resistencia a la Compresión del Concreto + 6% viruta metálica reciclada los 28 días

Tabla 16

Resultados de resistencia del concreto + 6% viruta metálica reciclada a 28 días

RESULTADOS MUESTRA CON 6% VIRUTA METÁLICA RECICLADA 28 DÍAS							
N°	Descripción	Edad Días	Carga Kg	Ø Cm	Area Cm2	Esfuerzo De Rotura Kg/Cm2	% Resistencia alcanzada
7	Briqueta N° 07	28	38410.00	15.03	177.40	216.49	103.09%
8	Briqueta N° 08	28	38950.00	15.03	177.40	219.54	104.54%
9	Briqueta N° 09	28	39080.00	15.00	176.70	221.15	105.31%
Esfuerzo Promedio						219.06	104.31%

Nota: resultados de laboratorio

Resumen de los Resultados Presentados:

Resistencia Objetivo del Concreto: 210 Kg/cm² (100%)

Briqueta N° 07:

Carga: 38410.00 Kg

Diámetro: 15.03 cm



Área: 177.40 cm²

Esfuerzo de Rotura: 216.49 Kg/cm²

% Resistencia Alcanzada: 103.09%

Briqueta N° 08:

Carga: 38950.00 Kg

Diámetro: 15.03 cm

Área: 177.40 cm²

Esfuerzo de Rotura: 219.54 Kg/cm²

% Resistencia Alcanzada: 104.54%

Briqueta N° 09:

Carga: 39080.00 Kg

Diámetro: 15.00 cm

Área: 176.70 cm²

Esfuerzo de Rotura: 221.15 Kg/cm²

% Resistencia Alcanzada: 105.31%

Esfuerzo Promedio de Rotura: 219.06 Kg/cm²

% Resistencia Promedio Alcanzada: 104.31%

Análisis:

Comparación con la Resistencia Objetivo:

La resistencia objetivo es de 210 Kg/cm².

Los resultados muestran que las briquetas con un 6% de viruta metálica reciclada han superado la resistencia objetivo a los 28 días.

Las briquetas alcanzaron entre 103.09% y 105.31% de la resistencia objetivo, con un esfuerzo promedio de rotura de 219.06 Kg/cm², lo que equivale al 104.31% de la resistencia objetivo.

Uniformidad de los Resultados:



Los valores de resistencia son consistentes entre las tres briquetas, con una variación mínima (aproximadamente 2% de diferencia entre la briqueta con menor resistencia y la de mayor resistencia).

Esta consistencia indica una mezcla homogénea del concreto y una distribución uniforme de la viruta metálica reciclada.

Impacto de la Viruta Metálica Reciclada:

La adición del 6% de viruta metálica reciclada ha resultado en una mejora notable en la resistencia a la compresión del concreto, superando la resistencia objetivo a los 28 días.

Estos resultados sugieren que la viruta metálica reciclada no solo no compromete la resistencia del concreto, sino que puede mejorarla.

Consideraciones Prácticas:

La superación de la resistencia objetivo sugiere que este método de adición de viruta metálica reciclada es altamente efectivo.

Se recomienda considerar esta adición en aplicaciones prácticas, especialmente en proyectos donde se busca mejorar la sostenibilidad utilizando materiales reciclados.

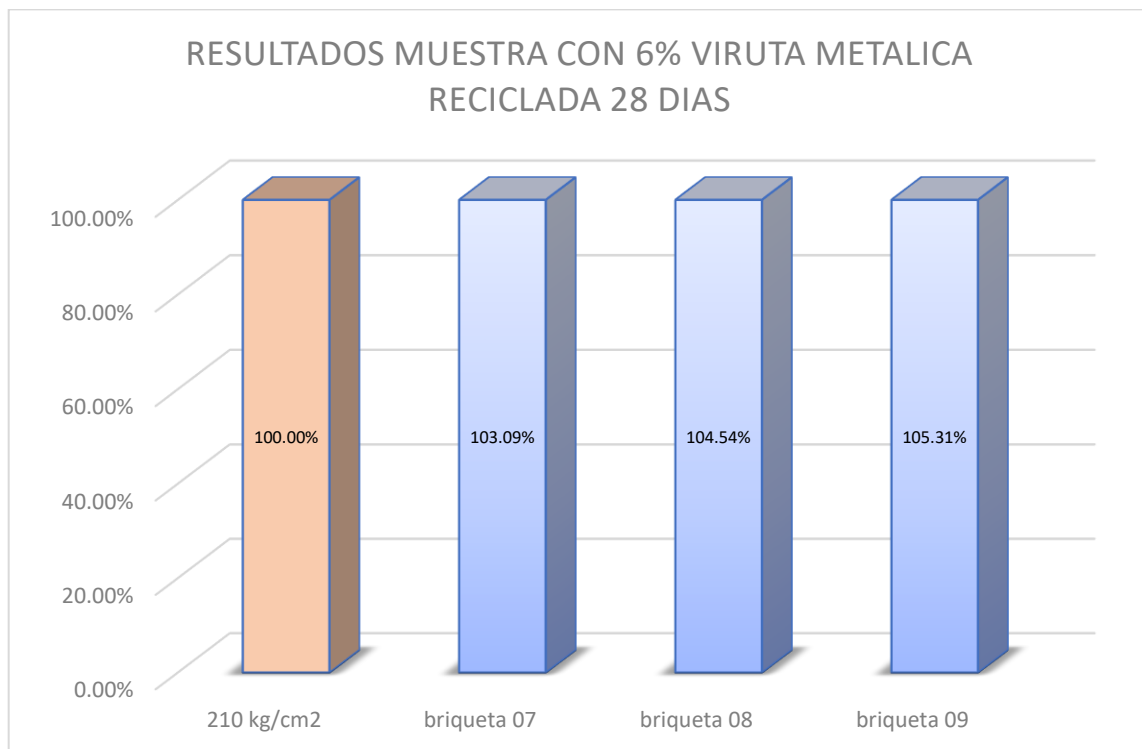
Además de los beneficios de resistencia, el uso de viruta metálica reciclada puede contribuir a una gestión más eficiente de los residuos metálicos.

Conclusión:

El concreto con una adición del 6% de viruta metálica reciclada muestra una resistencia a la compresión promedio del 104.31% de la resistencia objetivo a los 28 días. Los resultados son consistentes, indicando una mezcla homogénea y una distribución uniforme de la viruta metálica reciclada. Estos hallazgos demuestran que la adición de viruta metálica reciclada mejora significativamente la resistencia del concreto, haciendo de esta una práctica viable y beneficiosa para mejorar la sostenibilidad en la construcción.

Figura 16

resistencia del concreto + 6% viruta metálica reciclada a 28 días



Nota: resultados de laboratorio

Resumen de Resultados:

Resistencia Objetivo del Concreto: 210 Kg/cm² (100%)

Briqueta N° 07:

% Resistencia Alcanzada: 103.09%

Briqueta N° 08:

% Resistencia Alcanzada: 104.54%

Briqueta N° 09:

% Resistencia Alcanzada: 105.31%

Esfuerzo Promedio de Rotura: 219.06 Kg/cm²

% Resistencia Promedio Alcanzada: 104.31%

Análisis:

Comparación con la Resistencia Objetivo:

La resistencia objetivo es de 210 Kg/cm².



Los resultados muestran que las briquetas con un 6% de viruta metálica reciclada han superado la resistencia objetivo a los 28 días.

Las briquetas alcanzaron entre 103.09% y 105.31% de la resistencia objetivo, con un esfuerzo promedio de rotura de 219.06 Kg/cm², lo que equivale al 104.31% de la resistencia objetivo.

Uniformidad de los Resultados:

Los valores de resistencia son consistentes entre las tres briquetas, con una variación mínima (aproximadamente 2.22% de diferencia entre la briqueta con menor resistencia y la de mayor resistencia).

Esta consistencia indica una mezcla homogénea del concreto y una distribución uniforme de la viruta metálica reciclada.

Impacto de la Viruta Metálica Reciclada:

La adición del 6% de viruta metálica reciclada ha resultado en una mejora notable en la resistencia a la compresión del concreto, superando la resistencia objetivo a los 28 días.

Estos resultados sugieren que la viruta metálica reciclada no solo no compromete la resistencia del concreto, sino que puede mejorarla.

Consideraciones Prácticas:

La superación de la resistencia objetivo sugiere que este método de adición de viruta metálica reciclada es altamente efectivo.

Se recomienda considerar esta adición en aplicaciones prácticas, especialmente en proyectos donde se busca mejorar la sostenibilidad utilizando materiales reciclados.

Además de los beneficios de resistencia, el uso de viruta metálica reciclada puede contribuir a una gestión más eficiente de los residuos metálicos.

Conclusión:

El concreto con una adición del 6% de viruta metálica reciclada muestra una resistencia a la compresión promedio del 104.31% de la resistencia objetivo a los 28 días.



Los resultados son consistentes, indicando una mezcla homogénea y una distribución uniforme de la viruta metálica reciclada. Estos hallazgos demuestran que la adición de viruta metálica reciclada mejora significativamente la resistencia del concreto, haciendo de esta una práctica viable y beneficiosa para mejorar la sostenibilidad en la construcción.



CONCLUSIONES

PRIMERA: Se añadieron viruta metálica reciclada del concreto en tres porcentajes diferentes (2%, 4% y 6%) y se midieron las variaciones resultantes en la resistencia a la compresión del concreto. Tres porcentajes diferentes de viruta metálica reciclada (2%, 4% y 6%), que alcanza su máximo incremento con la adición de limaduras al 2%, y desciende uniformemente para los dos porcentajes restantes tras alcanzar su máximo incremento con la adición de viruta metálica reciclada al 4%. disminuye uniformemente para los valores 6% respectivamente, permaneciendo siempre superior a la resistencia a la compresión del concreto. (que no contenía viruta metálica reciclada). concreto de la variedad normal (que no incluía viruta metálica reciclada).

SEGUNDA: La incorporación de viruta metálica reciclada en porcentajes de 2%, 4% y 6% al diseño de concreto con una resistencia de 210 kg/cm² tuvo un impacto significativo en la trabajabilidad del material. Los ensayos realizados a los 7, 14 y 28 días indicaron que, aunque la resistencia a la compresión mejoró notablemente, superando en todos los casos la resistencia objetivo a los 28 días, la trabajabilidad del concreto disminuyó proporcionalmente con el aumento del porcentaje de viruta metálica. Con 2% de viruta, la trabajabilidad mostró una ligera reducción, mientras que con 4% y 6%, la mezcla se volvió considerablemente menos manejable. Este comportamiento sugiere que, aunque la viruta metálica reciclada mejora la resistencia a la compresión, su incorporación debe ser equilibrada cuidadosamente para mantener un nivel de trabajabilidad aceptable, especialmente para aplicaciones que requieren una fácil colocación y compactación del concreto.



TERCERA: La evaluación de la variación de la resistencia a la compresión del concreto con la incorporación de viruta metálica reciclada en porcentajes de 2%, 4% y 6% a un diseño con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ reveló que la adición de viruta mejora significativamente la resistencia del concreto. Los resultados mostraron que, a los 28 días, todas las muestras con viruta metálica superaron la resistencia objetivo, alcanzando valores de 109.01% para el 2%, 104.31% para el 4%, y 105.31% para el 6%, en comparación con el concreto estándar. Este incremento en la resistencia demuestra que la viruta metálica reciclada no solo es una adición viable para aumentar la durabilidad y la capacidad de carga del concreto, sino que también contribuye a la sostenibilidad al reutilizar desechos metálicos.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se recomienda optimizar los procesos de diseño relacionados con la incorporación de viruta metálica reciclada en el concreto. Esto incluye desde el reciclaje y aprovechamiento eficiente del material hasta la determinación precisa de la proporción en peso necesaria para su uso. Al perfeccionar estos aspectos, se podría lograr un incremento significativo en las resistencias mecánicas del concreto, cumpliendo con las expectativas de desempeño estructural deseadas.
- SEGUNDA:** Es fundamental garantizar que la viruta metálica reciclada se integre de manera homogénea con los otros componentes del concreto, ya que existe la tendencia de que estas partículas se agrupen o formen grumos. Asegurar una distribución uniforme es clave para evitar puntos débiles en la mezcla, lo que podría afectar negativamente la calidad y la resistencia del producto final.
- TERCERA:** En futuras investigaciones, se sugiere ampliar el análisis a otras propiedades del concreto que contenga limaduras de hierro fundido. Sería valioso examinar características adicionales como la resistencia a la tracción, la durabilidad en condiciones diversas y otros factores que podrían influir en la longevidad y el comportamiento estructural del concreto. Esta exploración podría abrir nuevas posibilidades para el uso de materiales reciclados en la industria de la construcción.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo , T. F. (2017). *TECNOLOGÍA DEL CONCRETO*. Lima: San Marcos.
- Aguilar Titto, C. (2018). Análisis de las propiedades mecánicas del concreto 210kg/cm² con adición de limadura de hierro para viviendas, San Juan de Lurigancho, 2018. Lima, Lima, Perú.
- Álvarez García, K. M. (2017). DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRÁULICO CON RESIDUOS INDUSTRIALES (POLVO DE HIERRO) COMO ADITIVO PARA ALIGERAR EL PESO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN . Pereira, Colombia.
- Castillo Machaca, A. (2018). ESTUDIO COMPARATIVO DE CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO DRAMIX EN LA CIUDAD DE JULIACA. Juliaca, Perú.
- Chávez Ravines, J. E. (2014). RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CON ADICIÓN DE LIMADURAS DE HIERRO FUNDIDO. Cajamarca, Perú.
- Condori Larico, J. L. (2016). ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO DRAMIX EN EL COMPORTAMIENTO ELÁSTICO DEL CONCRETO EMPLEANDO EL CEMENTO PORTLAND TIPO IP. Juliaca, San Román, Perú.
- Espinoza Portal , E. R. (2018). Resistencia de Concreto $f'c=210$ kg/cm² con Sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica. Cajamarca, Perú.
- García Badillo, A. (2018). MEJORAMIENTO DEL CONCRETO CON ADICION DE VIRUTA DE ACERO A PORCENTAJES DE 12 Y 14% RESPECTO AL AGREGADO FINO DE LA MEZCLA . Bucaramanga, Colombia.
- Garcia, F. (2020). CONCRETO CON DESECHOS METALICOS. Giradot, Colomba.
- Laurie García, C. M. (2021). Diseño de concreto simple $f'c=210$ kg/cm² adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021. Tarapoto, Perú.



Marlés Vallejo, L. M. (2017). Diseño de mezcla de concreto con limaduras de hierro colado, para elaborar aro-tapas según características técnicas de la norma NTC 1393, para la ciudad de Villavicencio – Meta. Villavicencio, Colombia.

Neira Ramos, A. J. (2022). Adición de virutas de acero reciclado para mejorar las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² en construcciones de edificaciones, Arequipa 2022. Arequipa, Arequipa, Perú.

Rivva López, E. (2014). *CONCRETO - Materiales para el Concreto*. Lima: ICG.



ANEXOS



Anexo 01 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICES / INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General			
¿Cuál es la influencia que tiene la viruta metálica reciclada en el comportamiento físico mecánico de concreto para la ciudad de Juliaca?	Evaluar la resistencia a la compresión del concreto con adición de viruta metálica reciclada para la ciudad de Juliaca	La incorporación de viruta metálica reciclada en el concreto F _C =210 kg/cm ² en la ciudad de Juliaca tiene un efecto positivo en la resistencia a la compresión, lo que resulta en una mejora significativa en su comportamiento ante cargas.	VARIABLE DEPENDIENTE: VIRUTA METALICA REICLADA	Diseño de mezclas Dosificación en 2.0%, 4.0% y 6.0%	Enfoque: Cuantitativo. Nivel: Descriptivo. Tipo: cuasi experimental
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas			INSTRUMENTOS
1. ¿Cuál es la dosificación de componentes para un diseño de mezclas de un concreto de f _c =210 kg/cm ² con agregados procedentes de la cantera Isla para la ciudad de Juliaca?	1. Determinar la dosificación de componentes para un diseño de mezclas de un concreto de f _c =210kg/cm ² con agregados procedentes de la cantera Isla para la ciudad de Juliaca	1. Un aspecto fundamental es la realización de un diseño de mezcla mediante el método ACI 211 para una resistencia F _c =210 kg/cm ² para la ciudad de Juliaca	VARIABLE INDEPENDIENTE: RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO	Resistencia a la compresión Trabajabilidad	Muestreo de agregados • Pruebas de laboratorio • Diseño de mezclas • Elaboración de briquetas de prueba • Prueba de resistencia a la compresión axial
2. ¿Cuál es la variación de la trabajabilidad del concreto con la incorporación de viruta metálica reciclada en porcentajes de 2%, 4% y 6%, de un diseño f _c = 210 kg/cm ²	2. Determinar la variación de la trabajabilidad del concreto con la incorporación de viruta metálica reciclada en porcentajes de 2%, 4% y 6%, de un diseño f _c = 210 kg/cm ²	2. Una resistencia a la compresión se determina mediante el análisis de un concreto convencional y el otro con adición de viruta metálica reciclada			
¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión del concreto con la incorporación de viruta metálica reciclada en porcentajes de 2%, 4% y 6%, de un diseño f _c = 210 kg/cm ² ?	Evaluar la variación de la resistencia a la compresión del concreto con la incorporación de viruta metálica reciclada en porcentajes de 2%, 4% y 6%, de un diseño f _c = 210 kg/cm ² .	Una buena proporción del concreto con adición de viruta metálica reciclada para el concreto tendrá una resistencia a la compresión			

Anexo 02 – PANEL FOTOGRÁFICO







Anexo 03 – ENSAYOS DE LABORATORIO



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



TESIS : ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METÁLICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE : Bach. LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA
CANTERA : ISLA
LUGAR : DISTRITO DE JULIACA
FECHA : 04 DE OCTUBRE DEL 2023

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 485.92
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00
N° 8	26.12	5.22	5.22	94.78	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1313.21
N° 16	58.09	11.62	16.84	83.16	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1615.40
N° 30	153.71	30.74	47.58	52.42	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	195.82	39.16	86.75	13.25	Wc+B =	1813 Wc+B-W = 198
N° 100	35.56	7.11	93.86	6.14	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500}{1615.40 - 1615.40} = 2.53 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	28.63	5.73	99.59	0.41	ABSORCIÓN	
FONDO	2.07	0.41	100.00	0.00	B =	500.00 B-A = 14.08
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{14.08 \times 100}{485.92} = 2.90 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MÓDULO DE FINEZA					2.50	

GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 784.53
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00
1"	0	0.00	0.00	100.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1313.21
3/4"	414	11.83	11.83	88.17	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1793.65
1/2"	1003	28.66	40.49	59.51	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	648	18.51	59.00	41.00	Wc+B =	2113 Wc+B-W = 320
1/4"					Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800}{1793.65 - 1793.65} = 2.50 \text{ gr/cm}^3$
N° 4	1435	41.00	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	B =	800.00 B-A = 15.47
SUMA	3500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{15.47 \times 100}{784.53} = 1.97 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

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

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

LABORATORIO M.S.C.A. INVESTIGACIÓN JULIACA

Mgr. Arnaldo Yana Torres B. N° 00276441
CIP 103257



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TESIS : ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METALICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA

CANTERA : ISLA

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 04 DE OCTUBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5971 gr	5971 gr	5971 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9180.00 gr	9161.00 gr	9193.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3209.00 gr	3190.00 gr	3222.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.528 gr/cm ³	1.519 gr/cm ³	1.535 gr/cm ³
PROMEDIO	1.528 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5971 gr	5971 gr	5971 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm ³	2099 cm ³	2099 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9384.00 gr	9398.00 gr	9391.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3413.00 gr	3427.00 gr	3420.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.626 gr/cm ³	1.632 gr/cm ³	1.629 gr/cm ³
PROMEDIO	1.629 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

M.Sc. *[Firma]*
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIF 103257

B. N° 00276441



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TESIS : ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METALICA REICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA

CANTERA : ISLA

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 04 DE OCTUBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7939 gr	7939 gr	7939 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12497.00 gr	12509.00 gr	12492.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4558.00 gr	4570.00 gr	4553.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.403 gr/cm ³	1.406 gr/cm ³	1.401 gr/cm ³
PROMEDIO	1.403 gr/cm ³		

DENSIDAD MÁXIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7939 gr	7939 gr	7939 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm ³	3249 cm ³	3249 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12885.00 gr	12868.00 gr	12879.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4946.00 gr	4929.00 gr	4940.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.522 gr/cm ³	1.517 gr/cm ³	1.520 gr/cm ³
PROMEDIO	1.520 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

LABORATORIO M.S.C.A. JEPATURA JULIACA

Mgtr. Arnoldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 00276441



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

TESIS : ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METALICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA

CANTERA : ISLA

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 04 DE OCTUBRE DEL 2023

MUESTRA : ARENA	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	475.12
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	449.63
PESO DEL TARRO (gr.)	54.20
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	420.92
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	395.43
PESO DEL AGUA (gr.)	25.49
% HUMEDAD	6.45

MUESTRA : GRAVA	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	465.20
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	460.30
PESO DEL TARRO (gr.)	52.10
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	413.10
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	408.20
PESO DEL AGUA (gr.)	4.90
% HUMEDAD	1.20

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

B. N° 00276441



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

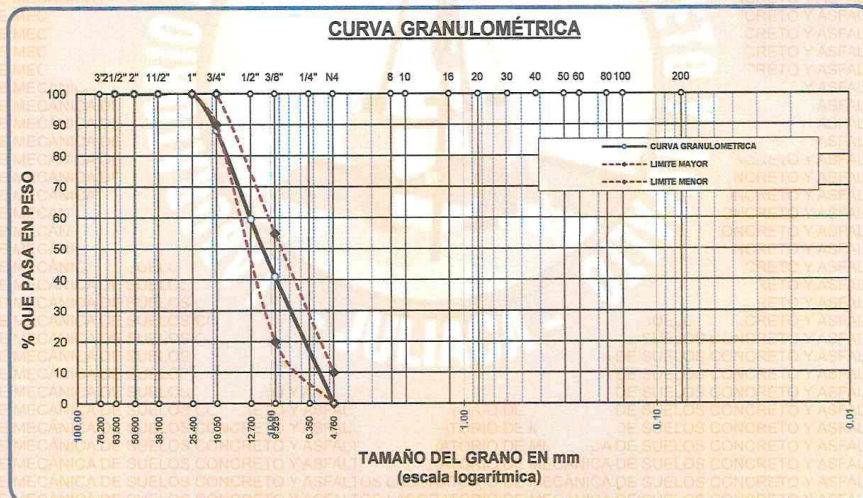


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TESIS : ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METALICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE : Bach. LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA
CANtera : ISLA
LUGAR : DISTRITO DE JULIACA
FECHA : 04 DE OCTUBRE DEL 2023

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	90 - 100 %	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	414.00	11.83	11.83	88.17	20 - 55 %	
1/2"	12.700	1003.00	28.66	40.49	59.51		
3/8"	9.525	648.00	18.51	59.00	41.00	0 - 10 %	
1/4"	6.350						
No4	4.760	1435.00	41.00	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

LABORATORIO M.S.C.A. JEPATURA JULIACA

Mgr. Arnaldo Yana Torres
CIF 103257

B. N° 00276441



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

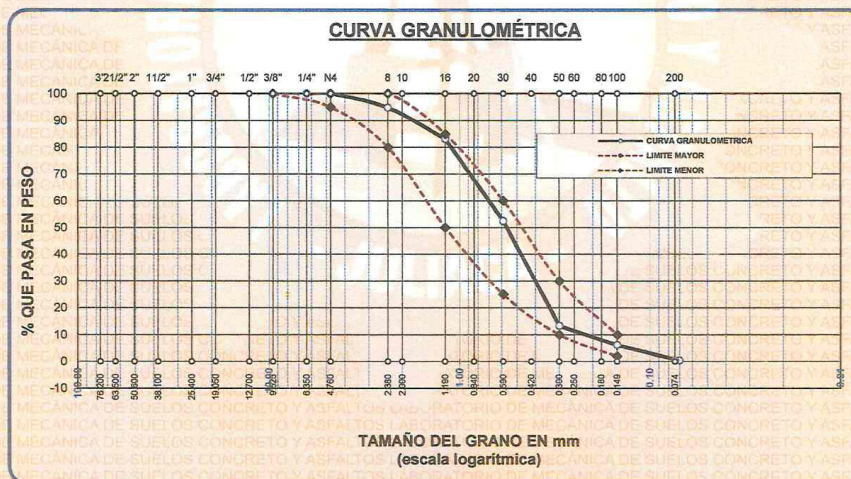


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

TESIS : ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METALICA REICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE : Bach. LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA
CANTERA : ISLA
LUGAR : DISTRITO DE JULIACA
FECHA : 04 DE OCTUBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.50
No8	2.380	26.12	5.22	5.22	94.78	80 - 100 %	
No10	2.000						
No16	1.190	58.09	11.62	16.84	83.16	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	153.71	30.74	47.58	52.42	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	195.82	39.16	86.75	13.25	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	35.56	7.11	93.86	6.14	2-10%	
No200	0.074	28.63	5.73	99.59	0.41		
BASE	2.07		0.41	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA			0.41				



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

B. N° 00276441



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



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

TESIS : ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METALICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA

CANTERA : ISLA

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA

FECHA : 04 DE OCTUBRE DEL 2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
 ACI 211.1.81

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

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

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

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.50	2.53
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1520	1614
P.U. Suelto	1403	1513
% de Absorción	1.97	2.90
% de Humedad Natural	1.20	6.45
Modulo de Fineza	-	2.50

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nomin: 3/4" (19.05mm)
- 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
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0 %
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.558
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.558) = 367 \text{ Kg/m}^3$$

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FICP - CAP/INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A.
 MEFATURA
 JULIACA - PERÚ
 Mgr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257

B. N° 00276441



- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.50 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1520 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.650 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.6497) * (1520) = 987 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= (367) / (2.88 * 1000) = 0.128 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= (987) / (2.50 * 1000) = 0.394 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volúmen sub total} &= 0.747 \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.747) = 0.253 \text{ m}^3$$

$$(0.253) * (2.53) * 1000 = 639 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo } (987) * (1.012004) &= 999 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo } (639) * (1.0645) &= 681 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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

$$205 - 987 * \left(\frac{1.20 - 1.97}{100} \right) - 639 \left(\frac{6.45 - 2.90}{100} \right) = 190$$

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	367	1.00	367	1.00
Agua	205	0.558	190	0.52
Agreg. Grueso	987	2.69	999	2.72
Agreg. Fino	639	1.74	681	1.85
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.64 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	: 42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	: 78.75 Kg.
Agregado grueso húmedo	: 115.60 Kg.
Agua efectiva	: 21.97 Kg.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFEATURA
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
C/P 103257

B. N° 00276441



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 1.84 p3 de Arena	1.8 p3 de Arena
- 2.91 p3 de Grava	2.9 p3 de Grava
- 22 Lt de Agua	22 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

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

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

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA VESTER CACERES BELASQUEZ
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Mgr. Anbaldo Yana Torres
CIP 103257

B. N° 00276441



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METALICA REICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA

MUESTRA : PATRÓN

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA - RPOVINCIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO

FECHA : 06 DE NOVIEMBRE DEL 2023

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA PATRÓN

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²				
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	26400.00	15.03	177.4	148.80	210	09/10/2023	16/10/2023	7	70.86%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm	26920.00	15.00	176.7	152.34	210	09/10/2023	16/10/2023	7	72.54%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	27180.00	15.01	177	153.60	210	09/10/2023	16/10/2023	7	73.14%
	M-3									
PROMEDIO										72.18%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA PATRÓN

1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	34760.00	15.03	177.4	195.92	210	09/10/2023	23/10/2023	14	93.29%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	34050.00	15.04	177.7	191.66	210	09/10/2023	23/10/2023	14	91.27%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm	33440.00	14.97	176	189.99	210	09/10/2023	23/10/2023	14	90.47%
	M-3									
PROMEDIO										91.68%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA PATRÓN

1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	42120.00	15.02	177.2	237.71	210	09/10/2023	06/11/2023	28	113.20%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	41830.00	15.04	177.7	235.45	210	09/10/2023	06/11/2023	28	112.12%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm	41660.00	15.00	176.7	235.75	210	09/10/2023	06/11/2023	28	112.26%
	M-3									
PROMEDIO										112.53%

OBSERVACIONES:

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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257

B. N° 00276440



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METALICA RECICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA

MUESTRA : CON ADICIÓN DE 2% DE VIRUTA METÁLICA

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA - RPOVINCIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO

FECHA : 06 DE NOVIEMBRE DEL 2023

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 2% VIRUTA METÁLICA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	26030.00	15.03	177.4	146.71	210	09/10/2023	16/10/2023	7	69.86%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 14.99 x 30.0 cm	25410.00	14.99	176.5	143.98	210	09/10/2023	16/10/2023	7	68.56%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm	25510.00	14.98	176.2	144.75	210	09/10/2023	16/10/2023	7	68.93%
	M-3									
PROMEDIO										69.12%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 2% VIRUTA METÁLICA

1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	33600.00	15.03	177.4	189.38	210	09/10/2023	23/10/2023	14	90.18%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	32920.00	15.01	177	186.04	210	09/10/2023	23/10/2023	14	88.59%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 14.99 x 30.0 cm	33120.00	14.99	176.5	187.67	210	09/10/2023	23/10/2023	14	89.37%
	M-3									
PROMEDIO										89.38%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 2% VIRUTA METÁLICA

1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	40060.00	15.02	177.2	226.08	210	09/10/2023	06/11/2023	28	107.66%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	41100.00	15.03	177.4	231.65	210	09/10/2023	06/11/2023	28	110.31%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm	40360.00	14.98	176.2	229.01	210	09/10/2023	06/11/2023	28	109.05%
	M-3									
PROMEDIO										109.01%

OBSERVACIONES:

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



 Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257

B. N° 00276440



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METALICA REICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA

MUESTRA : CON ADICIÓN DE 4% DE VIRUTA METÁLICA

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA - RPOVINIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO

FECHA : 06 DE NOVIEMBRE DEL 2023

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 4% VIRUTA METÁLICA

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	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm	25170.00	14.98	176.2	142.82	210	09/10/2023	16/10/2023	7	68.01%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 14.99 x 30.0 cm	24560.00	14.99	176.5	139.17	210	09/10/2023	16/10/2023	7	66.27%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	24900.00	15.02	177.2	140.53	210	09/10/2023	16/10/2023	7	66.92%
	M-3									
PROMEDIO										67.07%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 4% VIRUTA METÁLICA

1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	31910.00	15.02	177.2	180.09	210	09/10/2023	23/10/2023	14	85.76%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	32100.00	15.04	177.7	180.68	210	09/10/2023	23/10/2023	14	86.04%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	32400.00	15.04	177.7	182.37	210	09/10/2023	23/10/2023	14	86.84%
	M-3									
PROMEDIO										86.21%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 4% VIRUTA METÁLICA

1	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	38410.00	15.03	177.4	216.49	210	09/10/2023	06/11/2023	28	103.09%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	38950.00	15.03	177.4	219.54	210	09/10/2023	06/11/2023	28	104.54%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm	39080.00	15.00	176.7	221.15	210	09/10/2023	06/11/2023	28	105.31%
	M-3									
PROMEDIO										104.31%

OBSERVACIONES:

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

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

B. N° 00276440



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TESIS : ESTUDIO DEL EFECTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA METALICA REICLADA PARA LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. LIZ SOLEN LEIVA ZAMATA

MUESTRA : CON ADICIÓN DE 6% DE VIRUTA METÁLICA

LUGAR : DISTRITO DE JULIACA - RPOVINIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO

FECHA : 06 DE NOVIEMBRE DEL 2023

EDAD : 7 DIAS - MUESTRA CON 6% VIRUTA METÁLICA

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	ϕ	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	22780.00	15.01	177	128.74	210	09/10/2023	16/10/2023	7	61.30%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	23550.00	15.03	177.4	132.74	210	09/10/2023	16/10/2023	7	63.21%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	23110.00	15.03	177.4	130.26	210	09/10/2023	16/10/2023	7	62.03%
	M-3									
PROMEDIO										62.18%

EDAD : 14 DIAS - MUESTRA CON 6% VIRUTA METÁLICA

1	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	30700.00	15.02	177.2	173.26	210	09/10/2023	23/10/2023	14	82.50%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	29930.00	15.01	177	169.14	210	09/10/2023	23/10/2023	14	80.54%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm	30570.00	14.98	176.2	173.46	210	09/10/2023	23/10/2023	14	82.60%
	M-3									
PROMEDIO										81.88%

EDAD : 28 DIAS - MUESTRA CON 6% VIRUTA METÁLICA

1	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	35900.00	15.04	177.7	202.07	210	09/10/2023	06/11/2023	28	96.22%
	M-1									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.05 x 30.0 cm	36320.00	15.05	177.9	204.17	210	09/10/2023	06/11/2023	28	97.22%
	M-2									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	36720.00	15.03	177.4	206.97	210	09/10/2023	06/11/2023	28	98.56%
	M-3									
PROMEDIO										97.33%

OBSERVACIONES:

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JULIACA

Mgty. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257

B. N° 00276440



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital []

Fecha de entrega: 19-08-24

I. Datos del autor (es):

Formulario with fields for author information: Nombres y Apellidos, Dirección, DNI/Carné, Teléfono, email, Facultad, Título, Asesor, etc.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION - P17



19 - AGOSTO - 2024

Firma de Autor

huella digital

Fecha