



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO
PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO
ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MAYCA NORHINA MAMANI VILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO
PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO
ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023**

TESIS PRESENTADA POR:


Bach. MAYCA NORHINA MAMANI VILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:


PRESIDENTE

:


Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:


Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

RESOLUCIÓN DECANAL N° 123-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de abril de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 034-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniero Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°051-2024 de fecha 21 de marzo de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniero Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **MAYCA NORHINA MAMANI VILCA**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniería Civil**, y;

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

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

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(a) **MAYCA NORHINA MAMANI VILCA**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniería Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : martes 23 de abril de 2024
- * **HORA** : 08:00
- * **LUGAR** : Aula 406 - 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 **Ingeniero Civil**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.º. Ansh. 2024
Ingresos
Escuela Profesional



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARÍA ACADÉMICA
CIP. 95531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 051-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 21 de marzo de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 703-2023-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 126-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 254-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **11 de mayo de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **25 de octubre de 2023** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MAYCA NORHINA MAMANI VILCA**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023.**

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. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Mgr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 974-2023, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023.**

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: **MAYCA NORHINA MAMANI VILCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023.**

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 **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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 Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95631

cc:
archivo 2024
interesado (al)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 701 - 2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de agosto de 2023

VISTOS.-

El, Expediente N° 2023-CU-09167 presentando por el (la) bachiller; **MAYCA NORHINA MAMANI VILCA** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quien solicita rectificación de **RESOLUCIÓN DECANAL N° 254-2023-D-FICP-UANCV** del título del **Proyecto de Investigación**, del tema titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 280 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO, SAN MIGUEL 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

CONSIDERANDO:

Que, en la **RESOLUCIÓN DECANAL N°254-2023-D-FICP-UANCV**, el título del **Proyecto de Investigación** ha sido aprobado de la siguiente manera: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 280 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO, SAN MIGUEL 2023**.

Que, conforme a la **RESOLUCION N° 0296-2023-CU-R**, donde indica en la parte resolutive en vía de regularización y de forma excepcional, el trámite de grados y títulos con observaciones de aspectos formales para la presentación de trabajos de investigación como: "comillas, abreviaturas y siglas", de expedientes sustentados solo hasta el 28 de abril del 2023, por los egresados y bachilleres de pre y posgrado de la Universidad "Andina Néstor Cáceres Velásquez" de JULIACA;

Que, según disposición de la Oficina de Investigación, perteneciente al Vicerrectorado de Investigación de la UANCV; de acuerdo al Reglamento Institucional y reglas de redacción gramatical: los títulos de investigación o tesis; no deberán contener ni llevar **ABREVIATURA, SIGLAS, COMILLAS NI PUNTO AL FINAL DEL TITULO**; y,

Estando, 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.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - APROBAR, la **RECTIFICACIÓN** del título del **Proyecto de Investigación** presentado por el (la) bachiller; **MAYCA NORHINA MAMANI VILCA**, debiendo considerarse a partir de la fecha con el título siguiente: **EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023**, 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** : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**
- * **Asesor (a)** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**

ARTICULO SEGUNDO. - Disponer a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, trabajo de investigación (tesis) o sustentación de tesis, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando válido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO CUARTO. - La Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

D. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95631

cc:
archivo 2023
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 254-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de mayo 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 126-2023-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 030-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 028-2023-UANCV-FICP-UI-CI** 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 **08 de mayo de 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 280 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO, SAN MIGUEL 2023**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MAYCA NORHINA MAMANI VILCA**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 280 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO, SAN MIGUEL 2023**, 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** : **Mgr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **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: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 280 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO, SAN MIGUEL 2023**, 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: **MAYCA NORHINA MAMANI VILCA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 280 KG/CM2 PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO, SAN MIGUEL 2023**.

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, **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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



MGR. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

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



DR. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95631

cc. archivo 2023 interesado (e)



EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	9%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	Submitted to Mountain Lakes High School Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.studocu.com Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Mayca Norhina Mamani Vilca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70144594
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-2327-928X
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	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 – P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: San Miguel Latitud: S 15° 28' 43" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/sRv2M7R1wK3qJ4nL7</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2023 - Abril 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03 Ingeniería estructural y municipal https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04



DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MAYCA NORHINA MAMANI VILCA, identificado con DNI Nro. 70144594, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO
INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 19 de setiembre del 2024


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

Con profunda gratitud, dedico este trabajo, fruto de un esfuerzo creativo y sistemático, a Dios, quien me ha brindado fortaleza e inspiración en cada paso del camino.



AGRADECIMIENTO

A Dios, nuestro Creador, a mi hijo, quien ha sido mi mayor fuente de inspiración.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIAi
AGRADECIMIENTOii
ÍNDICE GENERALiii
ÍNDICE DE TABLASvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....viii
RESUMENx
ABSTRACTxi
INTRODUCCIÓNxii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática. 1
1.2 Planteamiento del Problema. 2
 1.2.1Problema General. 2
 1.2.2Problemas Específicos. 2
1.3 Objetivos de la Investigación..... 2
 1.3.1Objetivo General..... 2
 1.3.2Objetivos Específicos. 2
1.4 Justificación de la Investigación. 3
 1.4.1Justificación técnica..... 3
 1.4.2Justificación social..... 3
 1.4.3Justificación económica..... 4
1.5 Hipótesis de la Investigación. 4
 1.5.1Hipótesis General. 4
 1.5.2Hipótesis Específicas. 4
1.6 Variables e Indicadores. 5
 1.6.1Variable Independiente..... 5
 1.6.2Variable Dependiente 5
1.7 Operacionalización de Variables 5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación..... 7
 2.1.1Antecedentes internacionales 7
 2.1.2Antecedente Nacional. 9
 2.1.3Antecedente local. 11



2.2 Bases Teóricas	12
2.2.1 Concreto	12
2.2.1.1 Tipo de Concreto	13
2.2.1.2 Materiales	14
2.2.2 Agregados	14
2.2.2.1 Clasificación de los agregados	18
2.2.3 El cobre	19
2.2.3.1 Cualidades de la escoria de cobre	20
2.2.3.2 Tratamiento de la escoria de cobre	22
2.2.3.3 Uso de la escoria en el concreto	22
2.2.4 El aluminio	22
2.2.4.1 cualidades de la Fibras de aluminio	23
2.2.5 Pavimentos	25
2.2.6 Pavimento rígido	26
2.2.7 El concreto	27
2.2.7.1 Agregado fino	28
2.2.7.2 Agregado grueso	29
2.2.7.3 El agua	29
2.2.8 Diseño de mezcla	29
2.2.9 Fallas del concreto	30
2.2.9.1 Fallas funcionales	30
2.2.9.2 Fallas estructurales	30
2.2.10 Mejoramiento del concreto	31
2.2.11 Características del concreto	31
2.2.11.1 Cualidades físicas del concreto	31
2.2.11.2 Cualidades mecánicas del concreto	34
2.2.12 Cemento Portland	34
2.2.12.1 Componentes del Cemento	35
2.2.12.2 Tipos de Cementos	36
2.2.12.3 Puzolana	37
2.3 Marco Conceptual	37
2.3.1 Escoria de cobre	37
2.3.2 Fibras de aluminio	38
2.3.3 Concreto	38
2.3.4 Asentamiento	38
2.3.5 Resistencia	38



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la Investigación	39
3.2	Método de la Investigación.....	39
3.3	Nivel y tipo de la Investigación.	40
	3.3.1 Nivel de la Investigación.....	40
	3.3.2 Tipo de la Investigación.....	40
3.4	Población y muestra.....	40
	3.4.1 Población	40
	3.4.2 Muestra	40
3.5	Técnicas e instrumentos de investigación.....	41
	3.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	41
	3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación	42
3.6	Plan de recolección de datos	43
	3.6.1 Desarrollo de plan.	43
3.7	Análisis de datos	56

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1	Resultados Obtenidos.	57
	4.1.1 Resultados sobre los elementos para el diseño de mezclas de un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, para un pavimento rígido.	57
	4.1.2 Resultados sobre las cualidades físicas y mecánicas del concreto, con la incorporación de escorias de cobre y fibras de aluminio.	60
	4.1.2.1 Cualidades físicas.	60
	4.1.2.2 Resistencia a compresión	62
	4.1.3 Resultados sobre la incidencia de escorias de cobre y fibras de aluminio en sus porcentajes óptimos combinados, sobre la resistencia del concreto.....	83
4.2	Discusión de RESULTADOS.....	86
	CONCLUSIONES	90
	RECOMENDACIONES.....	91
	REFERENCIAS	92
	ANEXOS	98



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operación de variables.	6
Tabla 2 Tamices a utilizar.	19
Tabla 3 Datos de Aluminio.	25
Tabla 4 Tabla de consistencia.	32
Tabla 5 Contenido de Humedad del AF.	47
Tabla 6 % Humedad del AG.	48
Tabla 7 Peso unitario (suelto)	49
Tabla 8 Peso unitario (suelto)	49
Tabla 9 Peso unitario (Compactado).	50
Tabla 10 Peso unitario (Compactado).	50
Tabla 11 Análisis Granulométrico del AG.	51
Tabla 12 Análisis Granulométrico del AF.	52
Tabla 13 Dosificación del diseño de mezclas.	54
Tabla 14 Características de los agregados.	57
Tabla 15 Cantidades de Materiales del Diseño de mezcla.	58
Tabla 16 Dosificación por M3.	59
Tabla 17 Dosificaciones de Escorias de cobre.	59
Tabla 18 Dosificaciones de Fibras de Aluminio.	59
Tabla 19 Resumen del Asentamiento del concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de escorias de cobre.	60
Tabla 20 Resumen del Asentamiento del concreto + Fibras de Aluminio.	61
Tabla 21 Resistencia alcanzados del concreto, de la muestra estándar, durante 7 días.	62
Tabla 22 Resistencia alcanzados del concreto, muestra estándar obtenido 14 días.	63
Tabla 23 Resistencia alcanzados del concreto, de la muestra estándar obtenida en 28 días.	64
Tabla 24 Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 15%, en 7 días.	65
Tabla 25 Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 15%, obtenida 14 días.	66
Tabla 26 Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 15%, durante 28 días.	67
Tabla 27 Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 20%, obtenida 7 días.	68
Tabla 28 Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 20%, a los 14 días.	69



Tabla 29 Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 20%, obtenida en 28 días.....	70
Tabla 30 Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 25%, durante 7 días.....	71
Tabla 31 Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 25%, lograda 14 días.....	72
Tabla 32 Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 25%, obtenida 28 días.....	73
Tabla 33 Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 3%, obtenida en 7 días.....	74
Tabla 34 Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 3%, obtenida en 14 días.....	75
Tabla 35 Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 3%, obtenida en 28 días.....	76
Tabla 36 Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 5%, a los 7 días.	77
Tabla 37 Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 5%, durante 14 días.....	78
Tabla 38 Resistencia alcanzados del concreto + incorporación de Fibras de Aluminio al 5%, a los 28 días.	79
Tabla 39 Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 7%, durante 7 días.....	80
Tabla 40 Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 7%, lograda en 14 días.....	81
Tabla 41 Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 7%, durante 28 días.....	82
Tabla 42 Resistencia del concreto + escorias de cobre al 20% y Fibras de Aluminio al 3%, 7 días.....	83
Tabla 43 Resistencia del concreto + escorias de cobre al 20% y Fibras de Aluminio al 3%, a los 14 días.	84
Tabla 44 Resistencia del concreto + escorias de cobre al 20% y Fibras de Aluminio al 3%, en 28 días.....	85



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Sección transversal de la estructura del pavimento rígido.....	27
Figura 2	Prueba Slump.....	33
Figura 3	Clasificación de fallas	34
Figura 4	Ubicación de la cantera Yocará	44
Figura 5	Escorias de Cobre	44
Figura 6	Fibras de Aluminio	45
Figura 7	Ficha técnica.....	45
Figura 8	Curva de gruesos.....	51
Figura 9	Curva de finos.....	52
Figura 10	Resistencia a la compresión	56
Figura 11	Dosificaciones del Diseño de Mezclas	58
Figura 12	Asentamiento del concreto + escorias de cobre.....	60
Figura 13	Asentamiento del concreto +Fibras de Aluminio	61
Figura 14	Resistencia alcanzada lograda 7 días muestra patrón.....	62
Figura 15	Resistencia alcanzada obtenida en 14 días muestra patrón	63
Figura 16	Resistencia alcanzada durante 28 días muestra patrón.....	64
Figura 17	Resistencia alcanzada con 15% de escorias de cobre, del concreto durante 7 días.....	65
Figura 18	Resistencia alcanzada con 15% de escorias de cobre, del concreto durante 14 días.....	66
Figura 19	Resistencia alcanzada con 15% de escorias de cobre, del concreto durante 28 días.....	67
Figura 20	Resistencia alcanzada con 20% de escorias de cobre, del concreto durante 7 días.....	68
Figura 21	Resistencia alcanzada con 20% de escorias de cobre, del concreto obtenida 14 días.....	69
Figura 22	Resistencia alcanzada con 20% de escorias de cobre, del concreto durante 28 días.....	70
Figura 23	Resistencia alcanzada con 25% de escorias de cobre, del concreto obtenida en 7 días.....	71
Figura 24	Resistencia alcanzada con 25% de escorias de cobre, del concreto durante 14 días.....	72
Figura 25	Resistencia alcanzada con 25% de escorias de cobre, del concreto durante 28 días.....	73



Figura 26 Resistencia alcanzada con 3% de Fibras de Aluminio, del concreto obtenida en 7 días.....	74
Figura 27 Resistencia alcanzada con 3% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 14 días.....	75
Figura 28 Resistencia alcanzada con 3% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 28 días.....	76
Figura 29 Resistencia alcanzada con 5% de Fibras de Aluminio, del concreto, durante 7 días.....	77
Figura 30 Resistencia alcanzada con 5% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 14 días.....	78
Figura 31 Resistencia alcanzada con 5% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 28 días.....	79
Figura 32 Resistencia alcanzada con 7% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 7 días.....	80
Figura 33 Resistencia alcanzada con 7% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 14 días.....	81
Figura 34 Resistencia alcanzada con 7% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 28 días.....	82
Figura 35 Resistencia alcanzada con la combinación de EC al 20% y FA al 3%, durante 7 días.....	83
Figura 36 Resistencia alcanzada con la combinación de EC al 20% y FA al 3%, durante 14 días.....	84
Figura 37 Resistencia alcanzada con la combinación de EC al 20% y FA al 3%, a los 28 días.....	85



RESUMEN

La tesis "**Evaluación de la resistencia del concreto para pavimento rígido incorporando escorias de cobre y fibras de aluminio en el distrito de San Miguel 2023**", La investigación se centra en mejorar la resistencia del concreto al incorporar escorias de cobre y fibras de aluminio. Se analizaron las cualidades físicas y mecánicas del concreto para pavimentos. En cuanto al slump, con la adición de escorias de cobre (15%, 20% y 25%) se obtuvieron valores de 2.59", 3.23", 2.92" y 2.86". Con fibras de aluminio (3%, 5% y 7%) los valores fueron 2.57", 3.22", 3.21" y 3.24". Estos logros reflejan una reducción del slump en similitud con la muestra estándar. En la resistencia del concreto ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$), el concreto patrón alcanzó resistencias de 211.87 kg/cm^2 , 241.97 kg/cm^2 y 285.92 kg/cm^2 durante 7, 14 y 28 días, respectivamente. Con la adición de escorias de cobre, se observaron los siguientes logros: al 15% de escorias, 214.60 kg/cm^2 , 265.42 kg/cm^2 y 292.82 kg/cm^2 ; al 20%, 230.77 kg/cm^2 , 295.67 kg/cm^2 y 314.45 kg/cm^2 ; y al 25%, 218.42 kg/cm^2 , 251.14 kg/cm^2 y 301.06 kg/cm^2 , concluyendo que la adición del 20% de escorias de cobre ofrece los mejores logros. Respecto a la adición de fibras de aluminio, los logros fueron: al 3%, 216.97 kg/cm^2 , 265.21 kg/cm^2 y 292.00 kg/cm^2 ; al 5%, 221.22 kg/cm^2 , 285.60 kg/cm^2 y 311.26 kg/cm^2 ; y al 7%, 215.76 kg/cm^2 , 283.54 kg/cm^2 y 302.40 kg/cm^2 , determinándose que el 5% de fibras de aluminio es el más óptimo. Finalmente, la combinación óptima de 20% de escorias de cobre y 5% de fibras de aluminio mostró resistencias de 226 kg/cm^2 , 283.05 kg/cm^2 y 291.25 kg/cm^2 a los 7, 14 y 28 días. Sin embargo, se observó que dicha combinación afecta la resistencia, aunque se mantiene dentro de un rango aceptable.

Palabras clave: Asentamiento, Resistencia a Compresión, Escorias de Cobre, Fibras de Aluminio.



ABSTRACT

The thesis "Evaluation of the strength of concrete for rigid pavement incorporating copper slag and aluminum fibers in the district of San Miguel 2023", The research focuses on improving the strength of concrete by incorporating copper slag and aluminum fibers. The physical and mechanical qualities of concrete for pavements were analyzed. Regarding the slump, with the addition of copper slag (15%, 20% and 25%) values of 2.59", 3.23", 2.92" and 2.86" were obtained. With aluminum fibers (3%, 5% and 7%) the values were 2.57", 3.22", 3.21" and 3.24". These achievements reflect a reduction in slump similar to the standard sample. In concrete strength ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$), the standard concrete achieved strengths of 211.87 kg/cm^2 , 241.97 kg/cm^2 and 285.92 kg/cm^2 for 7, 14 and 28 days, respectively. With the addition of copper slag, the following achievements were observed: at 15% of slags, 214.60 kg/cm^2 , 265.42 kg/cm^2 and 292.82 kg/cm^2 ; at 20%, 230.77 kg/cm^2 , 295.67 kg/cm^2 and 314.45 kg/cm^2 ; and at 25%, 218.42 kg/cm^2 , 251.14 kg/cm^2 and 301.06 kg/cm^2 , concluding that the addition of 20% copper slag offers the best results. Regarding the addition of aluminum fibers, the results were: at 3%, 216.97 kg/cm^2 , 265.21 kg/cm^2 and 292.00 kg/cm^2 ; at 5%, 221.22 kg/cm^2 , 285.60 kg/cm^2 and 311.26 kg/cm^2 ; and at 7%, 215.76 kg/cm^2 , 283.54 kg/cm^2 and 302.40 kg/cm^2 , determining that 5% of aluminum fibers is the most optimal. Finally, the optimal combination of 20% copper slag and 5% aluminum fibers showed strengths of 226 kg/cm^2 , 283.05 kg/cm^2 and 291.25 kg/cm^2 at 7, 14 and 28 days. However, it was observed that this combination affects the strength, although it remains within an acceptable range.

Keywords: Settling, Compressive Strength, Copper Slag, Aluminum Fibers.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el desarrollo de nuevas tecnologías y materiales para la construcción de infraestructuras viales es crucial para mejorar la durabilidad y resistencia de los pavimentos, así como para contribuir a la sostenibilidad ambiental. El pavimento rígido, utilizado en la construcción de carreteras, aeropuertos y vías urbanas, se caracteriza por su capacidad de soportar cargas pesadas y su bajo requerimiento de mantenimiento a largo plazo. Sin embargo, la búsqueda de alternativas que optimicen el desempeño del concreto utilizado en pavimentos ha llevado a la investigación de materiales complementarios como las escorias de cobre y las fibras de aluminio.

El uso de escorias de cobre, un subproducto industrial del proceso de fundición de este metal, no solo representa una solución viable para el manejo de residuos, sino que también ha demostrado mejorar ciertas propiedades mecánicas del concreto. De manera similar, la incorporación de fibras metálicas, como las de aluminio, puede reforzar la matriz de concreto, aumentando su resistencia a la tracción, mejorando su comportamiento frente a fisuras y reduciendo la fragilidad del material.

En el distrito de San Miguel, Lima, el crecimiento urbano y las demandas de infraestructura vial de alta calidad han resaltado la necesidad de implementar soluciones innovadoras que mejoren la resistencia de los pavimentos. Este estudio se propone evaluar el impacto de la incorporación de escorias de cobre y fibras de aluminio en el concreto destinado a pavimentos rígidos, analizando su influencia en la resistencia a la compresión y durabilidad del material.

La investigación busca proporcionar una alternativa sostenible y eficiente que pueda ser replicada en otros proyectos de construcción vial en el Perú, con el objetivo de mejorar el desempeño estructural de los pavimentos y promover el uso de materiales reciclados y de desecho en la industria de la construcción.



La investigación aborda estos temas en diferentes capítulos, que se desarrollarán en los siguientes apartados.

Capítulo I: Se presenta el análisis de la investigación, abordando la problemática, planteamiento del problema, objetivos y justificación, tanto en aspectos técnicos como sociales. Estos elementos permiten establecer las hipótesis.

Capítulo II: Se desarrolla el marco teórico, que incluye antecedentes de investigación, conceptos clave para guiar la exploración y un marco teórico que facilita la interpretación de términos relevantes.

Capítulo III: Se detalla el modelo de investigación y las pruebas realizadas, siguiendo el enfoque metodológico acordado para alcanzar los objetivos propuestos.

Capítulo IV: Se procesan y discuten los logros logrados, contrastándolos con los objetivos fijados, apoyados por pruebas de laboratorio. Últimamente, se presentan las conclusiones, sugerencias, referencias y anexos.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.

A nivel regional, se ha observado que muchas vías pavimentadas no logran cumplir con su vida útil debido a deterioros prematuros. En la ciudad de Juliaca, el incremento del tránsito vehicular ha excedido la capacidad de PESO para la cual fueron diseñadas las vías, lo que ha generado un interés en mejorar las cualidades mecánicas del concreto utilizado en pavimentos sin incurrir en costos elevados. Asimismo, Juliaca enfrenta problemas de acumulación de residuos industriales, como cobre y aluminio, generados por diversas industrias. Dado que estos materiales no afectarían negativamente la composición del concreto, sino que, por el contrario, podrían mejorar su desempeño, esta investigación propone su aprovechamiento en la pavimentación del Jr. Piérola. El objetivo es incrementar la resistencia y durabilidad de infraestructura vial, al tiempo que se reducen los costos mediante el uso de materiales reciclados.



1.2 Planteamiento del Problema.

1.2.1 Problema General.

¿Cómo realizar la evaluación de la resistencia del concreto para pavimento rígido incorporando escorias de cobre y fibras de aluminio en el distrito de San Miguel 2023?

1.2.2 Problemas Específicos.

- a. ¿Cuál es la dosificación de los componentes para un diseño de mezcla de un concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con el empleo de agregados naturales para un pavimento rígido en el distrito de San Miguel 2023?
- b. ¿Cómo incide la incorporación de escorias de cobre y fibras de aluminio en porcentajes variables sobre las propiedades físicas y de resistencia a la compresión de un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ para un pavimento rígido en el distrito de San Miguel 2023?
- c. ¿Como incide la adición de escorias de cobre y fibras de aluminio en sus porcentajes individuales óptimos combinados sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ para un pavimento rígido en el distrito de San Miguel 2023?

1.3 Objetivos de la Investigación.

1.3.1 Objetivo General

Realizar la evaluación de la resistencia del concreto para pavimento rígido incorporando escorias de cobre y fibras de aluminio en el distrito de San Miguel 2023.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- a. Determinar la dosificación de los componentes para un diseño de mezcla de un concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con el empleo de agregados naturales para un pavimento rígido en el distrito de San Miguel 2023.



- b. Determinar cómo incide la incorporación de escorias de cobre y fibras de aluminio en porcentajes variables sobre las propiedades físicas y de resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para un pavimento rígido en el distrito de San Miguel 2023.
- c. Determinar cómo incide la adición de escorias de cobre y fibras de aluminio en sus porcentajes individuales óptimos combinados sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para un pavimento rígido en el distrito de San Miguel 2023.

1.4 Justificación de la Investigación.

1.4.1 Justificación técnica.

Las EC y FA en el concreto para pavimentos rígidos representan una oportunidad para mejorar las cualidades mecánicas y la durabilidad del material. Las E.C, al ser un subproducto de la industria del cobre, pueden actuar como un mineral activador en la matriz del concreto, mejorando su resistencia y durabilidad. Por otro lado, las fibras de aluminio tienen la capacidad de reforzar la estructura del concreto, aumentando su resistencia a la tracción y reduciendo la probabilidad de fisuración. Evaluar el desempeño de este concreto en pavimentos rígidos puede proporcionar datos valiosos sobre su comportamiento en condiciones reales de tráfico y PESO, contribuyendo a la innovación en el diseño y la construcción de pavimentos.

1.4.2 Justificación social.

Desde una perspectiva social, mejorar la calidad del concreto utilizado en pavimentos tiene un impacto directo en la seguridad y el confort de los usuarios. Un concreto más resistente y duradero puede reducir la frecuencia de reparaciones y mantenimiento, lo que a su vez disminuye las molestias para los conductores y peatones. Además, el uso de escorias de cobre y fibras de aluminio en lugar de materiales convencionales contribuye a una gestión más sostenible de los residuos industriales, fomentando prácticas de construcción más ecológicas. Este enfoque puede generar una



mayor conciencia ambiental en la comunidad y apoyar la adopción de tecnologías de construcción sostenibles. También, la implementación de estas nuevas tecnologías puede crear oportunidades para la capacitación y el empleo local, fortaleciendo el tejido socioeconómico de la región.

1.4.3 Justificación económica.

Desde un punto de vista económico, el uso de EC y FA en el concreto puede ofrecer significativas ventajas. Si el concreto mejorado demuestra ser más resistente y duradero, los costos asociados con el mantenimiento y las reparaciones de pavimentos podrían reducirse considerablemente a largo plazo. Además, el aprovechamiento de escorias de cobre y fibras de aluminio, que son subproductos industriales, puede resultar en una reducción de costos en comparación con los materiales tradicionales. Esta estrategia no solo puede disminuir los gastos de producción, sino que también puede ofrecer una alternativa económica y viable a las materias primas convencionales. En conjunto, la adopción de estas tecnologías innovadoras puede añadir valor a las empresas locales involucradas en su producción y aplicación, estimulando el desarrollo económico y la competitividad en el sector de la construcción.

1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1 Hipótesis General.

La incorporación de escorias de cobre y fibras de aluminio mejora las propiedades del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

- a. La dosificación de cemento, agua y agregados para el diseño de mezcla de un concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para un pavimento rígido, Según las características físico - mecánicas de los agregados naturales de la Cantera Yocara, sera de 1:0.48:2.76:2.07.



- b. La incorporación de escorias de cobre y fibras de aluminio mejora las propiedades físicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido.
- c. Las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido mejoran con la adición del 10% de escoria de cobre y 10% de fibras de aluminio.

1.6 Variables e Indicadores.

1.6.1 *Variable Independiente.*

Dosificación de EC.+ FA.

Indicadores:

- Escorias de Cobre: 15%, 20% y 25%
- Fibras de Aluminio: 3%, 5% y 7%

1.6.2 *Variable Dependiente*

Resistencia a la compresión

Indicadores:

- Esfuerzo a rotura (kg/cm^2)

1.7 Operacionalización de Variables

Tabla de variables.



Tabla 1

Operación de variables.

Variable Independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
Proporción de Escorias de Cobre, Tipo y Cantidad de Fibras de Aluminio.	Cantidad de escorias de cobre incorporadas en la mezcla de concreto, Tipo y cantidad de fibras de aluminio incorporadas en la mezcla de concreto.	Concreto con adición de escoria de cobre y fibras de aluminio.	% en peso de escorias de cobre en la mezcla, Tipo (longitud y grosor) y cantidad en peso o volumen	Medición directa y cálculo en la preparación de la mezcla.
Variable Dependiente	Definición	Dimensión		
Resistencia a la Compresión	Capacidad del concreto para soportar pesos sin fallar, medida en compresión.	Capacidad del concreto para resistir condiciones adversas durante su vida útil.	Esfuerzo a rotura (kg/cm ²)	Pruebas de compresión en laboratorio según normas ASTM.

Nota. Elaboración Propia.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Triana (2021) propuso la adición de fibras de aluminio reciclado para mejorar la adherencia y resistencia del concreto, con el fin de mitigar fisuras tempranas en construcciones de concreto en Cundinamarca. Utilizó una metodología deductiva, con enfoque cuantitativo y diseño experimental. Los logros de resistencia a la compresión a 28 días al añadir 0%, 3%, 6%, 9% y 12% de fibras de aluminio fueron 211.3, 212.3, 217, 213.2 y 209.4 kg/cm², respectivamente. Se concluyó que el 6% de adición aumentó la resistencia, mientras que el efecto varía según las características físicas de la fibra.

ResearchGate. (2020). **Destructive and Non-Destructive Testing of Copper Slag Fiber-Reinforced Concrete**. Este estudio se centra en evaluar la resistencia del concreto utilizando escoria de cobre como sustituto del agregado fino, combinado con fibras de polipropileno. Los logros revelaron que, aunque la trabajabilidad del concreto disminuyó con el aumento del contenido de fibra, la resistencia se mantuvo elevada en mezclas con hasta 80% de escoria de cobre. Los ensayos destructivos y no destructivos



también demostraron que el concreto con 40% de escoria tenía un desempeño superior en términos de resistencia, sugiriendo su viabilidad para mejorar la durabilidad y rendimiento en pavimentos.

ResearchGate. (2020). **Mechanical Properties of Fiber-Reinforced Concrete Using Copper Slag**. En este estudio, se analizaron las atributoses mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero y escoria de cobre. Los investigadores encontraron que la escoria de cobre incrementa significativamente la fuerza a la tracción y la flexión del concreto. Además, la incorporación de fibras mejoró las atributoses de resistencia a largo plazo, haciendo al concreto más adecuado para aplicaciones de pavimento rígido. Este trabajo destaca el potencial de la escoria de cobre como un sustituto viable y ecológico en la construcción.

ScienceDirect. (2019). **Durability Studies on Fiber-Reinforced EAF Slag Concrete for Pavements**. Este artículo presenta un análisis detallado sobre la durabilidad del concreto reforzado con fibras y escorias de hornos de arco eléctrico (EAF). Se investigaron atributoses como la resistencia a los ambientes agresivos y la absorción de agua, confirmando que las fibras en combinación con las escorias mejoran significativamente la durabilidad del concreto. El uso de este tipo de concreto es particularmente prometedor para aplicaciones de pavimento en áreas donde se requiere alta resistencia y durabilidad frente a condiciones climáticas extremas.

IJTSRD. (2021). **Performance Evaluation of Hybrid Fiber-Reinforced Concrete Using Copper Slag**. Este trabajo exploró el uso de escoria de cobre y una combinación de fibras híbridas (polipropileno y acero) en la creación de concreto para pavimentos. Los logros del estudio indicaron que la mezcla con escoria de cobre y fibras híbridas mejoró notablemente la resistencia a la compresión y la capacidad de flexión del concreto. Esto



sugiere que las fibras y la escoria actúan en sinergia, proporcionando un material de construcción de pavimento más fuerte y duradero.

Springer. (2020). **Laboratory Evaluation of Performance of Pavement Quality Concrete**. Este estudio de laboratorio investigó el comportamiento del concreto de alta calidad para pavimentos que incorpora escoria de cobre y fibras híbridas (polipropileno y acero). Los ensayos mostraron que la adición de escoria de cobre y fibras híbridas aumentaba la resistencia en un 5.3% en comparación con el concreto tradicional, mejorando la durabilidad sin comprometer la trabajabilidad. Se concluye que el concreto modificado es una opción viable para mejorar el rendimiento de pavimentos de tráfico pesado.

2.1.2 Antecedente Nacional.

Como parte de su investigación, Quispe y Ortiz (2020) se propusieron investigar los efectos que tiene la incorporación de escoria de cobre en el comportamiento del hormigón. Tanto la cantera poderosa de Arequipa como la cantera Icuy de Ilo les proporcionaron el material que requerían. Este es el objetivo que quieren cumplir a través de su investigación. La cantidad de escoria de cobre que se agrega al concreto es lo que determina el costo de fabricación, que puede variar entre S/. 185.02 a S/. 188.32 a S/. 189.97 a S/. 191.63, S/. 193.28 a S/. 194.93, en esa secuencia. Los logros indicaron que la resistencia del hormigón se incrementó en un 23,10% en comparación con la resistencia del hormigón convencional, y la resistencia a la tracción del hormigón demostró un incremento del 24,51%. Además, la resistencia a la flexión del hormigón aumentó un 13,89% cuando se utilizó una mezcla del 10% y el 90%. La adición de un 20% de escoria de cobre al árido fino produjo una mejora del 3,5% respecto a la muestra de referencia (p. 1-224). Esta mejora se observó en el árido fino.



(Neciosup Alegria, 2022) su tesis "Efecto de escoria de hierro en la durabilidad y resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 280 kg/cm²". Entre los objetivos más importantes de la industria de la construcción está garantizar la robustez y longevidad de las estructuras que se construyen. Los expertos en esta área han hecho de la identificación de fármacos y aditivos que puedan mejorar estas características su principal misión. El propósito de este experimento es determinar el impacto que tiene la escoria de hierro en la resistencia a la compresión y la durabilidad del concreto en Trujillo, 2021, utilizando una resistencia especificada de $f'c$ 280 kg/cm². Para reemplazar el agregado grueso por escoria de hierro, se utilizó un enfoque cuantitativo y se utilizaron procedimientos de prueba tanto aplicados como experimentales. Los porcentajes de escoria de hierro que se incluyeron fueron 5, 10, 20 y 30 por ciento. Durante el transcurso de las pruebas, se evaluó la resistencia a los 7, 14 y 28 días, y la durabilidad a los 30, 90 y 180 días. Todas estas pruebas se realizaron en condiciones difíciles, incluida la inmersión en agua salada y la degradación causada por sulfatos. Después de un período de 28 días, los logros indican que la incorporación de escoria de hierro produce una mejora en la resistencia y a la flexión en todos los porcentajes investigados. Los logros indican que la resistencia a la flexión y a la compresión aumentan con la adición de escoria de hierro en todos los porcentajes a los 28 días, sin embargo, la resistencia al desgaste disminuye durante los 180 días que se tomaron en cuenta.

(Cerdán Ramos, 2023) El objetivo de esta tesis es investigar el impacto que tiene la integración de virutas de aluminio en el concreto de Cajamarca con una resistencia a la compresión de $f'c = 210$ kg/cm² sobre la resistencia mecánica del concreto. Se realizó un examen minucioso de las atributos físicos y mecánicos de los agregados antes de utilizar el método ACI para administrar la dosis del material. Se agregaron cantidades variables de virutas de aluminio (AS) a la mezcla de cemento en las siguientes proporciones: 0,5%, 1,5% y 3% en peso. Esto dio como resultado la producción de 96 piezas de prueba, que tenían forma cilíndrica y prismática. 48 se probaron en flexión a los 7 y 28 días, y 48 se



probaron en compresión al mismo tiempo. Se siguió el manual de pruebas MTC y las pruebas también se adhirieron a las normas establecidas por NTP y ASTM. En comparación con el concreto convencional y el concreto que incluía aditivos, la baja resistencia exhibió una fluctuación más significativa y desfavorable después de 28 días. A modo de ejemplo, la incorporación de un 3% de VA dio como resultado una reducción de la resistencia a la compresión baja de hasta un 24,49%. El aumento de VA es del 39% para un aumento del 3%. A los 28 días de ETAPA, la resistencia a la flexión tiene una variación positiva máxima del 9,27%, que es resultado de un 1,5% adicional de VA. Los hallazgos indican que la inclusión de virutas de aluminio dio como resultado un aumento de la resistencia a la flexión, mientras que la resistencia se ve afectada negativamente por la composición del material.

2.1.3 Antecedente local.

(Quille Mamani & Vilca Noa, 2022), Se realizaron formulaciones sobre el procedimiento de diseño experimental, el tipo de estudio que se utilizó y el enfoque cuantitativo. Cuando se combinó 1,5% de VA con 0,5%, 1% y 1,5% de virutas de aluminio, los hallazgos demostraron que las cualidades mecánicas mejoraron. Esto estuvo de acuerdo con los objetivos que se especificaron. A los 28 días, los valores típicos para el hormigón fueron 298,09 kg/cm², en tanto el hormigón con 1,5% de VA alcanzó 82,05 kg/cm². En comparación con estas normas, el hormigón con 1,5% de VA estuvo por debajo de estos valores. En comparación con el hormigón convencional, que tenía una resistencia a la flexión de 42,52 kg/cm², la mezcla que contenía 1,5% de VA tuvo una resistencia a la flexión de 37,24 kg/cm², que fue menor. Como resultado de una interacción química entre el cemento y el aluminio, se creó gas hidrógeno y el hormigón se transformó en una sustancia porosa, lo que resultó en un cambio importante en las características físicas del material. Se observó una reducción de la caída de 8,26 cm a 2,82 cm como resultado de la incorporación de 1,5% de VA como incorporador de aire, lo que condujo a un aumento del contenido de aire hasta un 4,9%. Como resultado empleo de 1,5% de virutas de



aluminio al hormigón estándar, el peso unitario disminuyó a 2188 kg/cm³, lo que supone una disminución significativa respecto del peso de la mezcla inicial de 2249 kg/cm³. Esto indica que el hormigón que contiene VA y que tiene una resistencia de $F'c = 280$ kg/cm² es aceptable para aplicaciones que no son de naturaleza estructural, como lo indican los bajos valores obtenidos en la prueba de compresión.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Concreto.

La Norma Técnica Peruana (NTP) 339.047 (2006) define el concreto como una mezcla de materiales aglomerantes y agregados finos y gruesos. Tradicionalmente, en el concreto normal, se emplea el cemento Portland como medio aglomerante junto con agua, que permite la hidratación del cemento y la formación de una matriz sólida. Sin embargo, esta mezcla básica puede enriquecerse con el uso de materiales suplementarios, como puzolanas, escorias de alto horno, cenizas volantes o aditivos químicos, que mejoran ciertas cualidades del concreto, como su durabilidad, trabajabilidad o resistencia a factores externos.

Palacio et al. (2017) amplían esta definición, destacando que el concreto se compone de un material aglutinante, generalmente cemento, acompañado de agregados finos y gruesos que actúan como material de relleno. El cemento, como material aglutinante, desempeña un papel crucial al iniciar la reacción química de hidratación, que es la base para la formación de una masa rígida y resistente (Teye et al., 2018).

Actualmente, el concreto es el material más utilizado en la construcción a nivel mundial, con aplicaciones que abarcan desde pequeñas edificaciones hasta megainfraestructuras. Navas et al. (2015) subrayan que el concreto ha demostrado ser un material confiable a lo largo de los siglos, con estructuras que han perdurado más de 200 años, testimonio de su resistencia y durabilidad. Este éxito se debe, en parte, a la versatilidad del concreto para adaptarse a diferentes condiciones y requisitos estructurales.

Un aspecto fundamental del concreto es el papel de los agregados, que ocupan aproximadamente el 75% del volumen del concreto endurecido. Los agregados, tanto finos como gruesos, no solo contribuyen a la economía del material, sino que también influyen en sus atributos mecánicas y físicas. La selección adecuada de los agregados es clave para garantizar una óptima resistencia y durabilidad en las estructuras de concreto (Teye et al., 2018).

2.2.1.1 Tipo de Concreto

La NTP 339.047 (2006) establece diferentes clasificaciones del concreto según sus características y aplicaciones específicas. Entre los tipos de concreto mencionados, se destacan los siguientes:

Concreto de alta resistencia: Este tipo de concreto se caracteriza por ofrecer una resistencia significativamente superior a la utilizada comúnmente en las obras de construcción. Aunque su definición puede variar según las normativas y necesidades de cada país, generalmente se considera concreto de alta resistencia aquel que tiene una resistencia a la compresión de diseño que supera los 70 MPa. Este concreto es especialmente útil en proyectos que requieren estructuras con mayor capacidad de PESO y durabilidad, como rascacielos, puentes o estructuras sometidas a condiciones extremas.

Concreto de densidad elevada o concreto pesado: Este tipo de concreto se fabrica utilizando agregados de alta densidad, como barita o hematita, con el fin de obtener una mezcla más densa. Su densidad puede superar los 3,200 kg/m³, y se emplea en aplicaciones donde se requiere una mayor masa por volumen, como en la construcción de estructuras de protección contra la radiación (blindajes de reactores nucleares) o en contrapesos estructurales.

Concreto de peso normal: Este es el tipo de concreto más comúnmente utilizado en la construcción, producido con agregados de densidad normal, como piedra triturada o grava, y tiene una densidad típica de aproximadamente 2,400 kg/m³. Se utiliza en una amplia gama de aplicaciones de construcción civil, incluidas estructuras residenciales, comerciales e infraestructuras como carreteras y puentes.

2.2.1.2 Materiales

Cemento: El cemento es un aglomerante que, al mezclarse con agua, inicia una reacción química que lo convierte en una pasta trabajable con buenas atributos adherentes (Vidaud, 2013). Es un componente esencial en la construcción de estructuras civiles (Camargo y Higuera, 2017). Además de los cementos tradicionales (alta resistencia a sulfatos) y HE (gran resistencia inicial) (NTP 334.082).

Agua: importante durante todo el desarrollo.

Agregados: Los agregados son materiales granulares, naturales o artificiales, que aportan cuerpo al concreto y son más económicos que el cemento (Palacio et al., 2017). Su función principal es proporcionar firmeza, tamaño y durabilidad al concreto (Navas et al., 2015).

2.2.2 Agregados

Los ****agregados**** desempeñan un papel fundamental en las atributs del concreto, ya que influyen directamente en su resistencia mecánica, durabilidad, comportamiento elástico, y en sus atribtuos térmicas y acústicas. Dado que constituyen la mayor parte del volumen del concreto, los agregados son decisivos tanto en su estado fresco como en su estado endurecido, actuando no solo como un relleno económico, sino también aportando ventajas significativas a la mezcla en términos de estabilidad y desempeño. Como señala Rivva L. (2004), los agregados no solo reducen el costo de la mezcla, sino que también proporcionan una base sólida para mejorar la cohesión y la manejabilidad del concreto.

En su mayoría, los agregados son materiales inertes, lo que significa que no interactúan químicamente con los demás componentes de la mezcla, especialmente con el cemento. Sin embargo, existen excepciones. Algunos agregados, especialmente en su fracción más fina, pueden tener una actividad hidráulica que contribuye al desarrollo de la resistencia mecánica del concreto. Entre estos se incluyen las escorias de alto horno provenientes de la industria siderúrgica y los materiales volcánicos que contienen sílice activa, los cuales pueden reaccionar con el cemento durante la hidratación para mejorar

los atributos mecánicos del concreto (Rivera, 2013). Estos agregados con atributos puzolánicas no solo mejoran la resistencia, sino también la durabilidad del concreto, haciéndolo menos susceptible a la penetración de agentes agresivos como el agua o los sulfatos.

Los agregados finos y gruesos también tienen una gran incidencia en la ****manejabilidad**** del concreto fresco, es decir, su capacidad para ser colocado y compactado sin segregarse. Un buen diseño de mezcla, que considere tanto la granulometría como la distribución de los tamaños de los agregados, puede mejorar notablemente la fluidez y la trabajabilidad de la mezcla.

En términos de ***atributos térmicas****, los agregados también influyen en la capacidad del concreto para absorber y disipar calor, lo que es crucial en aplicaciones donde el control térmico es importante, como en grandes estructuras de concreto o en regiones con amplias variaciones climáticas. Igualmente, los agregados pueden mejorar las ****atributos acústicas**** del concreto, lo que es beneficioso en la construcción de edificios donde se requiere aislamiento acústico, como auditorios o zonas urbanas de alta densidad.

Los agregados se clasifican:

- ☐ **Por procedencia:** Los agregados naturales provienen de canteras y pueden usarse tal como se extraen o tras modificaciones, conservando los atributos de la roca madre. Los agregados artificiales resultan de procesos de transformación, como el concreto reciclado o arcillas expandidas (Rivera, 2013).
- ☐ **Por densidad:** Los agregados pueden ser ligeros, normales o pesados, lo que afecta la densidad del concreto en el que se utilizan (Rivera, 2013).
- ☐ **Por gradación:** Los agregados finos pasan entre los tamices N°3/8" y N°200 (ej. arena), mientras que los gruesos se retienen en el tamiz N°4 (ej. piedra chancada y grava) (Pasquel, 1993).

La **NTP 400.011 (2008)** establece una serie de definiciones precisas sobre los diferentes tipos de agregados utilizados en la industria del concreto:



- **Agregado:** Es el conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser sometidas a tratamientos o procesos de elaboración. Sus dimensiones están establecidas por los límites específicos que fija la norma. Se les conoce también como "áridos", y son elementos esenciales en la composición del concreto, tanto para su estructura como para mejorar sus atributos mecánicas y físicas.
- **Agregado denominado hormigón:** Se refiere a una mezcla de materiales como piedra, arena y finos, que se encuentra generalmente en canteras. Este tipo de agregado se utiliza principalmente en concretos no estructurales, donde la resistencia no es un factor primordial.
- **Agregado para hormigón (concreto):** Es un conjunto de partículas pétreas, ya sean de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas según lo requerido. Las dimensiones de estas partículas están reguladas por la NTP 400.037, que define sus límites para garantizar la calidad y desempeño adecuado en estructuras de concreto.
- **Agregado anguloso:** Son aquellos agregados cuyas partículas presentan aristas bien definidas formadas por la intersección de superficies aproximadamente planas. Este tipo de agregado mejora la adherencia con la pasta de cemento, lo que contribuye a la resistencia del concreto.
- **Agregado aislante:** Comprende dos grupos principales:
 - *Grupo I:* Agregados no estructurales que cumplen con los requisitos de la norma ASTM C332, incluyendo materiales como la perlita (con densidades de entre 120 kg/m³ y 192 kg/m³) y la vermiculita (con densidades de entre 88 kg/m³ y 160 kg/m³).
 - *Grupo II:* Agregados que cumplen con los requisitos de las normas ASTM C330 y ASTM C331. Se utilizan en aplicaciones donde se requiere aislamiento térmico o bajo peso.
- **Agregado bien graduado:** Es aquel cuya distribución de tamaños de partículas es tal que produce una densidad máxima al minimizar los vacíos entre las partículas. Esto contribuye a un concreto más compacto y con mejores atributos estructurales.



- **Agregado de granulometría densa:** Este agregado se clasifica de manera que, al ser compactado, se obtiene un contenido de vacíos bajo y un peso máximo, lo que mejora las atributos mecánicas del concreto.
- **Granulometría discontinua:** Se refiere a un agregado clasificado en el que ciertos tamaños intermedios de partículas están prácticamente ausentes, lo que puede tener efectos en la trabajabilidad y la estructura interna del concreto.
- **Agregado de peso normal:** Son aquellos agregados que no se clasifican ni como pesados ni como livianos, y tienen una densidad estándar que se utiliza en la mayoría de las aplicaciones estructurales.
- **Agregado de tamaño único:** En este caso, una gran proporción de las partículas del agregado se encuentra dentro de un rango de tamaños limitados, lo que afecta la distribución y compactación de las partículas en el concreto.
- **Agregado que pasa:** Un agregado se considera que pasa por un tamiz si no retiene más del 5% en masa (peso) del material tamizado, según los criterios establecidos por la NTP.
- **Agregado retenido:** Un agregado se considera retenido por un tamiz cuando este no deja pasar más de un 5% en masa (peso) del material tamizado, definiendo así su tamaño mayoritario.
- **Agregado fino:** Se refiere a agregados artificiales o de rocas que resultan de la disgregación natural o artificial de la piedra y que pasan por el tamiz normalizado de 9,5 mm (3/8 pulgadas). Cumplen con los límites establecidos en la NTP 400.037 y se utilizan en la mezcla para aumentar la cohesión y la trabajabilidad del concreto.
- **Agregado global:** Es una mezcla de agregado fino y grueso que ha sido normalizada por su granulometría, lo que permite una distribución adecuada de partículas para obtener un concreto compacto y homogéneo.
- **Agregado grueso:** Es aquel agregado que queda retenido en el tamiz normalizado de 4,75 mm (Nº 4) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037. Se

obtiene por la disgregación natural o artificial de rocas, y su tamaño mayor contribuye a la resistencia y estabilidad del concreto.

- **Agregado ligero (liviano):** Son agregados de baja densidad utilizados en la producción de concreto ligero. Estos incluyen materiales como arcilla expandida, perlita, vermiculita, pumita natural, ceniza volante sinterizada, escoria industrial, entre otros, que reducen el peso del concreto sin comprometer su resistencia.
- **Agregado ligero para uso en albañilería:** Este tipo de agregado cumple con los requisitos de la norma ASTM C331 y tiene una densidad de masa menor a 1120 kg/m^3 para el agregado fino y menor a 880 kg/m^3 para el agregado grueso. Se usa para reducir el peso de las estructuras no estructurales.
- **Agregado ligero para uso estructural:** Es un agregado estructural que cumple con los requisitos de la norma ASTM C330 y tiene una densidad de masa menor a 1120 kg/m^3 para el agregado fino y menor a 880 kg/m^3 para el grueso. Se emplea en estructuras que requieren menor peso sin sacrificar la capacidad de PESO.
- **Agregado mineral:** Este tipo de agregado está compuesto principalmente por materiales inorgánicos, lo que lo convierte en una opción ideal para mejorar la durabilidad y resistencia del concreto, especialmente en ambientes agresivos.

2.2.2.1 Clasificación de los agregados

La **NTP 400.011 (2008)** establece una clasificación específica para los agregados basada en su **composición granulométrica**, la cual es esencial para garantizar el rendimiento adecuado del concreto. La granulometría de los agregados afecta directamente la trabajabilidad, compacidad, resistencia y durabilidad del concreto. Los puntos clave que señala la norma son los siguientes:

1. Requisitos de granulometría de los agregados:

Los agregados deben cumplir con los límites granulométricos especificados en las **Normas Técnicas Peruanas** correspondientes. Estas normas fijan los rangos aceptables de tamaño de las partículas, tanto para los agregados finos como para los gruesos, con el fin de asegurar un concreto de calidad. Los límites granulométricos ayudan a garantizar

que la mezcla de concreto sea adecuada para su propósito, controlando la cantidad de vacíos y la proporción de finos en la mezcla.

2. Determinación de la composición granulométrica:

La composición granulométrica de los agregados se determina mediante el uso de una serie de **tamices** especificados por la norma.

Tabla 2

Tamices a utilizar.

Tamiz (mm)	Rango de retención acumulada (%)
37.5	100
19.0	90 - 100
9.5	40 - 70
4.75	0 - 15
2.36	0 - 5

La clasificación granulométrica obtenida a través del análisis de tamices es fundamental para ajustar la proporción de agregados en concreto, maximizando la compactación y minimizando el contenido de vacíos, lo que contribuye a mejorar la resistencia y durabilidad de la estructura final.

2.2.3 El cobre

El cobre, un metal de transición de color rojizo con brillo metálico, se destaca por varias aleran físicas y mecánicas que lo hacen valioso en múltiples aplicaciones industriales. Una de sus principales características es su alta conductividad eléctrica, lo que lo convierte en uno de los mejores conductores de electricidad. Esto es crucial en aplicaciones como cables eléctricos y componentes electrónicos, donde se requiere una transferencia eficiente de energía. Además, el cobre posee una notable ductilidad y maleabilidad, lo que significa que puede deformarse considerablemente sin fracturarse, permitiendo su manipulación y fabricación en una amplia aleran de formas y productos.

Otra ventaja significativa del cobre es su resistencia a la corrosión, lo que lo hace duradero en ambientes expuestos a la humdd o agentes corrosivos, especialmente cuando se utiliza en sistemas de plomería, techados y otras aplicaciones exteriores. Su densidad teórica es de 8.96 g/cm³, lo que refleja su carácter relativamente denso comparado con

otros metales. Además, el cobre presenta una dureza en la escala de MOHS de 3.0, lo que indica que es un metal relativamente blando y fácil de trabajar sin desgastar herramientas de corte y procesamiento.

En términos de propiedades térmicas, el cobre tiene una conductividad térmica alta de 400 W/(K·m), lo que permite la rápida disipación del calor. Esta propiedad es especialmente útil en aplicaciones donde se requiere controlar la acumulación de calor, como en sistemas de refrigeración, disipadores de calor y en la fabricación de componentes electrónicos.

Estas propiedades hacen del cobre un material esencial en sectores como la construcción, la electricidad y la electrónica, así como en la fabricación de componentes industriales que requieren resistencia al calor, deformabilidad y durabilidad a largo plazo (Baldoceca & Vega, 2019, pág. 14).

2.2.3.1 Cualidades de la escoria de cobre.

Las **escorias de cobre** son un subproducto de la fundición del cobre, generado durante el proceso de extracción y refinación del mineral. Debido a su composición química y propiedades físicas, las escorias de cobre se han investigado y utilizado en diversas aplicaciones, como en la fabricación de concreto, materiales de construcción y en la ingeniería civil. A continuación, se describen sus atributos más importantes:

1. Composición Química:

Las escorias de cobre contienen diversos óxidos metálicos que influyen en sus propiedades:

- **Óxido de silicio (SiO_2):** Representa aproximadamente el 30-40% de la escoria, lo que le otorga propiedades similares a las de los agregados pétreos.
- **Óxido de hierro (Fe_2O_3):** Se encuentra en proporciones del 35-45%, contribuyendo a la densidad y resistencia de la escoria.
- **Óxido de aluminio (Al_2O_3), óxidos de calcio (CaO)** y otros componentes menores: Presentes en pequeñas cantidades, mejoran las propiedades cementantes cuando la escoria se usa en aplicaciones de concreto.

2. Propiedades Físicas:



- **Densidad:** La densidad de la escoria de cobre varía entre **2.8 g/cm³ y 3.8 g/cm³**, lo que la hace adecuada para su uso como agregado en concreto pesado.
- **Textura y forma:** Las partículas de escoria de cobre suelen ser angulosas y ásperas, lo que mejora la adherencia con la matriz del cemento en el concreto.
- **Tamaño de partículas:** La escoria de cobre puede ser triturada para obtener diferentes tamaños, desde agregados gruesos hasta finos, dependiendo de su uso específico en mezclas de concreto o como relleno.

3. Resistencia a la abrasión:

La escoria de cobre presenta una **alta resistencia a la abrasión**, lo que la hace adecuada para aplicaciones en pavimentos y estructuras que requieran resistencia al desgaste.

4. Conductividad térmica:

Aunque no tiene una conductividad térmica tan alta como el cobre metálico, la escoria de cobre tiene una **conductividad térmica moderada**, lo que puede influir en la capacidad de disipación de calor en aplicaciones como capas de relleno en carreteras o pavimentos.

5. Estabilidad y resistencia a la corrosión:

La escoria de cobre es un material altamente **resistente a la corrosión** y a los ataques químicos, lo que la hace idónea para su uso en entornos agresivos o en aplicaciones donde el concreto pueda estar expuesto a agentes corrosivos, como en construcciones marinas o industriales.

6. Propiedades mecánicas:

La escoria de cobre muestra buenas propiedades mecánicas, como una **alta resistencia a la compresión** y **bajo índice de absorción de agua**, lo que la hace adecuada para su incorporación en mezclas de concreto para mejorar la durabilidad y la resistencia a la fractura.

8. Impacto ambiental:

La reutilización de la escoria de cobre en aplicaciones de construcción ayuda a reducir el impacto ambiental asociado con los desechos de la minería, promoviendo la sostenibilidad y el aprovechamiento de subproductos industriales.

2.2.3.2 Tratamiento de la escoria de cobre

Las escorias de cobre tienen la forma de piedras de distintos tamaños, oscilan desde 3" a tamaños muy pequeños equivalente a la malla nro. 100; su tratamiento va a depender en qué forma se la quiera reutilizar, para esta investigación fue necesario moler estos residuos y utilizar el material pasante de la malla # 4 (Quispe & Ortiz, 2020, págs. 34-36).

2.2.3.3 Uso de la escoria en el concreto

El uso de la escoria en el concreto permita que sea reutilizada como parte del concreto estructural en sustitución simple del agregado fino (arena) en un determinado porcentaje, el cual le proporcione mejores atributos físicos al concreto (Quispe & Ortiz, 2020, págs. 37-39).

2.2.4 El aluminio

El aluminio pertenece a los metales no ferrosos, y abunda en gran cantidad de los diferentes metales que existe hoy en día, tiene un margen o porcentaje de 8% de la capa superficial de planeta tierra. De acuerdo a sus atributos, datos obtenidos es el metal más comercial y utilizado en la actualidad. Es el metal más ligero de los diferentes metales que existe y es de color de plomo blanquino, se produce en gran cantidad. La fuente de aluminio es la mezcla de bauxita que a la vez está conformada de alúmina. El metal demasiado blando y puro es el aluminio, por lo tanto, la resistencia del acero se le conoce como dureza é tenaz por sus atributos, para la industria es muy útil y también para el mercado de la construcción, y también para las empresas de aeronáutica, minera y decoración de distintos ambientes en el sector público y privado de la construcción. El metal que proporciona la dureza es el aluminio y cabe mencionar, tiene un peso muy bajo, por otro

lado, tiene la facilidad de pulir, maleable, dúctil y tenaz, y es resistente a la corrosión (Galvis & Vergara, 2017, págs. 36-37).

2.2.4.1 cualidades de la Fibras de aluminio.

Las **fibras de aluminio** son materiales de refuerzo utilizados en diversas aplicaciones industriales y en la construcción para mejorar las atributs mecánicas de los materiales compuestos, como el concreto. A continuación, se describen las principales atributos de las fibras de aluminio:

1. Densidad Baja:

más destacadas del aluminio es su **baja densidad**, que es aproximadamente de **2.7 g/cm³**. Esto hace que las fibras de aluminio sean una opción atractiva para reforzar materiales sin aumentar significativamente su peso, lo que es beneficioso en aplicaciones donde el peso es una limitación importante, como en la industria automotriz o aeronáutica, y en elementos estructurales de concreto ligero.

2. Alta Relación Resistencia-Peso:

Las fibras de aluminio presentan una **alta relación resistencia-peso**, lo que significa que, a pesar de ser ligeras, ofrecen una resistencia considerable. Esto las convierte en un excelente material de refuerzo en matrices de concreto, mejorando la resistencia a la tracción y la capacidad de soportar peso.

3. Resistencia a la Corrosión:

El aluminio forma una capa protectora de **óxido de aluminio (Al₂O₃)** cuando se expone al aire, lo que le otorga una excelente **resistencia a la corrosión**. Este atributo es especialmente importante cuando las fibras de aluminio se utilizan en ambientes agresivos o en estructuras expuestas a humedad o sustancias corrosivas, ya que contribuyen a mejorar la durabilidad del material compuesto.

4. Conductividad Eléctrica:

Las fibras de aluminio poseen una **alta conductividad eléctrica**, lo que las hace útiles en aplicaciones donde se requiere la dispersión de peso electrostáticas o la



conducción de electricidad. Sin embargo, en el caso de aplicaciones en concreto, esta atributos no suele ser un factor determinante.

5. Conductividad Térmica:

El aluminio también tiene una **alta conductividad térmica**, lo que le permite disipar el calor de manera eficiente. En materiales compuestos, esta atributosA puede ayudar a reducir las tensiones térmicas generadas por cambios bruscos de temperatura. La conductividad térmica del aluminio es aproximadamente de **237 W/(K·m)**, lo que permite su uso en aplicaciones donde el control de la temperatura es importante.

6. Ductilidad y Maleabilidad:

Las fibras de aluminio son altamente **dúctiles y maleables**, lo que significa que pueden deformarse considerablemente bajo PESOs antes de romperse. Esta cualidades es útil en aplicaciones estructurales donde se requiere absorción de energía o resistencia al impacto, ya que las fibras de aluminio pueden soportar deformaciones importantes sin fracturarse, mejorando la capacidad de PESO y la resistencia a la fisuración en el concreto.

7. Resistencia a la Tracción:

El aluminio tiene una **resistencia a la tracción** moderada en comparación con otros metales, con un valor típico de **90-150 MPa**, aunque en aleaciones puede alcanzar resistencias mayores. Las fibras de aluminio, cuando se añaden al concreto, pueden ayudar a mejorar la **resistencia a la tracción** y la **resistencia a la flexión**, proporcionando refuerzo en situaciones donde el concreto por sí solo sería frágil bajo peso de tracción.

8. Estabilidad Térmica:

El aluminio tiene una buena **resistencia a altas temperaturas**, lo que permite que las fibras de aluminio mantengan su integridad estructural en aplicaciones donde el material compuesto puede estar expuesto a temperaturas elevadas. Sin embargo, a temperaturas extremadamente altas, las cualidadeses mecánicas del aluminio pueden verse afectadas, lo que es un factor a considerar en su uso.

9. Compatibilidad con Matrices de Concreto:

Las fibras de aluminio son compatibles con mezclas de concreto y pueden mejorar varias cualidades del concreto, como su resistencia al impacto y la reducción de la fisuración por contracción. Al distribuirse uniformemente en la mezcla, las fibras actúan como puentes que impiden la propagación de fisuras en el material, lo que mejora su resistencia a largo plazo y reduce la necesidad de refuerzos adicionales.

10. Aplicaciones en Concreto:

En el concreto reforzado con fibras, las fibras de aluminio pueden proporcionar un aumento en la resistencia a la tracción, flexión y compresión, así como una mejora en la durabilidad del concreto frente a impactos y PESOs cíclicas. También pueden contribuir a reducir la fisuración por contracción plástica durante el secado del concreto.

Tabla 3

Datos de Aluminio

Propiedades del aluminio (al)		
Masa atómica		26.9851 (g/mol)
Densidad		2700kg/m ³
Ebullición		2467 °C
Fusión		660 °C
Calor	de fusión	10.79 kJ/mol
	Específico	0.92 (0.23 cal/g °C) (Cp) J/Gk
	Latente de fusión	395*10 ³ (94 Kcal/kg)

2.2.5 Pavimentos

Los pavimentos se componen de una serie de capas dispuestas de manera horizontal, cada una de las cuales cumple una función específica dentro de la estructura total. Estas capas son diseñadas y construidas utilizando materiales apropiados, que son seleccionados cuidadosamente según sus props mecánicas, y se compactan adecuadamente para garantizar un rendimiento óptimo a lo largo del tiempo. La correcta compactación es esencial para evitar la deformación prematura y asegurar que el pavimento pueda resistir el tránsito de vehículos y otras Pesos externas.

La estructura estratificada del pavimento se apoya sobre una subrasante, que es la capa de suelo natural o mejorado que se encuentra debajo de todas las capas del

pavimento. Esta subrasante es el resultado de trabajos de movilización y preparación del terreno realizados durante el proceso de construcción y exploración del área. El objetivo de este proceso es asegurarse de que la subrasante tenga la capacidad de soportar las Pesos impuestas por el pavimento, ya que juega un papel crucial en la distribución de los esfuerzos generados por el tráfico.

Además, es fundamental que tanto las capas del pavimento como la subrasante sean capaces de soportar las Pesos repetitivas del tránsito durante el periodo para el cual el pavimento fue diseñado. A lo largo del tiempo, el pavimento se ve sometido a diferentes tipos de esfuerzos, como compresión y flexión, generados por el paso constante de vehículos. Por ello, la selección de materiales, el diseño y la compactación de las capas deben cumplir con estándares técnicos que aseguren la durabilidad y la funcionalidad del pavimento durante su vida útil (Cubas & Tafur, 2019, pág. 5).

Esta estructura bien diseñada y construida es esencial para garantizar la longevidad del pavimento y para minimizar los costos de mantenimiento y reparación, que pueden aumentar significativamente si las capas no cumplen con las especificaciones técnicas adecuadas desde el inicio

2.2.6 Pavimento rígido

El pavimento rígido, o de concreto, consiste en una losa de concreto sobre una capa granular y la subrasante. Su principal ventaja es la capacidad de la losa para absorber y distribuir los esfuerzos de las Ps aplicadas. Esto es posible gracias a su alta rigidez y su elevado módulo elástico, lo que le permite soportar las Ps sin deformarse significativamente.

Debido a esta rigidez, la losa de concreto es capaz de distribuir las s de manera uniforme sobre la capa granular y la subrasante, reduciendo las tensiones que se transmiten a estas capas inferiores. Como resultado, la subrasante recibe esfuerzos mucho menores en comparación con los pavimentos flexibles o asfálticos, donde la menor rigidez de los materiales implica que una mayor parte de las s se transfiere a las capas inferiores.

En contraste, los pavimentos asfálticos son menos rígidos y tienen un módulo elástico significativamente más bajo. Esta falta de rigidez hace que los esfuerzos generados por las Pesos se transmitan de manera más directa a las capas subyacentes, lo que puede resultar en una mayor deformación de estas capas y en la necesidad de una subrasante más resistente o un diseño estructural más robusto para evitar fallas prematuras. Por lo tanto, el desempeño de los pavimentos rígidos difiere considerablemente del de los pavimentos asfálticos, ya que, en el caso del concreto, la mayor parte de la PESO es absorbida por la losa, reduciendo la necesidad de una subrasante de alta capacidad de PESO, mientras que en los pavimentos asfálticos, la estructura inferior debe soportar más esfuerzo debido a la mayor flexibilidad de la superficie (Cubas & Tafur, 2019, págs. 6-7).

Este comportamiento hace que los pavimentos de concreto sean ideales para aplicaciones donde se requiere alta durabilidad y resistencia a Pesos pesadas, como en carreteras de alto tráfico, aeropuertos y puertos, mientras que los pavimentos asfálticos se utilizan en situaciones donde se busca flexibilidad y menor costo inicial de construcción. (Cubas & Tafur, 2019, págs. 6-7).

Figura 1

Sección transversal de la estructura del pavimento rígido.



Nota. Barajas y Buitrago (2017)

2.2.7 El concreto

Dentro de su composición, el **cemento Portland** juega un papel crucial como el **material aglutinante principal**. Este componente es responsable de las propiedades generales



del concreto, como su resistencia, durabilidad y capacidad para soportar P estructurales (Xie, 2016, págs. 217-246), el cemento Portland es el elemento determinante que define el rendimiento de las infraestructuras de hormigón modernas (págs. 217-246).

El **cemento**, uno de los componentes clave del concreto, se describe como un **aglomerante** que se obtiene de la combinación de **arcillas calcinadas** y **calizas**, las cuales se muelen finamente para producir una mezcla homogénea. Esta mezcla, una vez calcinada a altas temperaturas, produce un material intermedio conocido como **Clinker**. El Clinker se muele nuevamente y se le añade una pequeña cantidad de **yeso** con el fin de regular el proceso de fraguado y endurecimiento del cemento. El yeso actúa retardando el tiempo de fraguado para permitir un manejo adecuado del concreto antes de que se solidifique. Este proceso, descrito en la **NTP 334.001**, es esencial para garantizar que el cemento adquiera las adecuadas de **endurecimiento** y **fraguado** (Sánchez, 2014, págs. 9-10).

El cemento, al reaccionar con el agua, inicia una serie de reacciones químicas que resultan en el endurecimiento del concreto, un proceso conocido como **hidratación**. Este fenómeno es crucial para que el concreto adquiera su resistencia y pueda cumplir con las exigencias estructurales de la construcción moderna. Las del cemento, como su velocidad de fraguado y su capacidad para adquirir resistencia a lo largo del tiempo, son factores clave en el diseño y construcción de infraestructuras duraderas y seguras.

2.2.7.1 Agregado fino

Se refiere a aquellas partículas que pasan por el **tamiz de 3/8" (9.51 mm)** y que a su vez son retenidas por la **malla N° 200 (0.074 mm)**. Este tipo de agregado está regulado por las normativas **NTP 400.037** y **ASTM C 33**, las cuales establecen que deben consistir en **arenas naturales** limpias y de gran resistencia. Además, se recomienda que las partículas tengan **perfiles angulares** para mejorar la adherencia con la pasta de cemento, y deben ser duras, compactas y resistentes. Las normativas también exigen que los agregados finos estén libres de cualquier partícula o sustancia perjudicial, como polvo,

materia orgánica, pizarras, álcalis, terrones, sales u otras impurezas que puedan afectar la calidad del concreto (Sánchez, 2014, pág. 12).

2.2.7.2 Agregado grueso

Se compone de partículas granuladas de mayor tamaño, que son retenidas por la malla N° 4 (4.75 mm). Estas partículas pueden provenir de la disgregación natural o artificial de las rocas, de acuerdo con los lineamientos de las normas ASTM C 33 y NTP 400.037. El agregado grueso es esencial para proporcionar resistencia y estabilidad al concreto, debido a su capacidad para soportar y distribuir esfuerzos a lo largo de la estructura (Cubas & Tafur, 2019, pág. 18).

2.2.7.3 El agua

Provoca una reacción química (hidratación) que permite formar una mezcla fluida que luego endurecerá al reaccionar con los otros componentes del concreto. Esta agua debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos por la normativa NTP 339.088, que especifica que, preferentemente, el agua utilizada debe ser potable, ya que el uso de agua contaminada o con impurezas puede afectar negativamente la resistencia y durabilidad del concreto (Cubas & Tafur, 2019, pág. 23).

2.2.8 Diseño de mezcla

Este paso es fundamental en la producción del concreto, ya que representa la "receta" que dará lugar a un nuevo producto con características específicas, optimizando el rendimiento de la mezcla en función de los requisitos del proyecto. (Coasaca, 2018, págs. 20-21).

Por otro lado, el ****proceso de mezclado**** es la etapa en la que se prepara el concreto a través de la combinación de sus componentes de manera que se logre una mezcla ****homogénea y uniforme****. La ****secuencia de incorporación**** de los materiales, el método de mezcla y la ****metodología de preparación**** son factores determinantes en la calidad final del concreto. Aunque se cuente con un diseño de mezcla óptimo y materiales de alta calidad, si el procedimiento de mezclado no se realiza de manera adecuada, los

logros finales pueden verse comprometidos. Es importante también destacar que el ****equipo**** utilizado y la ****mano de obra**** influyen en el proceso, afectando las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Así, la elección de un equipo de mezclado eficiente y una correcta ejecución por parte del personal son esenciales para obtener un concreto que cumpla con las especificaciones deseadas. Este conjunto de factores – diseño, proceso de mezcla y la correcta ejecución – es clave para asegurar que el concreto tenga el rendimiento, durabilidad y resistencia esperada en cualquier aplicación estructural. (Coasaca, 2018, págs. 20-21).

2.2.9 Fallas del concreto

Las fallas en el concreto son aquellos daños o defectos que se presentan en las losas de pavimentos, lo que provoca una disminución en su capacidad de servicio y funcionalidad. (Sánchez, 2014, pág. 19).

2.2.9.1 Fallas funcionales

Las fallas funcionales son defectos que afectan principalmente la superficie del pavimento y, en la mayoría de los casos, pueden ser detectadas mediante una observación directa. Estas fallas suelen aparecer en las primeras etapas después de la construcción, siendo típicamente el resultado de un diseño inadecuado o de problemas en la ejecución de la capa superficial del pavimento. Las fallas funcionales afectan directamente la capacidad del pavimento para proporcionar una superficie de rodadura adecuada, lo que puede repercutir en la comodidad y seguridad del tránsito.

2.2.9.2 Fallas estructurales

Las fallas estructurales son consideradas más graves, ya que comprometen la integridad del sistema estructural del pavimento. Estas fallas implican daños que afectan las capas internas del pavimento y suelen generar sobreesfuerzos en la estructura. A diferencia de las fallas funcionales, las fallas estructurales no solo se detectan mediante la observación visual, sino que requieren una evaluación más profunda, a menudo utilizando métodos destructivos o pruebas en la misma estructura para determinar el grado de daño. Estas

fallas afectan la capacidad del pavimento para soportar las Os previstas, lo que puede comprometer su durabilidad y seguridad a largo plazo.

2.2.10 Mejoramiento del concreto

El mejoramiento del concreto se ha vuelto una prioridad ante la creciente demanda de infraestructura en países en desarrollo, donde el aumento en las actividades de construcción ha incrementado la necesidad de materiales de construcción, especialmente concreto. Esta demanda ha llevado a una sobreexplotación de los recursos naturales utilizados tradicionalmente en la fabricación de hormigón, lo que ha generado preocupaciones sobre la sostenibilidad ambiental. Según Olofinnade et al. (2019), este aumento en la demanda ha ocasionado un impacto negativo en el medio ambiente, contribuyendo al agotamiento de las materias primas naturales, su escasez, y el alto costo de dichos recursos (págs. 1-7).

2.2.11 Características del concreto

El concreto se destaca por su durabilidad, es decir, su capacidad para resistir el deterioro con el paso del tiempo. Este deterioro puede ser causado por factores externos, como condiciones físicas, químicas o mecánicas, o por problemas internos del material. La calidad del concreto influye en su resistencia al desgaste, aunque incluso un concreto de baja calidad puede dañarse en condiciones extremas. Otra característica relevante es su elasticidad, que permite al concreto deformarse ante una PESO externa y recuperar su forma original al eliminar la fuerza. El módulo de elasticidad del concreto depende de las cualidades del agregado, lo que significa que un agregado con un mayor módulo de elasticidad producirá un concreto más rígido. Sin embargo, la rapidez con la que se aplica una PESO puede reducir las deformaciones unitarias y hacer que la curva esfuerzo-deformación se vuelva más plana. (Marcelo, 2019, pág. 45).

2.2.11.1 Cualidades físicas del concreto

Las características físicas del hormigón dúctil dependen de diversas propiedades que se manifiestan durante el proceso de mezcla y vaciado del material. Una de las principales propiedades es la trabajabilidad del concreto, que se refiere a la facilidad con la que se puede

manipular el concreto en su estado fresco. Un concreto con buena trabajabilidad es más fácil de manejar monolíticamente, lo que permite un vaciado eficiente en los distintos moldes sin generar segregación o separación de los componentes. Para asegurar una mezcla homogénea y evitar el derramamiento del mortero grueso, es importante prestar especial atención durante el vaciado, utilizando herramientas como la vibradora. El uso adecuado de la vibradora durante la construcción tiene como objetivo eliminar los espacios vacíos que pueden quedar atrapados dentro del concreto fresco, mejorando su densidad y calidad estructural.

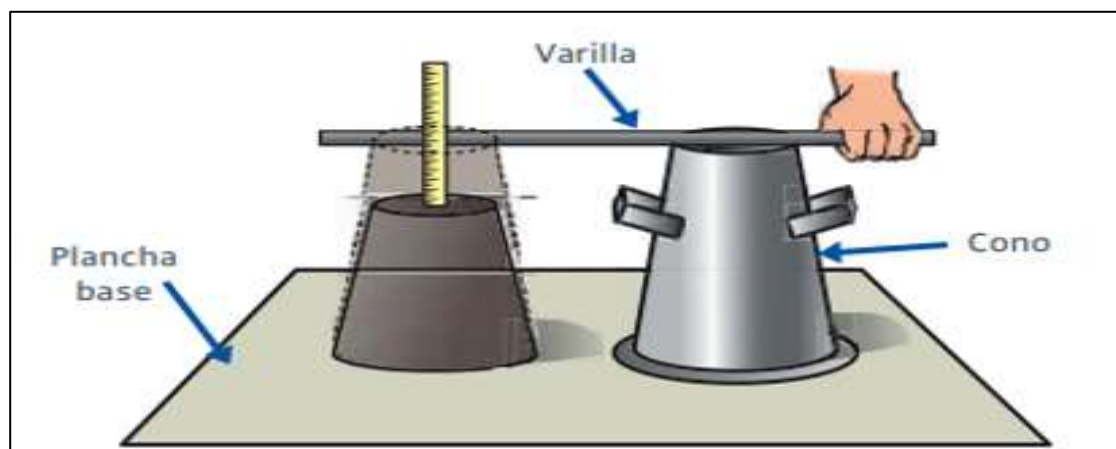
Según el Comité ACI 116, la trabajabilidad del concreto se conoce también como revenimiento o slump, y se mide en pulgadas. Este parámetro mide el grado de manejabilidad y asentamiento del concreto en su estado fresco, sirviendo como un indicador de la fluidez de la mezcla. Un mayor slump generalmente se asocia con una menor probabilidad de segregación y erosiones durante el endurecimiento del concreto, lo que garantiza una mayor homogeneidad y resistencia en la estructura final (Chávez & Mendoza, 2021, págs. 23-24).

Tabla 4

Tabla de consistencia

Compactación	Trabajabilidad	Consistencia	Slump
Vibración normal	(-) trabajable	seco	0"-2"
Vibración ligera	Trabajable	plástico	3"- 4"
Chuseado	(+) trabajable	Fluida	> 5"

Figura 2

Prueba Slump

El contenido de aire en el concreto es un parámetro clave que se puede determinar mediante el método de presión, el cual permite medir la cantidad de aire presente en el concreto recién mezclado, excluyendo el aire contenido dentro de las partículas de los agregados. Esta prueba es particularmente útil para concretos que contienen agregados relativamente densos y que requieren una determinación precisa del factor de corrección por el agregado. El contenido de aire es un aspecto crítico en la calidad del concreto, ya que una cantidad excesiva de aire puede debilitar la mezcla, mientras que una cantidad controlada de aire puede mejorar la durabilidad frente a ciclos de congelación y descongelación.

Además, el peso unitario del concreto es una medida importante que normalmente oscila entre 2200 y 2400 kg/m³ para concreto convencional. Este valor depende de varios factores, entre ellos:

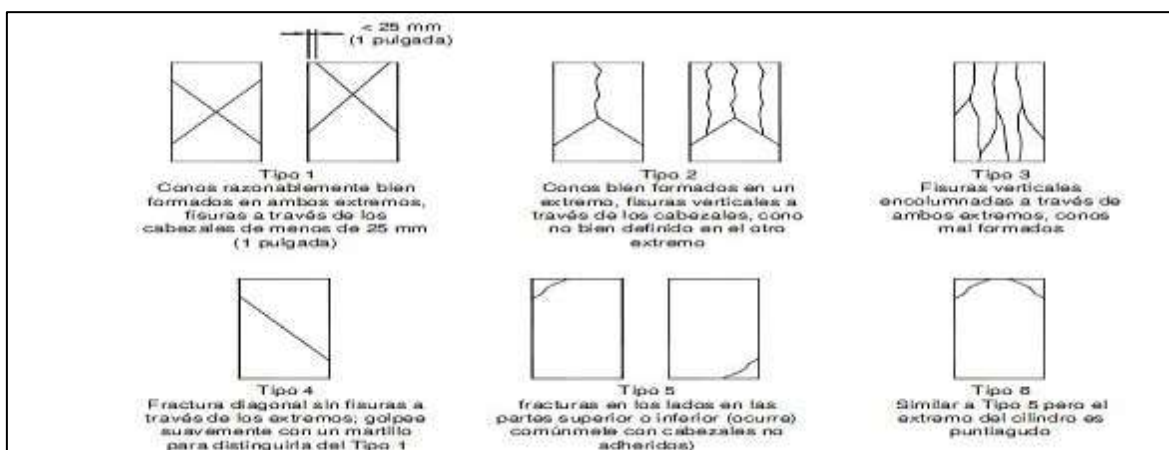
- La **densidad del agregado**, que puede variar en función del tipo de material empleado (agregado ligero, normal o pesado).
- La cantidad de **aire atrapado** o intencionalmente incluido durante el proceso de mezcla, lo que influye directamente en la densidad del concreto.
- Las proporciones de **agua y cemento**, ya que una mayor cantidad de agua puede reducir la densidad del concreto, mientras que un contenido adecuado de cemento y agua contribuye a la cohesión de la mezcla.

El tamaño máximo del agregado también tiene un impacto considerable en las cantidades de agua y cemento necesarias para la mezcla. Un agregado más grande generalmente requiere menos agua y cemento, ya que reduce la superficie total que necesita ser cubierta por la pasta de cemento. Por lo tanto, ajustar adecuadamente el tamaño y proporción de los agregados es esencial para lograr un equilibrio óptimo en las cualidades del concreto, como su trabajabilidad, resistencia y durabilidad (Masías, 2018, pág. 17).

2.2.11.2 Cualidades mecánicas del concreto

Figura 3

Clasificación de fallas



La resistencia a la compresión del concreto mide su capacidad para soportar PESOs externas, alcanzando 25 MPa a los 28 días. El objetivo es obtener datos precisos, sin importar la calidad del concreto, para tomar decisiones informadas en obras estructurales y acabados (Parvina, 2020, p. 12).

2.2.12 Cemento Portland

Para Bautista (2018), el cemento es un aglomerante fundamental en el concreto, y su comportamiento puede mejorarse mediante la adición de otros materiales o aditivos, como cenizas, escorias o humo de sílice. Estas adiciones permiten modificar y mejorar características específicas del concreto, como su durabilidad, trabajabilidad y resistencia a diversos factores ambientales.

Durante el proceso de molienda, se puede agregar sulfato de calcio (comúnmente en forma de yeso) y, en algunos casos, caliza como aditivo, para regular el tiempo de fraguado y mejorar las cualidades del cemento.

Por su parte, la NTP 339.047 (2006) define el cemento Portland adicionado como el resultado de la pulverización conjunta del Clinker Portland con otros materiales conocidos como adiciones, que pueden incluir puzolanas, escorias y filler, junto con sulfato de calcio añadido en cantidades controladas. El contenido de estas adiciones está limitado por las normativas correspondientes, y su incorporación tiene como objetivo mejorar las cualidades del cemento, como su resistencia a largo plazo, su capacidad de reducir el calor de hidratación y su resistencia a los agentes químicos. Estas adiciones permiten que el cemento tenga un mejor desempeño en diferentes condiciones ambientales y de PESO, y promueven una mayor sostenibilidad en su producción al reducir el uso de materiales vírgenes.

2.2.12.1 Componentes del Cemento

Según **Abanto (2017)**, los **componentes principales del cemento** son los siguientes:

Yeso: Una vez que el Clinker ha sido reducido a un estado de polvo finísimo, se le añade yeso, aproximadamente un 5% del peso total. El yeso cumple una función crucial en la regulación del proceso de fraguado del cemento, es decir, controla el tiempo que tarda el cemento en endurecer. Si no se añadiera yeso, el cemento endurecería casi de manera inmediata, lo que dificultaría su manejo en aplicaciones constructivas.

Cemento Portland: El producto resultante del proceso descrito se conoce como cemento Portland. Este tipo de cemento es el más común en la construcción y se caracteriza por su versatilidad y resistencia. Además, existen cementos Portland con adiciones especiales, que además de conservar las características básicas del cemento Portland, ofrecen cualidades adicionales que mejoran su durabilidad y su resistencia química. Estas adiciones hacen que el cemento sea más adecuado para su uso en ambientes agresivos, donde se requiere mayor resistencia a la corrosión y a otros agentes químicos.



2.2.12.2 Tipos de Cementos

La **NTP 334.009 (2016)** establece seis tipos de **cemento Portland**, cada uno de los cuales está diseñado para cumplir con requisitos específicos dependiendo de las condiciones de uso y las cualidades deseadas. A continuación, se describen estos tipos:

1. **Tipo I:** Cemento para **uso general**, utilizado en proyectos de construcción que no requieren cualidades especiales. Es adecuado para la mayoría de las aplicaciones, como edificaciones y pavimentos, cuando no hay necesidades específicas relacionadas con la exposición a sulfatos o calor de hidratación.
2. **Tipo II:** Cemento también para **uso general**, pero diseñado específicamente para cuando se necesita una **moderada resistencia a los sulfatos**. Se usa comúnmente en estructuras expuestas a suelos o aguas que contienen sulfatos, como en ciertos tipos de fundaciones y obras hidráulicas.
3. **Tipo II (MH):** Similar al Tipo II, pero además de su moderada resistencia a los sulfatos, ofrece un **moderado calor de hidratación**. Este tipo de cemento es útil en grandes estructuras de concreto, como presas, donde se busca minimizar el calor generado durante la hidratación para evitar agrietamientos.
4. **Tipo III:** Cemento que se utiliza cuando se requieren **altas resistencias iniciales**. Este tipo es adecuado para situaciones donde se necesita que el concreto adquiera resistencia rápidamente, como en reparaciones urgentes o en construcciones que requieren una rápida puesta en servicio.
5. **Tipo IV:** Cemento diseñado para generar un **bajo calor de hidratación**, lo cual es importante en grandes masas de concreto, como en la construcción de represas. Este tipo reduce el riesgo de agrietamientos térmicos causados por el calor generado durante la reacción de hidratación.
6. **Tipo V:** Cemento diseñado para cuando se requiere una **alta resistencia a los sulfatos**. Se utiliza en ambientes muy agresivos, como en estructuras en contacto con suelos o aguas subterráneas altamente sulfatadas.



Nota: Algunos cementos se clasifican de forma **combinada**, como el **Tipo I/II**, lo que significa que cumplen con los requisitos de ambos tipos y se pueden utilizar en aplicaciones que requieran las cualidades de cualquiera de los dos. Esta clasificación combinada ofrece mayor flexibilidad en su uso.

2.2.12.3 Puzolana

La NTP 339.047 (2006) define a la puzolana como una sustancia, ya sea de origen natural o industrial, compuesta predominantemente por materiales silíceos o silicoaluminosos, o una combinación de ambos. La característica clave de la puzolana es su capacidad para endurecer cuando se mezcla con agua en presencia de hidróxido de calcio (Ca(OH)_2), el cual se disuelve durante el proceso de hidratación de la pasta de cemento. Al reaccionar con el hidróxido de calcio, las puzolanas forman compuestos de silicato de calcio y aluminato de calcio, los cuales son responsables del desarrollo de la resistencia mecánica en la mezcla. Estos compuestos resultantes son similares a los que se producen durante el endurecimiento de los materiales hidráulicos, como el cemento Portland. Las puzolanas, para cumplir con esta definición, deben contener al menos un 25% de dióxido de silicio (SiO_2) reactivo en masa. Además, su incorporación permite una mayor sostenibilidad al disminuir el consumo de cemento Portland, lo que reduce el impacto ambiental asociado a la producción de cemento.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Escoria de cobre

Las escorias son residuos o subproductos que se generan durante los procesos de fundición metalúrgicos y están formadas mayormente por fusiones homogéneas compuestas por óxidos libres o ligados. En estado sólido suelen ser fragmentos grandes de metal o partículas metálicas cubiertas. En estos casos, merece la pena procesarlas para recuperar las partes de metal, y también para regenerar y reutilizar las sustancias químicas combinadas en los procesos metalúrgicos.

2.3.2 *Fibras de aluminio*

El aluminio, 100% reciclable, mantiene sus cualidades químicas tras ser reutilizado. Su reciclaje ahorra un 95% de energía en comparación con la producción desde bauxita. El aluminio reciclado se usa para fabricar bloques de concreto vibrado, empleados en muros de tabiquería y muros portantes en albañilería confinada. El proceso de reciclaje incluye la recolección de desechos, triturado, eliminación de impurezas, lavado, secado y posterior fabricación de nuevos productos.

2.3.3 *Concreto*

Según la NTP 339.047 (2006), el concreto es una mezcla de material aglomerante y agregados finos y gruesos. En el concreto normal, se utiliza principalmente cemento Portland y agua como aglomerantes, aunque también puede incluir puzolanas, escorias y aditivos químicos para mejorar sus cualidades.

2.3.4 *Asentamiento*

La manejabilidad del concreto es usualmente juzgada por un examen visual, debido a que hasta el momento no se conoce ningún ensayo que mida la cualidades de manera directa. Se han desarrollado ensayos para evaluar las cualidades del concreto fresco, como consistencia, fluidez, cohesión y compactación, siendo el ensayo de asentamiento uno de los más utilizados.

2.3.5 *Resistencia*

En la mayoría de los países, la **resistencia mecánica del concreto** se mide a los **28 días**, aunque existe una tendencia hacia los **7 días**. También se mide en otros periodos, como 1, 3, 7, 14, 90 y 360 días, generalmente con fines informativos. En algunos casos, según la obra, estas mediciones son normativas y estipuladas en los contratos.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la Investigación

La investigación experimental representa un proceso sistemático y una aproximación científica a la investigación, en la cual el investigador manipula variables, y controla y mide cualquier cambio en ellas. La investigación experimental se utiliza con frecuencia cuando hay prioridad temporal en una relación de causalidad; o cuando la correlación es grande Molina *et al.* (2017, pág. 31). El presente estudio será de diseño experimental, ya que el investigador manipulará las variables de forma sistemática a través de pruebas en laboratorio.

3.2 Método de la Investigación

La investigación es de tipo descriptivo y no experimental. Según Hernández (2016), se clasifica como aplicada, ya que busca analizar cómo inclusion de diferentes % de escoria de cobre y fibras de aluminio afecta las cualidades de resistencia del concreto. Para ello, se diseñarán mezclas específicas, cuyas muestras serán sometidas a ensayos de laboratorio para evaluar los logros de resistencia.



3.3 Nivel y tipo de la Investigación.

3.3.1 Nivel de la Investigación

Los estudios explicativos buscan entender cómo una variable afecta a otra, estableciendo una relación de causa y efecto que cumple con criterios de causalidad, y requiere control metodológico y estadístico. Se utilizan para explicar por qué ocurre un fenómeno y bajo qué condiciones, involucrando exploración, descripción y correlación (Domínguez, 2015, p. 53). Esta investigación es de nivel explicativo, pues busca analizar el comportamiento de las variables y su impacto sobre una variable dependiente.

3.3.2 Tipo de la Investigación

La investigación aplicada se enfoca en resolver problemas específicos, identificando una situación problemática y proponiendo soluciones adecuadas para un contexto determinado. En ingeniería, este tipo de investigación es comúnmente aplicada (Vara, 2012, p. 202). Esta tesis es de tipo aplicada, ya que busca mejorar las cualidades del concreto mediante ajustes en su composición para ofrecer soluciones inmediatas.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Un grupo de materia que comparte una o más atributos, determinado por el investigador, puede incluir desde un amplio conjunto de fenómenos hasta un grupo específico (Hernández & Coello, 2008, p. 73). En esta investigación, la población está conformada por los pavimentos rígidos de la ciudad de Juliaca, una zona de elevado tráfico vehicular donde las vías deben soportar pesos intensas y condiciones adversas.

3.4.2 Muestra

La muestra es un subconjunto de la población elegido para optimizar tiempo y recursos, lo que permite extrapolar logros y definir parámetros (Hernández & Coello, 2008,



p. 171). En esta investigación, la muestra consistirá en la losa del pavimento rígido del Jr. Piérola, con el propósito de mejorar su resistencia para soportar el tránsito vehicular actual.

3.5 Técnicas e instrumentos de investigación.

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

Son los instrumentos o medios que permiten llevar a cabo de manera puntual el proceso sistemático y ordenado, haciendo operativos los métodos elegidos para abordar un estudio (Hernández & Duana, 2020, p. 51). En el caso de la presente investigación, se emplearán varias técnicas que facilitarán la recolección y análisis de la información, asegurando que los logros sean válidos y confiables. Las técnicas que se utilizarán incluyen:

1. **Revisión bibliográfica:** Se realizará un análisis exhaustivo de literatura científica y técnica relacionada con las cualidades del concreto, el uso de escorias de cobre y fibras de aluminio, y sus aplicaciones en pavimentos rígidos. Esto permitirá contextualizar el problema y fundamentar la investigación con estudios previos.
2. **Observación directa en campo:** Se llevarán a cabo visitas a las zonas de estudio, como el Jr. Piérola en la ciudad de Juliaca, para examinar el estado actual de los pavimentos rígidos y las condiciones de tránsito vehicular. Esta técnica permitirá obtener información empírica y evaluar in situ el desempeño de los materiales.
3. **Ensayos en laboratorio:** Se realizarán pruebas experimentales en laboratorio para medir las cualidades mecánicas del concreto modificado con escorias de cobre y fibras de aluminio, como la resistencia a la compresión, tracción y flexión. Los logros de estos ensayos proporcionarán datos concretos sobre la viabilidad de las mezclas propuestas.
4. **Procesamiento de datos:** Los datos obtenidos de los ensayos en laboratorio serán procesados y analizados estadísticamente para interpretar las variaciones en las cualidades del concreto. Este procesamiento permitirá generar conclusiones



precisas y tomar decisiones basadas en evidencia sobre la efectividad de los materiales incorporados.

Estas técnicas, en conjunto, garantizarán un enfoque integral y riguroso para abordar los objetivos de la investigación, asegurando que las conclusiones sean fundamentadas y aplicables a la mejora de los pavimentos rígidos en la ciudad de Juliaca.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación

Para recolectar datos de manera empírica, permitiendo medir con precisión las variables de interés. Estos deben ser confiables para garantizar que los datos obtenidos sean válidos y útiles para cumplir con los objetivos del estudio. Según Hernández & Duana (2020, p. 52), todo instrumento de medición debe pasar por un proceso de validación para asegurar su consistencia y precisión en la recolección de datos. La elección adecuada de los instrumentos es fundamental, ya que determina la calidad de los logros y su interpretación.

En el contexto de la presente investigación, los instrumentos a utilizar son los siguientes:

1. **Fichas de recolección de datos en campo:** Estas fichas serán diseñadas para registrar observaciones directas en el sitio de estudio, como las condiciones del pavimento en el Jr. Piérola y el entorno que influye en su deterioro. Se utilizarán para documentar de manera sistemática aspectos como el estado actual del pavimento, la intensidad del tránsito vehicular, las condiciones climáticas y otros factores externos que puedan afectar la durabilidad del concreto. Estas fichas permitirán obtener datos cualitativos y cuantitativos que complementarán los ensayos de laboratorio.
2. **Fichas de recolección de datos en laboratorio:** Se emplearán para registrar los logros de las pruebas experimentales realizadas en laboratorio, como los ensayos de compresión, tracción y flexión del concreto con la adición de escorias de cobre y fibras de aluminio. Estas fichas están diseñadas para organizar y sistematizar la información obtenida de los ensayos, lo que facilitará el análisis comparativo de los datos y permitirá

verificar el comportamiento de las mezclas propuestas en relación con sus diferentes mecánicas.

3. **Equipos e instrumentos utilizados en laboratorio:** Se utilizarán una diferentes de equipos y herramientas para realizar las pruebas experimentales en el concreto, tales como prensas de compresión, máquinas de ensayo de tracción y flexión, y equipos para medir la consistencia del concreto (slump test). Estos instrumentos están diseñados para obtener mediciones precisas y confiables que permitan evaluar el rendimiento de las mezclas de concreto bajo condiciones controladas. Todos los equipos utilizados deberán estar debidamente calibrados y contar con una validación previa, garantizando que las mediciones reflejen de manera exacta el comportamiento del concreto frente a distintas pesos y esfuerzos.

El uso de estos instrumentos es esencial para garantizar la validez y confiabilidad de los datos recolectados, lo que a su vez permite obtener conclusiones sólidas y fundamentadas acerca de la influencia de la escoria de cobre y las fibras de aluminio en las cualidades mecánicas del concreto. A través de la correcta aplicación de estos instrumentos, la investigación podrá aportar soluciones prácticas y efectivas para mejorar la durabilidad de los pavimentos rígidos en la ciudad de Juliaca.

3.6 Plan de recolección de datos

3.6.1 *Desarrollo de plan.*

ETAPA I: INFORMACION

Se comienza revisando tesis, artículos, libros y normas relacionados con el tema de investigación, necesarios para desarrollar el estudio:

ETAPA II: ELEMENTOS A INCORPORAR

CANTERA DE YOCARA

Yocará está situada a unos 17 km de Juliaca,

Figura 4

Ubicación de la cantera Yocará



ESCORIAS DE COBRE

Se acudió a la zona de depósito de escoria de cobre para recolectar la muestra, que luego fue trasladada al laboratorio. El cemento y los agregados se adquirieron en la misma ciudad donde se ubica el laboratorio.

Figura 5

Escorias de Cobre



FIBRAS DE ALUMINIO

Se obtuvieron en diversas zonas de Juliaca, donde son muy demandadas, pero a menudo desechadas, contribuyendo a la contaminación. El proceso comenzó cortando tarros de leche en secciones de 4 cm para extraer las fibras con tijeras o en tiras a la longitud requerida. Para eliminar residuos, se retiró la envoltura, se lavaron con detergente, se

secaron y luego se sometieron a un tratamiento con removedor de pintura y antioxidante durante 48 horas, obteniendo así las fibras tras su limpieza.

Figura 6

Fibras de Aluminio



CEMENTO IP

Figura 7

Ficha técnica.

REQUISITOS	CEMENTO RUMI TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595		REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
REQUISITOS QUÍMICOS						
MgO (%)			6.00 Máx.			
SO ₃ (%)	1.5 a 3.0		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 4.0		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm ³)	2.75 a 2.85		-			
Expansión en autoclave (%)	0.07 a 0.03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx.			
Resistencia a la compresión	Kgf/cm ²	MPa	Kgf/cm ²	MPa	Kgf/cm ²	MPa
3 días	175 a 200	17.1 a 19.8	133 Min	13	122 Min	12Min
7 días	225 a 255	22 a 25	204 Min	20	194 Min	19 Min
28 días	306 a 340	30 a 33.3	255 Min	25	-	-
Resistencia a los sulfatos	%		%			
% Expansión a los 6 meses	< 0.04		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0.05		0.10 Máx			

ETAPA III: CUALIDADES DEL MATERIAL

Se determino los aspectos de la investigación.

Ensayos de Agregados

1. Contenido de HumETAPA (ASTM C-566)

Equipos: Balanza precisa (0.1%), recipiente de aluminio.



Procedimiento:

- Pesar el recipiente vacío.
- Colocar muestra de agregado y pesar (incluyendo el recipiente).
- Secar en horno por 24 horas.
- Pesar el agregado seco.
- Calcular peso del agua (diferencia de pesos) y peso del agregado seco.

Fórmula:

$$\%W = (Ww / Wg) * 100$$

Donde:

Ww = Peso del agua, Wg = Peso del agregado seco.

2. Tamizado (ASTM C-136)

Equipos: Juego de tamices, balanza, horno.

Procedimiento:

- Tomar una muestra representativa, secarla y tamizar.
- Pesar el material retenido en cada tamiz.
- Calcular el porcentaje retenido y graficar la curva granulométrica.

3. Módulo de Fineza (ASTM C-125)

Procedimiento:

- Sumar los porcentajes acumulados retenidos en las mallas y dividir entre 100.
- Fórmula del módulo combinado: $mc = rf * mf + rg * mg$, donde rf y rg son los factores de los agregados fino y grueso.

4. P. Específico y Absorción.

Equipos: Balanza, canastilla metálica, horno.

Procedimiento:

- Lavar y secar la muestra.
- Sumergir en agua por 24 horas.
- Pesar la muestra saturada y en seco.



- Calcular el peso específico y la absorción mediante fórmulas específicas.

5. G. Específica y Absorción.

Equipos: Balanza, horno, picnómetro.

Procedimiento:

- Secar la muestra, sumergir en agua y llevarla a un estado saturado.
- Pesar la muestra en diferentes etapas (seca y saturada).
- Calcular peso específico y absorción usando fórmulas estándar.

6. Peso Unitario Suelto (MTC E203-2016)

Equipos: Balanza, horno, recipiente cilíndrico.

Procedimiento:

- Llenar el recipiente con agregado suelto, enrasa y pesar.
- Calcular el peso unitario con la fórmula:
- $P.U.S. = \text{Peso del suelo} / \text{Volumen del recipiente}$.

7. P. Unitario Compactado.

Equipos: Balanza, varilla, recipiente cilíndrico.

Procedimiento:

- Compactar el agregado en capas con 25 golpes por capa.
- Pesar y calcular el peso unitario compactado:
- $P.U.C. = \text{Peso del agregado} / \text{Volumen del recipiente}$.

Logros de la caracterización física de los agregados.

Tabla 5

Contenido de Humedad del AF.

MUESTRA: AGREG. FINO	
M. húmeda + Tarro	530.56
M. Seca + Tarro	502.39
Tara	51.24
M. húmeda	479.32
M. Seco	451.15
Agua	28.17
% Humedad	6.24



En la tabla se muestra que se tomó una muestra húmeda de 479.32 gramos, con un contenido de humedad del 6.24%. Este valor de humedad fue utilizado para el diseño de la mezcla con una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 6

% Humedad del AG.

MUESTRA: AGREG. GRUESO	
M. húmeda + Tarro	625.11
M. Seca + Tarro	608.06
Tara	50.48
M. húmeda	574.63
M. Seco	557.58
Agua	17.05
% Humedad	3.06

En el ensayo de % de humedad según lo mostrado en la tabla, se tomó una muestra húmeda con un peso de 574.63 gramos, obteniéndose un porcentaje de humedad de 3.06%.

Ensayo de P. específ. de agregados

ARENA

❖ **P. específ.:**

$$Pe = 2.55 \text{ gr/cm}^3$$

❖ **Absorción M.P.:**

$$Abs = 2.89\%$$

GRAVA

❖ **P. específ.:**

$$Pe = 2.53 \text{ g/cm}^3$$

❖ **Absorción M.P.:**

$$Abs = 1.03\%$$

Ensayos de P.U.S

Tabla 7

Peso unitario (suelto)

Peso Unitario Agregado Fino (Suelto)			
Molde		5925	
Vol. Molde		2077	
Muestra A Molde		Caída Libre	
P. Molde + Muestra Suelta	9377	9372	9381
P. Muestra Suelta	3452	3447	3456
DMS	1.662	1.659	1.664
Promedio		1.662 Gr/Cm3	

La tabla muestra el resultado del ensayo de P.U.S. para un agregado fino. El peso del molde es de 5925 gramos y el volumen es de 2077 cm³. Tras las mediciones de la muestra suelta en diferentes condiciones (colocación en molde y caída libre), se obtuvo una densidad mínima promedio de la muestra seca de 1.662 g/cm³.

Tabla 8

Peso unitario (suelto)

Peso Unitario Agregado Grueso (Suelto)			
Molde		7142	
Vol. Molde		3200	
Muestra A Molde		Caída Libre	
P. Molde + Muestra Suelta	12148	12134	12149
P. Muestra Suelta	5006	4992	5007
DMS	1.564	1.560	1.565
Promedio		1.563 Gr/Cm3	

La tabla presenta el peso unitario suelto del agregado grueso. El molde tiene un peso de 7142 gramos y un volumen de 3200 cm³. Después de varias mediciones de la muestra suelta en diferentes condiciones (colocación en molde y caída libre), se obtuvo una densidad mínima promedio de la muestra seca de 1.563 g/cm³.

Ensayos de P.U.C.



Tabla 9

Peso unitario (Compactado)

Agregado Fino (Varillado)			
P. Mol		5925	
Vol. Mol		2077	
Nº estrat.		3	
Nº Golpes		25	
P. Molde + M. Compactada	9511	9519	9529
P. Muestra Compactada	3586	3594	3604
DMS	1.726	1.730	1.735
Promedio		1.730 Gr/Cm3	

La tabla muestra el resultado del ensayo de peso unitario compactado del agregado fino (varillado). El molde tiene un peso de 5925 gramos y un volumen de 2077 cm³. La compactación se realizó en 3 capas, con 25 golpes por capa. La densidad máxima promedio de la muestra seca obtenida es de 1.730 g/cm³.

Tabla 10

Peso unitario (Compactado)

Agregado Grueso (Varillado)			
P. Mol		7142	
Vol. Mol		3200	
Nº estrat.		3	
Nº Golpes		25	
P. Molde + M. Compactada	12560	12576	12552
P. Muestra Compactada	5418	5434	5410
DMS	1.693	1.698	1.690
Promedio		1.694 Gr/Cm3	

La tabla presenta el resultado del ensayo de peso unitario compactado para el agregado grueso (varillado). El molde tiene un peso de 7142 gramos y un volumen de 3200 cm³. La compactación se realizó en 3 capas, aplicando 25 golpes por capa. La densidad máxima promedio de la muestra seca es de 1.694 g/cm³.

Ensayos Granulométrico

Tabla 11

Análisis Granulométrico del AG.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	76.200					
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %
3/4"	19.050	157.00	3.14	3.14	96.86	90 - 100 %
1/2"	12.700	1282.00	25.64	28.78	71.22	
3/8"	9.525	1486.00	29.72	58.50	41.50	20 - 55 %
1/4"	6.350					
No4	4.760	2075.00	41.50	100.00	0.00	0 - 10 %
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0	
TOTAL		5000.00	100.00			
% PÉRDIDA		0.00				

Figura 8

Curva de gruesos

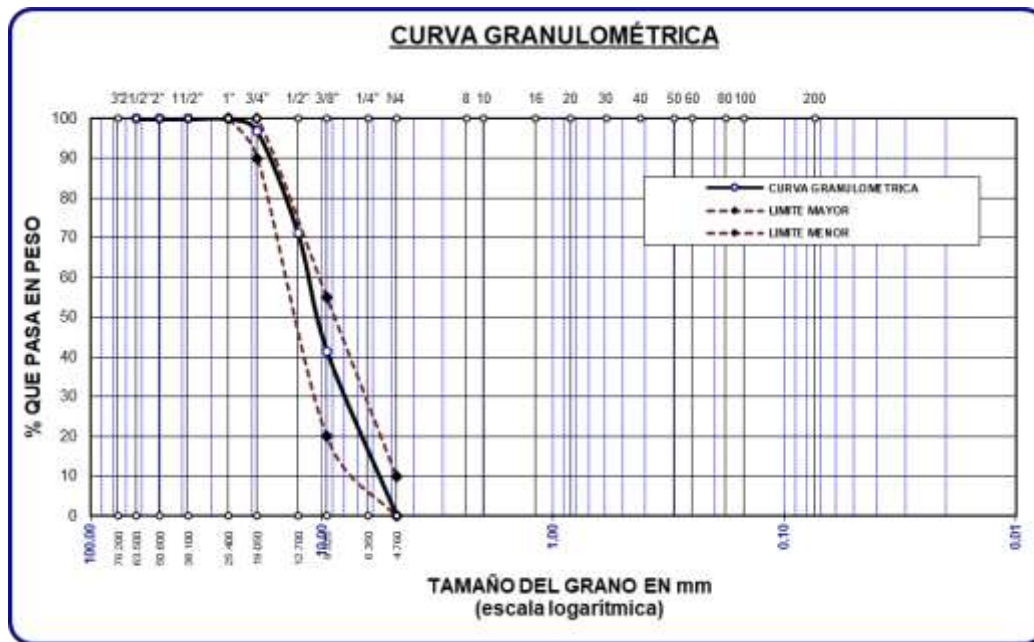


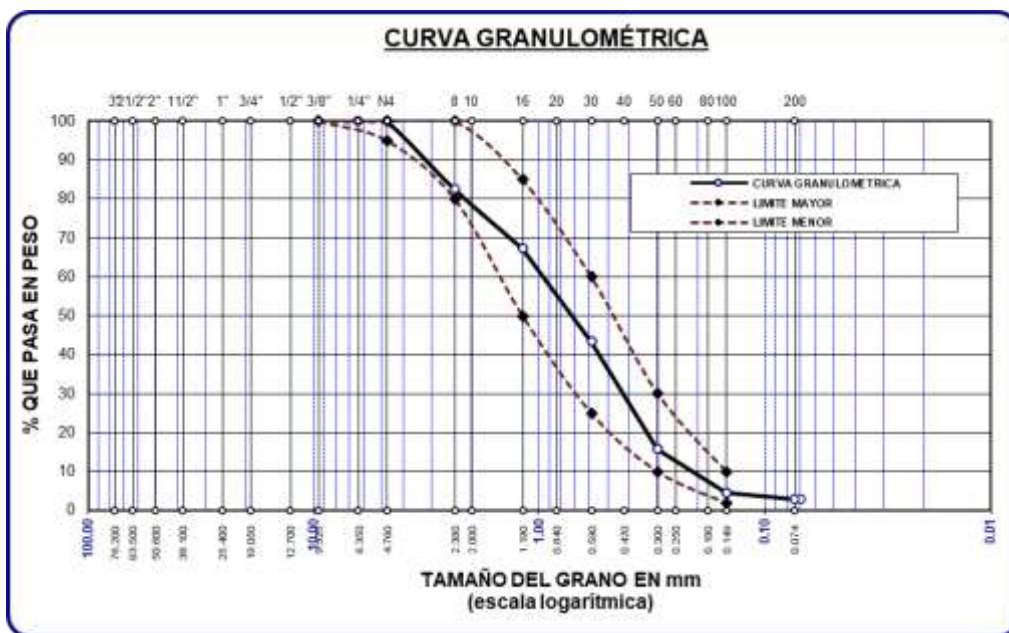
Tabla 12

Análisis Granulométrico del AF.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	%QUE PASA	ESPECIF.
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %
No8	2.380	86.64	17.33	17.33	82.67	80 - 100 %
No10	2.000					
No16	1.190	76.33	15.27	32.59	67.41	50 - 85 %
No20	0.840					
No30	0.590	119.72	23.94	56.54	43.46	25 - 60 %
No40	0.420					
No 50	0.300	138.26	27.65	84.19	15.81	10 - 30 %
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.149	55.68	11.14	95.33	4.67	2-10%
No200	0.074	9.13	1.83	97.15	2.85	
BASE		14.24	2.85	100	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA		2.85				

Figura 9

Curva de finos



Nota. Logros de laboratorio

ETAPA IV: DISEÑO DE MEZCLA METODO ACI 211.

1. Resistencia promedio



- $F'_{cr} = F'_c + \sigma$
- $F'_{cr} = 280 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2$

2. Slump

- Asentamiento: 3" - 4"

3. Selección del (TMN)

- $TMN = 1/2"$

4. Volumen de agua según tabla

- Agua = 216 lts/m³ (con slump de 3"-4" y TMN de 1/2")

5. Contenido de aire

- Aire = 2.5%

6. Relación Agua/Cemento (a/c)

Interpolación:

- $a/c = 0.46$

7. Contenido de cemento

- Cálculo:
- $C = 469 \text{ kg/m}^3$

8. Cálculo del agregado grueso

- $b/b_o = 0.544$
- $P_{AG} = b/b_o * PUC$
- $P_{AG} = 921 \text{ kg/m}^3$

9. Volúmenes absolutos (sin agregado fino)

- Agua: 0.216 m³
- Cemento: 0.125 m³
- Agregado grueso: 0.364 m³
- Aire atrapado: 0.025 m³
- Volumen subtotal: 0.770 m³

10. Volumen del agregado fino (V_AF)



- $V_{AF} = 1 - 0.770$
- $V_{AF} = 0.230 \text{ m}^3$

11. Peso del agregado fino (P_{AF})

- $P_{AF} = V_{AF} * \text{Peso específico}$
- $P_{AF} = 588 \text{ kg/m}^3$

Tabla 13

Dosificación del diseño de mezclas.

AGREGADO	PESO SECO	VOL. PESO SECO	P. HÚMEDO	VOL. P. HÚMEDO
Cemento	470	1.00	470	1.00
Agua	216	0.46	178	0.38
Agreg. G.	921	1.96	950	2.02
Agreg. F.	588	1.25	625	1.33
Aire	2.5 %		2.5 %	

ETAPA V: RESISTENCIA A LA COMPRESION

El ensayo de resistencia a la compresión del concreto es uno de los métodos más utilizados para evaluar la calidad del concreto y su capacidad para soportar pesos en estructuras

Preparación de la mezcla de concreto:

Se elabora una mezcla de concreto siguiendo la dosificación determinada según el diseño especificado para el proyecto. Esta mezcla debe estar en condiciones frescas para su posterior vertido en los moldes.

1. Moldeado de las probetas:

- Se utiliza un molde cilíndrico estandarizado, generalmente de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, aunque las dimensiones pueden variar según las normas locales.
- El concreto fresco se coloca en el molde en capas, compactando cada capa mediante varillado o vibración, para eliminar vacíos y asegurar una buena homogeneidad en la probeta.



2. Curado de las probetas:

- Las probetas se mantienen en sus moldes durante las primeras 24 horas en condiciones controladas, generalmente a una temperatura de 20 ± 2 °C y una humedad relativa superior al 90%.
- Pasadas las 24 horas, se retiran del molde y se sumergen en agua o en una cámara húmeda para su curado, hasta el momento de la prueba. El tiempo típico de curado es de 7, 14 o 28 días, dependiendo del ensayo a realizar.

3. Preparación para el ensayo:

- Una vez alcanzada la ETAPA requerida para el ensayo, las probetas se sacan del agua o cámara húmeda, se limpian y se secan ligeramente.
- Se verifica que las caras superiores e inferiores estén planas y paralelas. Si es necesario, se rectifican para asegurar una correcta distribución de la PESO durante el ensayo.

4. Ensayo de compresión:

- La probeta se coloca centrada en la máquina de compresión, que debe estar calibrada de acuerdo con las normativas correspondientes.
- Se aplica una PESO gradual y continua sobre la probeta, aumentando a una velocidad constante, hasta que se produce la rotura. La máquina mide la PESO máxima que puede soportar la probeta antes de fracturarse.

5. Cálculo de la resistencia a la compresión:

- La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la PESO máxima aplicada (en Newtons o kilonewtons) por el área de la sección transversal de la probeta (en metros cuadrados o centímetros cuadrados).

La fórmula para el cálculo es:

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

6. Registro de los logros:

- Se registran los logros obtenidos, indicando la resistencia a la compresión, la ETAPA de la probeta, el tipo de concreto, y cualquier observación sobre el tipo de fractura que presente la probeta.

7. Análisis de los logros:

- Los logros se comparan con los valores de resistencia especificados para el proyecto o las normativas aplicables, para determinar si el concreto cumple con los requisitos de calidad y resistencia.
- En función de los logros, se pueden hacer ajustes en la dosificación del concreto o en su proceso de producción.

Figura 10

Resistencia a la compresión



3.7 Análisis de datos

Los logros se obtendrán mediante un análisis sistemático de los datos, representados en tablas, gráficos y cálculos, aplicando protocolos consistentes para asegurar su precisión.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADO

4.1 Resultados Obtenidos.

4.1.1 Resultados sobre los elementos para el diseño de mezclas de un concreto

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, para un pavimento rígido.

- a. Logros concernientes a la caracterización de los agregados

Tabla 14

Características de los agregados

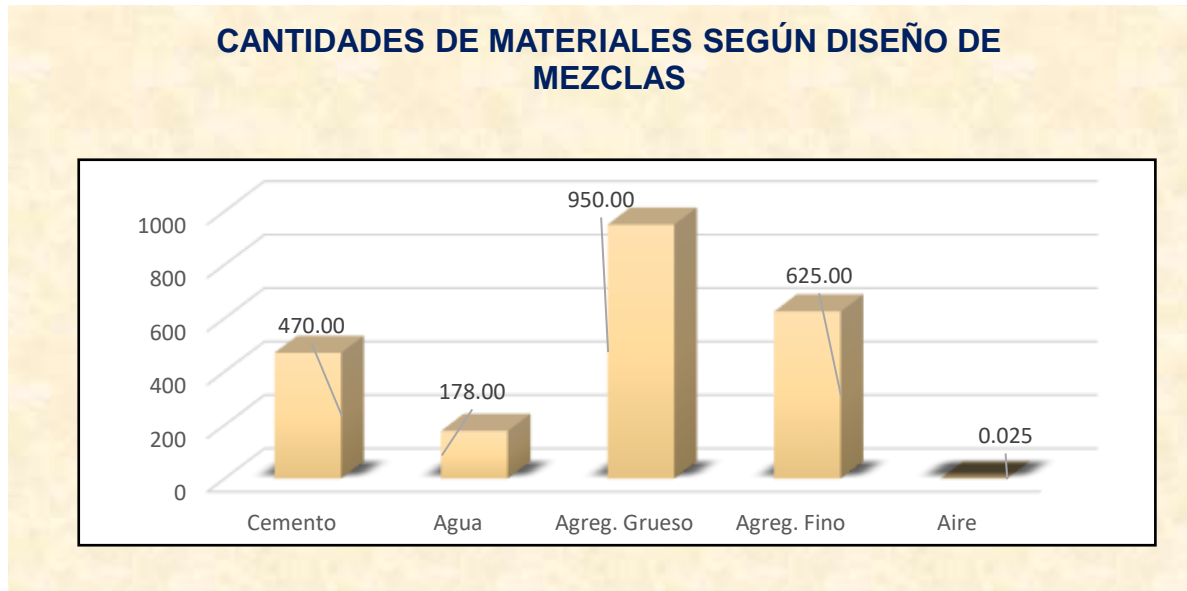
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREG. GRUESO	AGREG. FINO
Peso específico de sólido		
Peso específico saturado y superficialmente seco (SSS)	2.53	2.55
Peso unitario compactado	1694	1730
Peso unitario suelto	1563	1662
Porcentaje de absorción de agua	1.03	2.89
Porcentaje de humedad inherente	3.06	6.24
Índice de finura	-	2.86

La tabla muestra las características físicas de los agregados grueso y fino, incluyendo cualidades como la densidad (P.e de sólidos), el peso unitario (varillado y suelto), el porcentaje de absorción y de humedad natural. Se observa que el agregado fino tiene un mayor porcentaje de absorción (2.89%) y humedad natural (6.24%) en comparación con el agregado grueso, mientras que el módulo de fineza para el AF es 2.86, sin datos para el AG.

b. Logros de las Dosificaciones de los componentes de un diseño de mezclas.**Tabla 15***Cantidades de Materiales del Diseño de mezcla*

ELEMENTOS	PESO (KG/M3)	VOL. PESO
Cemento	470	1.00
Agua	178	0.38
Agreg. G.	950	2.02
Agreg. F.	625	1.33
Aire	2.5 %	

La tabla muestra las cantidades de materiales utilizados en el diseño de mezcla de concreto, especificando la dosificación en peso por metro cúbico y la proporción en volumen. Los elementos incluyen cemento, agua, agregados grueso y fino, además de una proporción de aire del 2.5%. La dosificación es de 470 kg/m³ de cemento, 178 kg/m³ de agua, 950 kg/m³ de AG y 625 kg/m³ de AF.

Figura 11*Dosificaciones del Diseño de Mezclas*

La figura muestra un gráfico de barras con las cantidades de materiales utilizadas en el diseño de mezcla de concreto. Las cantidades en kg/m³ son: 470 para el cemento, 178 para el agua, 950 para el AG, 625 para el AF, y un 0.025 m³ de aire.

Tabla 16*Dosificación por M3*

PROPORCIONES POR PESO	
Cemento	42.50 kg
Agreg. F.	56.54 kg
Agreg. G.	85.95 kg
Agua	16.08 kg

La tabla muestra la porción por peso de los materia M3. Los valores son: 42.50 kg de cemento, 56.54 kg de AF, 85.95 kg de AG y 16.08 kg de agua.

Tabla 17*Dosificaciones de Escorias de cobre*

Materiales	(0%)	(15% EC)	(20% EC)	(25% EC)
Cement (Kg)	470	470	470	470
H2O (Lt)	178	178	178	178
A. Grueso (Kg)	950	950	950	950
A. Fino (Kg)	625	625	625	625
Escorias de Cobre (Kg)	0.00	202	310	409

La dosificación empleada para la preparación de las probetas incluye la adición de escorias de cobre en proporciones variables para los ensayos pertinentes.

Tabla 18*Dosificaciones de Fibras de Aluminio*

Materiales	(0%)	(3% FA)	(5% FA)	(7% FA)
Cement (Kg)	470	470	470	470
H2O (Lt)	178	178	178	178
A. Grueso (Kg)	950	950	950	950
A. Fino (Kg)	625	625	625	625
Escorias de Cobre (Kg)	0.00	3.64	4.86	9.13

Se detalla la dosificación utilizada en la creación de probetas, añadiendo fibras de aluminio en porcentajes variados para los ensayos correspondientes.

4.1.2 Resultados sobre las cualidades físicas y mecánicas del concreto, con la incorporación de escorias de cobre y fibras de aluminio.

4.1.2.1 Cualidades físicas.

Tabla 19

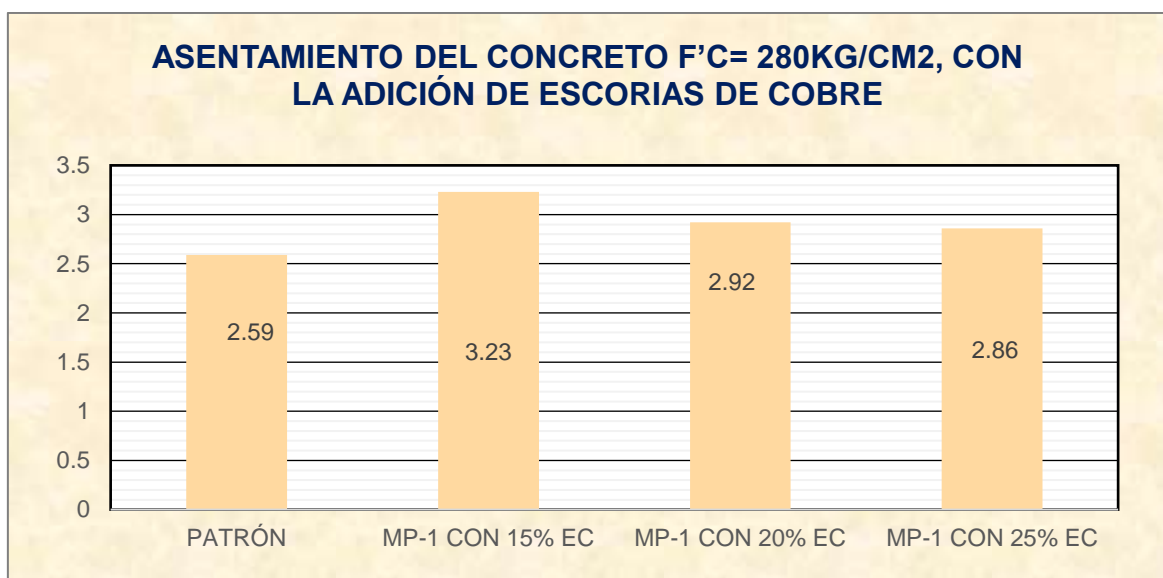
Resumen del Asentamiento del concreto de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de escorias de cobre.

IDENTIFICACIÓN	ASENTAMIENTO		CONSISTENCIA	TRABAJABILIDAD
	In	Cm		
PATRÓN	2.59	7.61	PLASTICA	TRABAJABLE
MP-1 CON 15% EC	3.23	8.23	PLASTICA	TRABAJABLE
MP-1 CON 20% EC	2.92	7.51	PLASTICA	TRABAJABLE
MP-1 CON 25% EC	2.86	7.46	PLASTICA	TRABAJABLE

La tabla presenta el resumen del asentamiento de concreto con y diferentes porcentajes de escoria de cobre (15%, 20%, 25%). Todos los concretos tienen consistencia plástica y son trabajables. Los valores de asentamiento varían entre 7.46 cm y 8.23 cm.

Figura 12

Asentamiento del concreto + escorias de cobre



La figura compara la consistencia del concreto con diferentes porcentajes de EC. El concreto con 15% de escoria presenta el mayor asentamiento (3.23 in), seguido de los concretos con 20% (2.92 in) y 25% (2.86 in), mientras que el patrón tiene un asentamiento de 2.59 in.

Tabla 20

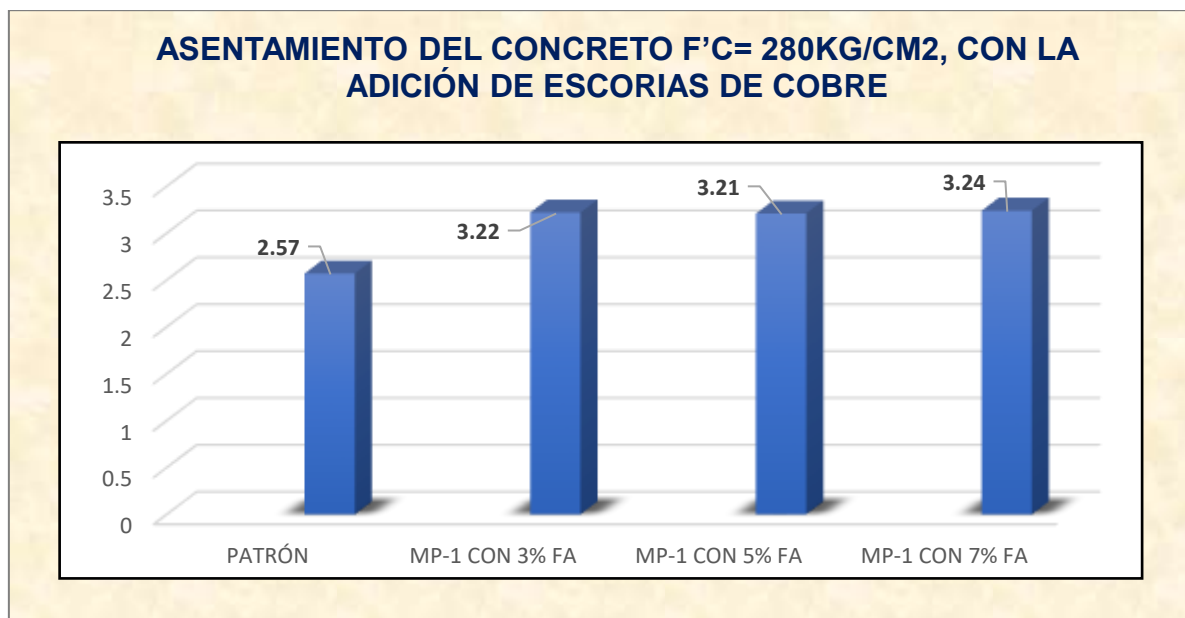
Resumen del Asentamiento del concreto + Fibras de Aluminio.

IDENTIFICACIÓN	ASENTAMIENTO		CONSISTENCIA	TRABAJABILIDAD
	In	Cm		
PATRÓN	2.57	7.45	PLASTICA	TRABAJABLE
MP-1 CON 3% FA	3.22	8.25	PLASTICA	TRABAJABLE
MP-1 CON 5% FA	3.21	8.21	PLASTICA	TRABAJABLE
MP-1 CON 7% FA	3.24	8.32	PLASTICA	TRABAJABLE

La tabla muestra el resumen del asentamiento del concreto y diferentes porcentajes de fibras de aluminio (3%, 5%, 7%). Todos los concretos presentan consistencia plástica y son trabajables, con asentamientos que van desde 7.45 cm en el patrón hasta 8.32 cm en la mezcla con 7% de fibras de aluminio.

Figura 13

Asentamiento del concreto +Fibras de Aluminio



La figura presenta un gráfico de barras comparando el asentamiento del concreto al incorporar diferentes porcentajes de fibras de aluminio (3%, 5%, 7%). Los asentamientos varían desde 2.57 in en el patrón hasta 3.24 in en la mezcla con 7% de fibras.

4.1.2.2 Resistencia a compresión

a) Muestra estándar

Tabla 21

Resistencia alcanzados del concreto, de la muestra estándar, durante 7 días.

Nº	DESCRIP.	PESO Kg	RUPTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	ETAPA DIAS
1	BRIQU- 1	37456	211.68	280	7
2	BRIQU- 2	36895	208.51		
3	BRIQU- 3	37846	214.74		
4	BRIQU- 4	38461	218.23		
5	BRIQU- 5	36489	206.21		
Promedio De RUPTURA			211.87		

La tabla muestra la fuerza del concreto durante 7 días, de cinco muestras de briquetas. La PESO de rotura varía entre 36,859 kg y 38,461 kg, con un promedio de esfuerzo de rotura de 211.87 kg/cm². Todas las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 14

Resistencia alcanzada lograda 7 días muestra patrón



La ilustración muestra un gráfico de barras que ilustra la fuerza a compresión del hormigón en cinco muestras a 7 días. Las resistencias oscilan entre 206,21 kg/cm² y 218,23 kg/cm², con una media de 211,87 kg/cm².

Tabla 22

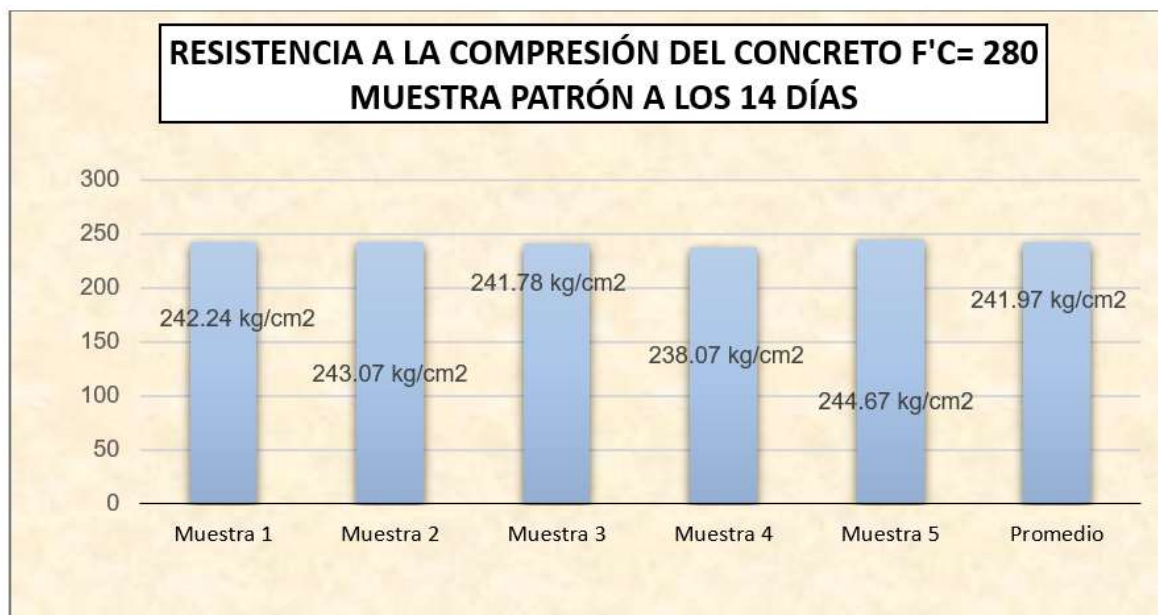
Resistencia alcanzados del concreto, muestra estándar obtenido 14 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'C	ETAPA
		Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	DIAS
1	BRIQU- 1	42865	242.24	280	14
2	BRIQU- 2	43012	243.07		
3	BRIQU- 3	42613	241.78		
4	BRIQU- 4	41958	238.07		
5	BRIQU- 5	43295	244.67		
Promedio De RUPTURA			241.97		

La tabla muestra los logros de resistencia del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días, en cinco muestras de briquetas. Los pesos de rotura varían entre 41,958 kg y 43,012 kg, con un promedio de esfuerzo de ruptura de 241.97 kg/cm^2 . El diámetro de las muestras es de aproximadamente 15 cm y el área es de 176.95 cm^2 .

Figura 15

Resistencia alcanzada obtenida en 14 días muestra patrón



La ilustración muestra un gráfico de barras que ilustra la resistencia del hormigón durante 14 días entre cinco muestras. Las resistencias alcanzan entre $238,07 \text{ kg/cm}^2$ y $244,67 \text{ kg/cm}^2$, con una media de $241,97 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 23

Resistencia alcanzados del concreto, de la muestra estándar obtenida en 28 días.

Nº	DESCRIP.	PESO Kg	RUPTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	ETAPA DIAS
1	BRIQU- 1	49789	281.37	280	28
2	BRIQU- 2	51236	289.55		
3	BRIQU- 3	48963	277.81		
4	BRIQU- 4	52631	298.63		
5	BRIQU- 5	49945	282.25		
Promedio De RUPTURA			285.92		

La tabla muestra la fuerza del concreto durante 28 días, en cinco muestras de briquetas.

Los pesos de rotura oscilan entre 48,963 kg y 52,631 kg, con un promedio de esfuerzo de rotura de 285.92 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 16

Resistencia alcanzada durante 28 días muestra patrón



El gráfico muestra un diagrama de barras que ilustra la resistencia del hormigón durante 28 días en cinco muestras. Las resistencias oscilan entre 277,81 kg/cm² y 298,63 kg/cm², con una media de 285,92 kg/cm².

b) Concreto + escorias de cobre

b.1 con la adición de 15%

Tabla 24

Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 15%, en 7 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'c	ETAPA
		Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	DIAS
1	BRIQU- 1	37865	213.99	280	7
2	BRIQU- 2	38649	218.42		
3	BRIQU- 3	39016	221.38		
4	BRIQU- 4	37045	210.19		
5	BRIQU- 5	36984	209.01		
		Promedio De RUPTURA	214.60		

La tabla ilustra logros de resistencia del concreto con 15% de escorias de cobre durante 7 días. Las pesos de rotura varían entre 36,984 kg y 39,016 kg, con una media de esfuerzo de rotura de 214.60 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm²

Figura 17

Resistencia alcanzada con 15% de escorias de cobre, del concreto durante 7 días



La ilustración muestra la resistencia del hormigón que contiene un 15% de escoria de cobre durante 7 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias oscilan entre 209,01 kg/cm² y 221,38 kg/cm², con una media de 214,60 kg/cm².

Tabla 25

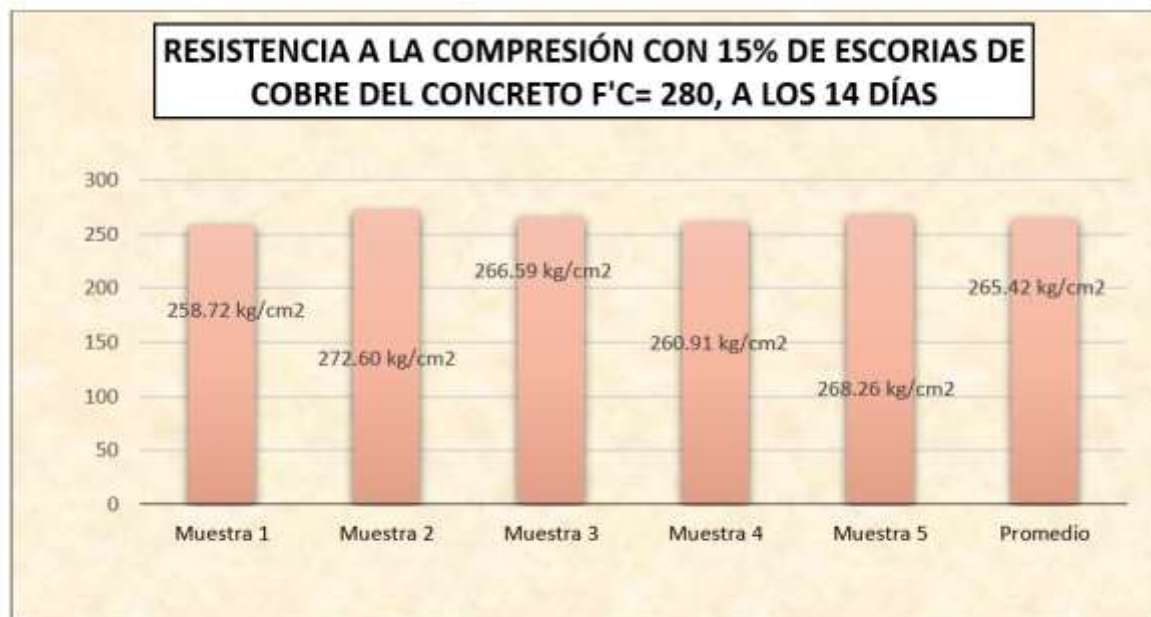
Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 15%, obtenida 14 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'c	ETAPA
		Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	DIAS
1	BRIQU- 1	45781	258.72	280	14
2	BRIQU- 2	48236	272.60		
3	BRIQU- 3	46985	266.59		
4	BRIQU- 4	45984	260.91		
5	BRIQU- 5	47468	268.26		
		Promedio De RUPTURA	265.42		

La tabla exhibe los logros de resistencia del concreto con 15% de escorias de cobre a los 14 días. Los pesos de rotura varían entre 45,781 kg y 48,236 kg, con una media de esfuerzo de rotura de 265.42 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 18

Resistencia alcanzada con 15% de escorias de cobre, del concreto durante 14 días



La ilustración muestra la fuerza del hormigón que contiene un 15% de escoria de cobre durante los 14 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias oscilan entre 258,72 kg/cm² y 272,60 kg/cm², con una media de 265,42 kg/cm².

Tabla 26

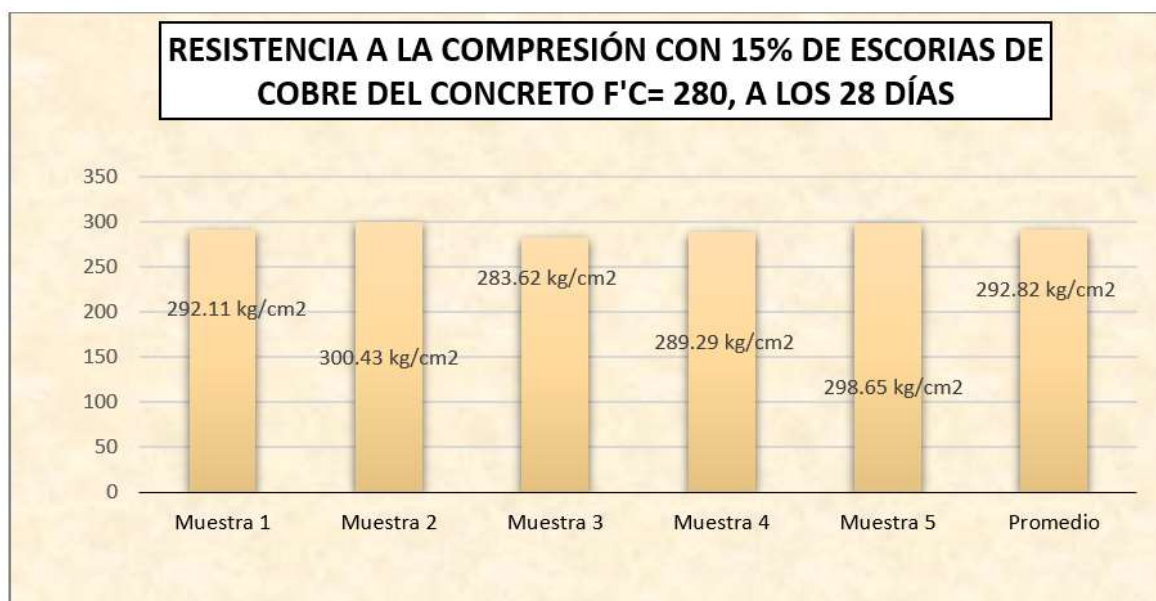
Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 15%, durante 28 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'c	ETAPA
		Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	DIAS
1	BRIQU- 1	51689	292.11	280	28
2	BRIQU- 2	53162	300.43		
3	BRIQU- 3	49987	283.62		
4	BRIQU- 4	50986	289.29		
5	BRIQU- 5	52846	298.65		
		Promedio De RUPTURA	292.82		

La tabla ilustra los logros de resistencia del concreto con 15% de escorias de cobre a los 28 días. Las Pesos de rotura varían entre 49,997 kg y 53,162 kg, con una media de esfuerzo de rotura de 292.82 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 19

Resistencia alcanzada con 15% de escorias de cobre, del concreto durante 28 días



La ilustración muestra la fuerza a compresión del hormigón que contiene un 15% de escoria de cobre lograda en 28 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias oscilan entre 283,62 kg/cm² y 300,43 kg/cm², con una media de 292,82 kg/cm².

b.2 con la adición de 20%

Tabla 27

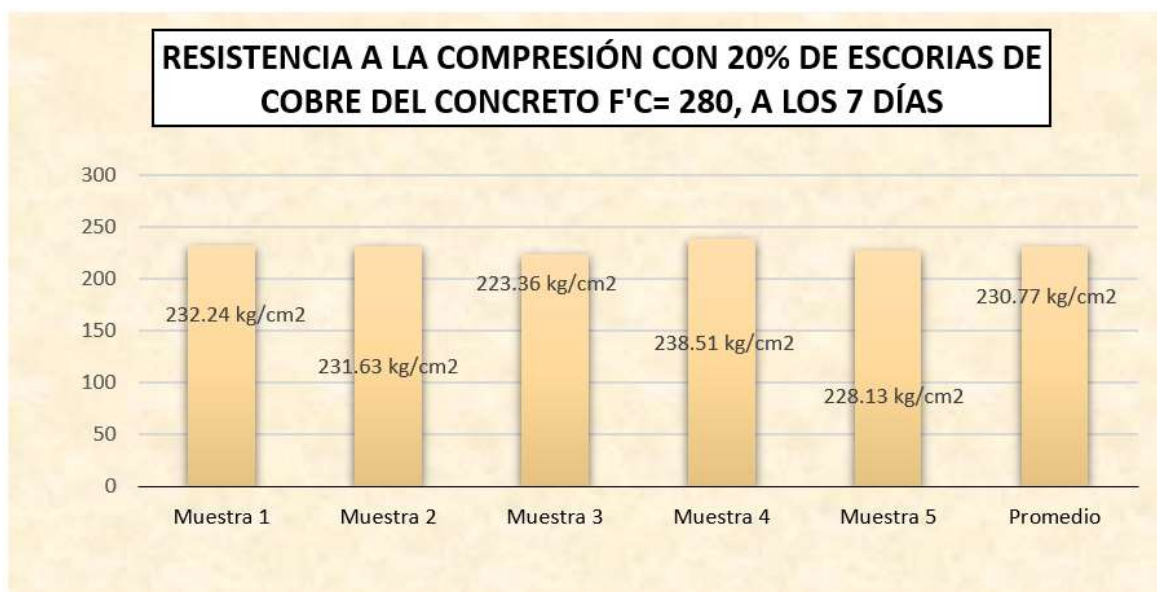
Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 20%, obtenida 7 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'c	ETAPA
		Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	DIAS
1	BRIQU- 1	41095	232.24	280	7
2	BRIQU- 2	40987	231.63		
3	BRIQU- 3	39365	223.36		
4	BRIQU- 4	42036	238.51		
5	BRIQU- 5	40367	228.13		
Promedio De RUPTURA			230.77		

La tabla ilustra los logros de resistencia del concreto con 20% de escorias de cobre a los 7 días. Las fuerzas de rotura varían entre 39,365 kg y 42,036 kg, con un promedio de esfuerzo de rotura de 230.77 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 20

Resistencia alcanzada con 20% de escorias de cobre, del concreto durante 7 días



La figura ilustra la resistencia a la compresión del concreto con 20% de escorias de cobre a los 7 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias varían entre 223.36 kg/cm² y 238.51 kg/cm², con una media de 230.77 kg/cm².

Tabla 28

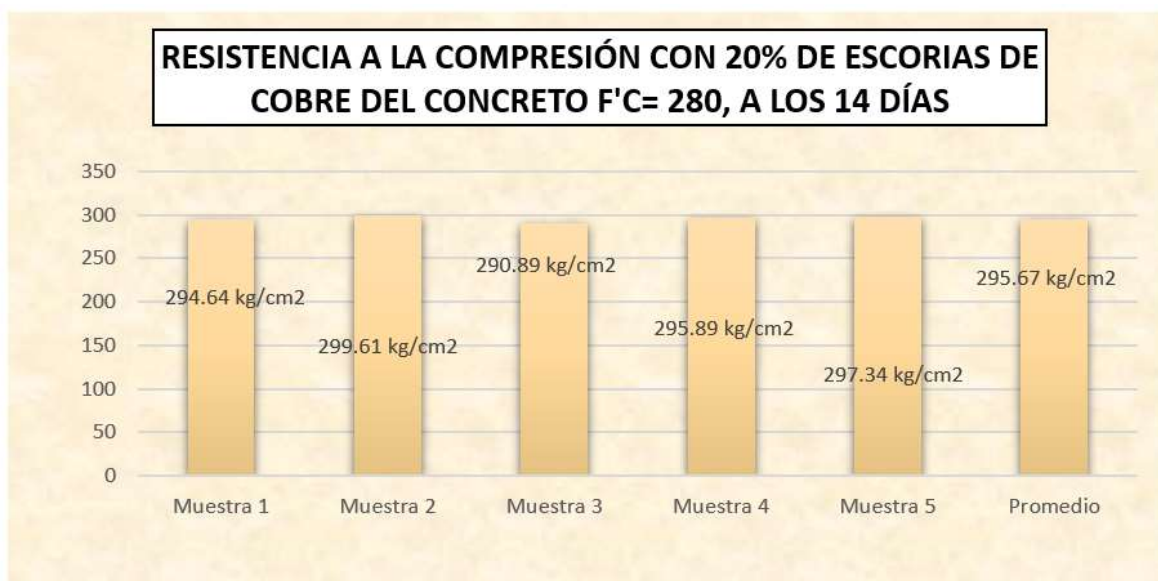
Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 20%, a los 14 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'c	ETAP A
		Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	DIAS
1	BRIQU- 1	52136	294.64	280	14
2	BRIQU- 2	53016	299.61		
3	BRIQU- 3	51268	290.89		
4	BRIQU- 4	52148	295.89		
5	BRIQU- 5	52614	297.34		
Promedio De RUPTURA			295.67		

La tabla exhibe la actuación de resistencia del concreto con 20% de escorias de cobre a los 14 días. Las Pesos de rotura varían entre 51,136 kg y 53,016 kg, con una media de esfuerzo de rotura de 295.67 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 21

Resistencia alcanzada con 20% de escorias de cobre, del concreto obtenida 14 días



La figura exhibe la resistencia a la compresión del concreto con 20% de escorias de cobre a los 14 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias varían entre 290.89 kg/cm² y 299.61 kg/cm², con media de 295.67 kg/cm².

Tabla 29

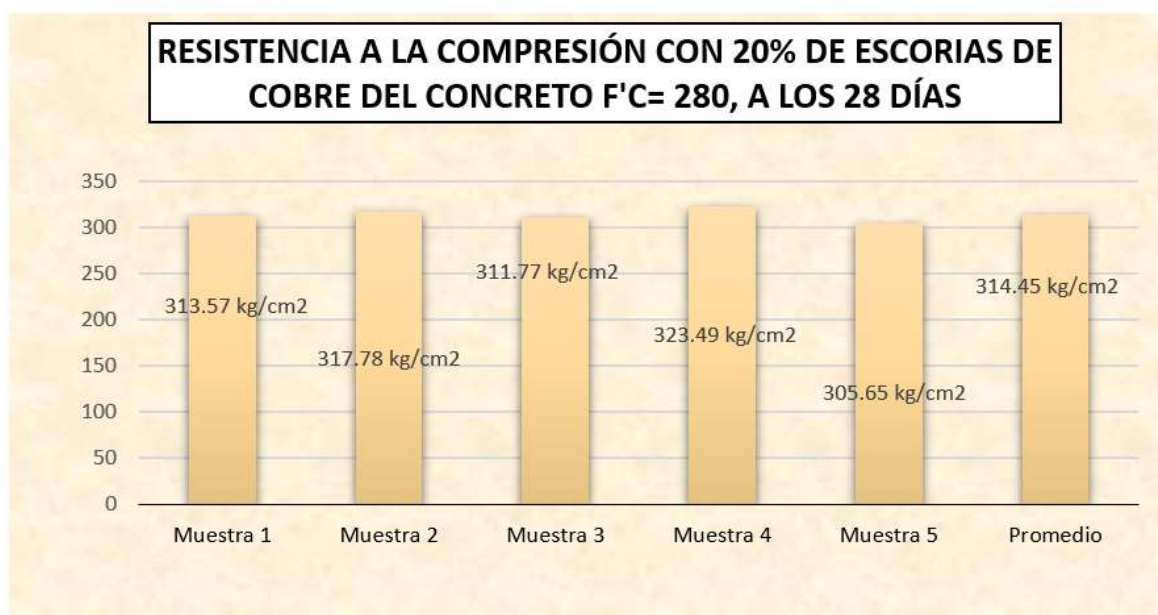
Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 20%, obtenida en 28 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'c	ETAPA
		Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	DIAS
1	BRIQU- 1	55487	313.57	280	28
2	BRIQU- 2	56231	317.78		
3	BRIQU- 3	54948	311.77		
4	BRIQU- 4	57013	323.49		
5	BRIQU- 5	54084	305.65		
Promedio De RUPTURA			314.45		

La tabla ilustra los logros de resistencia del concreto con 20% de escorias de cobre a los 28 días. Las Pesos de rotura varían entre 54,048 kg y 57,013 kg, con media de esfuerzo de rotura de 314.45 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 22

Resistencia alcanzada con 20% de escorias de cobre, del concreto durante 28 días



La figura exhibe la fuerza a compresión del concreto con 20% de escorias de cobre a los 28 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias alcanzan entre 305.65 kg/cm² y 323.49 kg/cm², con media de 314.45 kg/cm².

b.3 con la adición de 25%

Tabla 30

Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 25%, durante 7 días.

Nº	DESCRIP.	PESO Kg	RUPTURA Kg/cm2	F' C Kg/cm2	ETAPA DIAS
1	BRIQU- 1	38456	217.33	280	7
2	BRIQU- 2	39166	221.34		
3	BRIQU- 3	38894	220.68		
4	BRIQU- 4	38475	218.31		
5	BRIQU- 5	37945	214.44		
Promedio De RUPTURA			218.42		

La tabla exhibe los logros la fuerza del concreto con 25% de escorias de cobre durante 7 días. Las Pesos de rotura varían entre 37,945 kg y 39,166 kg, con media de esfuerzo de rotura de 218.42 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 23

Resistencia alcanzada con 25% de escorias de cobre, del concreto obtenida en 7 días



La figura muestra la fuerza del concreto con 25% de escorias de cobre a los 7 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias varían entre 214.44 kg/cm² y 221.34 kg/cm², con media de 218.42 kg/cm².

Tabla 31

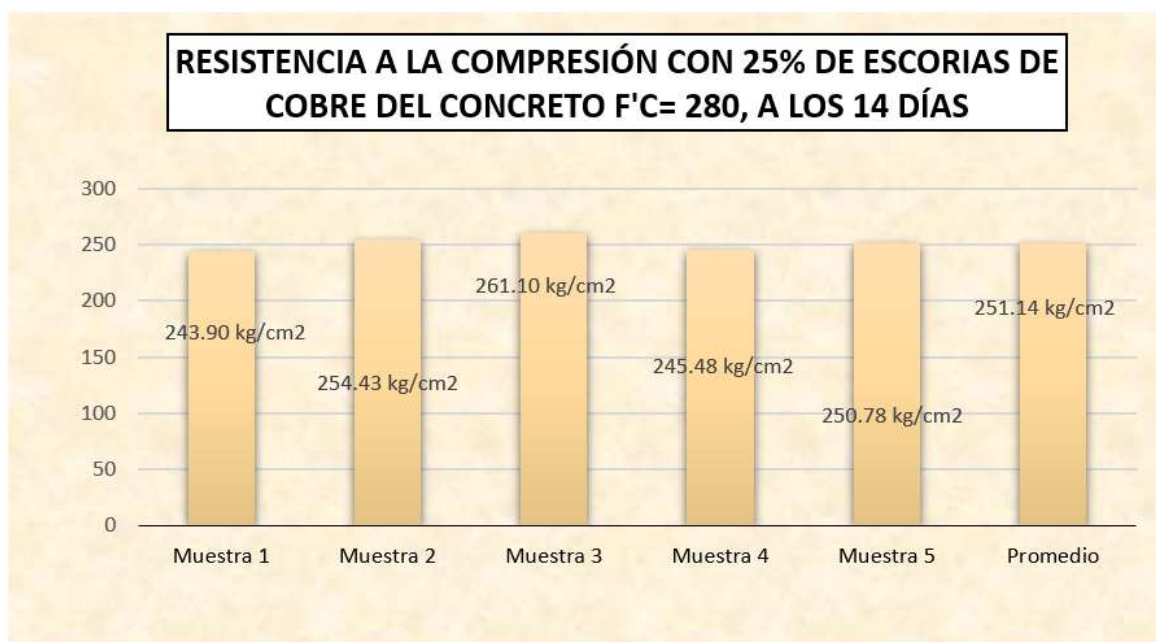
Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 25%, lograda 14 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'c	ETAPA
		Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	DIAS
1	BRIQU- 1	43158	243.90	280	14
2	BRIQU- 2	45022	254.43		
3	BRIQU- 3	46018	261.10		
4	BRIQU- 4	43265	245.48		
5	BRIQU- 5	44376	250.78		
		Promedio De RUPTURA	251.14		

La tabla ilustra los logros de resistencia del concreto con 25% de escorias de cobre a los 14 días. Las Pesos de rotura varían entre 43,158 kg y 46,018 kg, con media de esfuerzo de rotura de 251.14 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 24

Resistencia alcanzada con 25% de escorias de cobre, del concreto durante 14 días



La figura muestra la fuerza del concreto con 25% de escorias de cobre a los 14 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias varían entre 243.90 kg/cm² y 261.10 kg/cm², con media de 251.14 kg/cm².

Tabla 32

Resistencia alcanzados del concreto + escorias de cobre al 25%, obtenida 28 días.

Nº	DESCRIP.	PESO Kg	RUPTURA Kg/cm2	F'C Kg/cm2	ETAPA DIAS
1	BRIQU- 1	52486	296.61	280	28
2	BRIQU- 2	52148	294.70		
3	BRIQU- 3	53168	301.67		
4	BRIQU- 4	54147	307.23		
5	BRIQU- 5	53986	305.09		
Promedio De RUPTURA			301.06		

La tabla ilustra la resistencia del concreto con 25% de escorias de cobre a los 28 días. Las Pesos de rotura varían entre 52,148 kg y 53,986 kg, con media de esfuerzo de rotura de 301.06 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 25

Resistencia alcanzada con 25% de escorias de cobre, del concreto durante 28 días



La figura muestra la fuerza del concreto con 25% de escorias de cobre a los 28 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias varían entre 294.70 kg/cm² y 307.23 kg/cm², con media de 301.06 kg/cm².

c) Concreto con la adición de Fibras de Aluminio

c.1 con la adición de 3%

Tabla 33

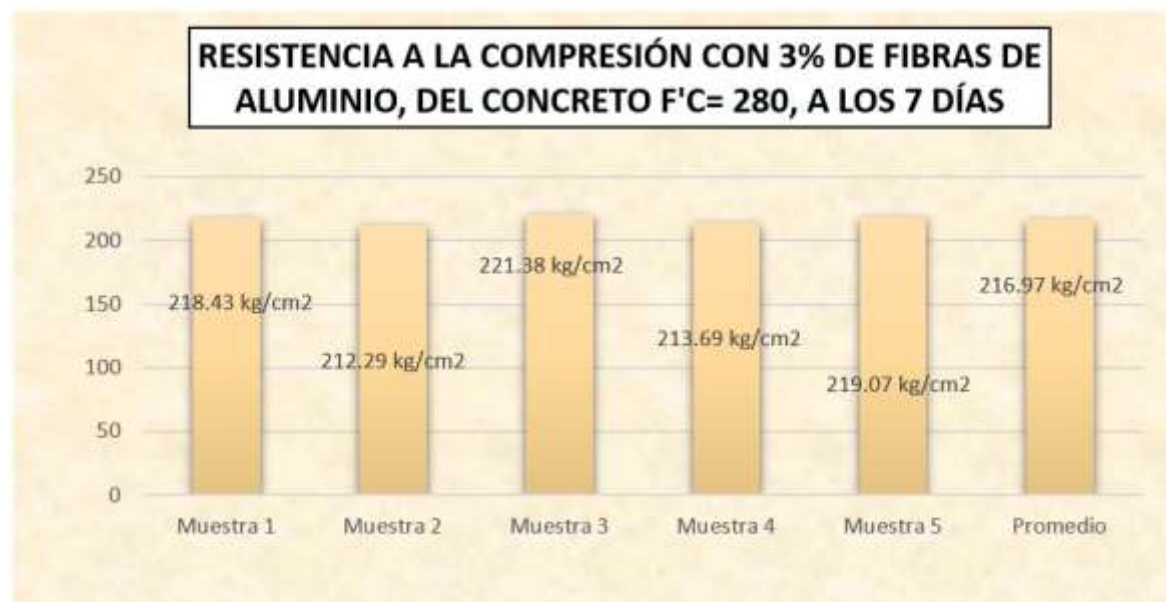
Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 3%, obtenida en 7 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F´C	ETAPA
		Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	DIAS
1	BRIQU- 1	38652	218.43	280	7
2	BRIQU- 2	37564	212.29		
3	BRIQU- 3	39016	221.38		
4	BRIQU- 4	37661	213.69		
5	BRIQU- 5	38765	219.07		
Promedio De RUPTURA			216.97		

La tabla ilustra la fuerza del concreto + fibras de aluminio al 3% a los 7 días. Las Pesos de rotura varían entre 37,564 kg y 39,016 kg, con media de esfuerzo de rotura de 216.97 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 26

Resistencia alcanzada con 3% de Fibras de Aluminio, del concreto obtenida en 7 días



La figura ilustra la fuerza del concreto con 3% de fibras de aluminio a los 7 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias varían entre 212.29 kg/cm² y 221.38 kg/cm², con media de 216.97 kg/cm².

Tabla 34

Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 3%, obtenida en 14 días.

N o	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'c	ETAP A
		Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	DIAS
1	BRIQU- 1	46853	264.78	280	14
2	BRIQU- 2	47251	267.03		
3	BRIQU- 3	46526	263.99		
4	BRIQU- 4	48016	272.44		
5	BRIQU- 5	45621	257.82		
		Promedio De RUPTURA	265.21		

La tabla muestra la fuerza del concreto con 3% de fibras de aluminio a los 14 días. Las Pesos de rotura varían entre 45,621 kg y 48,016 kg, con un promedio de esfuerzo de rotura de 265.21 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 27

Resistencia alcanzada con 3% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 14 días.



La figura muestra la fuerza del concreto con 3% de fibras de aluminio a los 14 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias varían entre 257.21 kg/cm² y 272.44 kg/cm², con media de 265.09 kg/cm².

Tabla 35

Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 3%, obtenida en 28 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'c	ETAPA
		Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	DIAS
1	BRIQU- 1	50956	287.97	280	28
2	BRIQU- 2	51624	291.74		
3	BRIQU- 3	52019	295.15		
4	BRIQU- 4	49875	282.99		
5	BRIQU- 5	53469	302.17		
Promedio De RUPTURA			292.00		

La tabla muestra la fuerza del concreto con 3% de fibras de aluminio a los 28 días. Los Pesos de rotura varían entre 49,875 kg y 53,469 kg, con media de esfuerzo de rotura de 292.00 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 28

Resistencia alcanzada con 3% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 28 días



La figura muestra el esfuerzo del concreto con 3% de fibras de aluminio a los 28 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias varían entre 282.99 kg/cm² y 302.17 kg/cm², con media de 292.00 kg/cm².

c.2 con la adición de 5%

Tabla 36

Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 5%, a los 7 días.

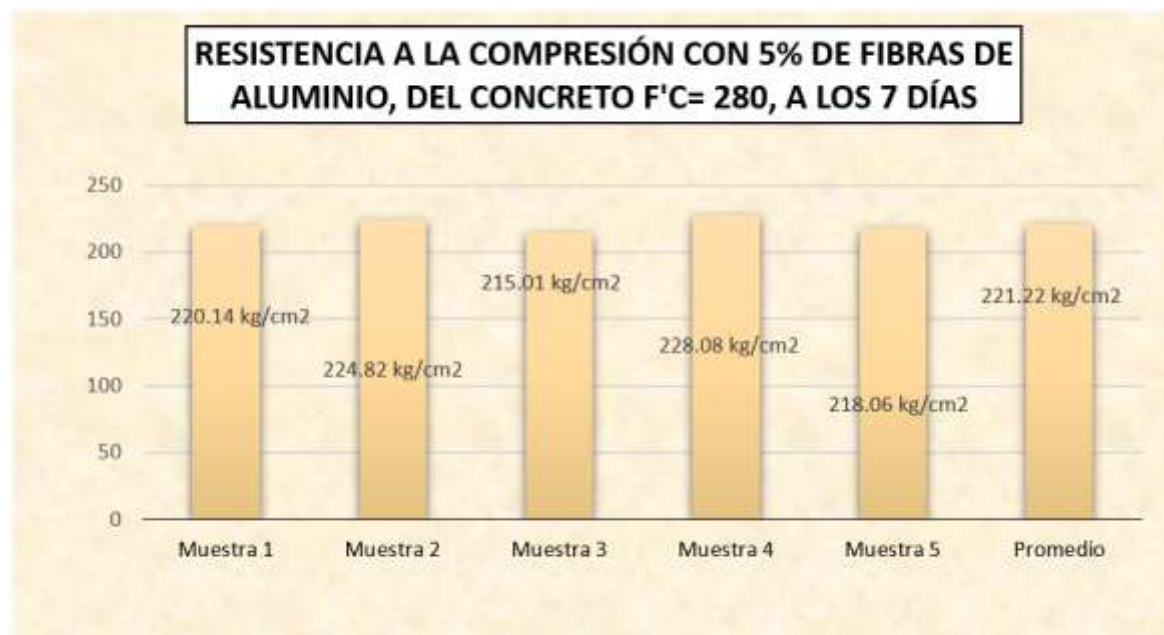
Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'c	ETAPA
		Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	DIAS
1	BRIQU- 1	38954	220.14	280	7
2	BRIQU- 2	39782	224.82		
3	BRIQU- 3	37894	215.01		
4	BRIQU- 4	40198	228.08		
5	BRIQU- 5	38586	218.06		
Promedio De RUPTURA			221.22		

La tabla muestra los logros fuerza del concreto con 5% de fibras de aluminio a los 7 días.

Las Pesos de rotura varían entre 38,586 kg y 40,198 kg, con media de esfuerzo de rotura de 221.22 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 29

Resistencia alcanzada con 5% de Fibras de Aluminio, del concreto, durante 7 días



La figura muestra la fuerza del concreto con 5% de fibras de aluminio a los 7 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias varían entre 215.01 kg/cm² y 228.08 kg/cm², con media de 221.22 kg/cm².

Tabla 37

Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 5%, durante 14 días.

N _o	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'c	ETAP A
		Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	DIAS
1	BRIQU- 1	49215	278.13	280	14
2	BRIQU- 2	50129	283.29		
3	BRIQU- 3	49879	283.01		
4	BRIQU- 4	51036	289.58		
5	BRIQU- 5	52019	293.98		
		Promedio De RUPTURA	285.60		

La tabla muestra los logros de resistencia del concreto con 5% de fibras de aluminio a los 14 días. Las Pesos de rotura varían entre 49,215 kg y 52,019 kg, con un promedio de esfuerzo de rotura de 285.60 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 30

Resistencia alcanzada con 5% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 14 días



La figura muestra la fuerza del concreto con 5% de fibras de aluminio a los 14 días, con un f'c de 280 kg/cm². Las resistencias varían entre 278.13 kg/cm² y 293.98 kg/cm², con media de 285.60 kg/cm².

Tabla 38

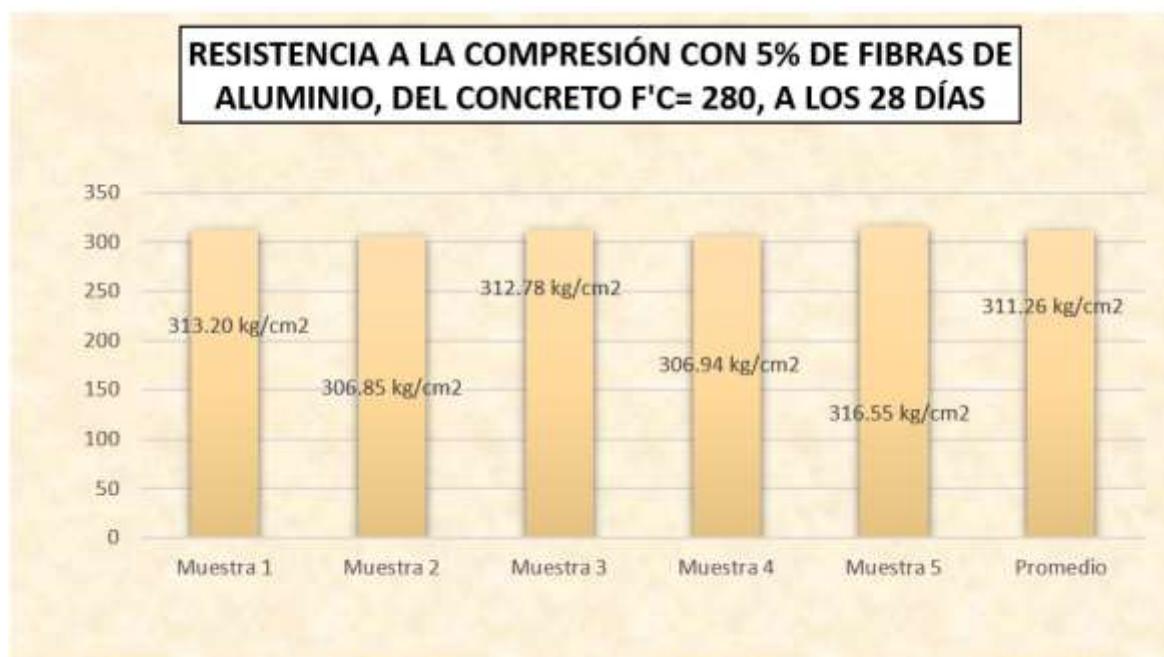
Resistencia alcanzados del concreto + incorporación de Fibras de Aluminio al 5%, a los 28 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'C	ETAPA
		Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	DIAS
1	BRIQU- 1	55421	313.20		
2	BRIQU- 2	54298	306.85		
3	BRIQU- 3	55126	312.78	280	28
4	BRIQU- 4	54096	306.94		
5	BRIQU- 5	56013	316.55		
		Promedio De RUPTURA	311.26		

La tabla muestra los logros de resistencia del concreto con 5% de fibras de aluminio a los 28 días. Las Pesos de rotura varían entre 54,096 kg y 56,013 kg, con un promedio de esfuerzo de rotura de 311.26 kg/cm². Las muestras tienen un diámetro de aproximadamente 15 cm y un área de 176.95 cm².

Figura 31

Resistencia alcanzada con 5% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 28 días



La gráfica presenta la resistencia promedio del concreto con 5% de fibras de aluminio a los 28 días, alcanzando 311.26 kg/cm². Las cinco muestras varían entre 306.85 y 316.55 kg/cm², mostrando consistencia en los logros.

c.2 con la adición de 7%

Tabla 39

Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 7%, durante 7 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	Ø	AREA	RUPTURA	F'c	ETAPA
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	DIAS
1	BRIQU- 1	38549	15.01	176.95	217.85	280	7
2	BRIQU- 2	39016	15.01	176.95	220.49	280	7
3	BRIQU- 3	37846	14.98	176.24	214.74	280	7
4	BRIQU- 4	38169	14.98	176.24	216.57	280	7
5	BRIQU- 5	37011	15.01	176.95	209.16	280	7
Promedio De RUPTURA					215.76		

La tabla muestra los logros fuerza del concreto con un 7% de fibras de aluminio en 7 días.

Se evaluaron cinco briquetas con un esfuerzo de rotura media de 215.76 kg/cm², variando entre 209.16 kg/cm² y 220.49 kg/cm², manteniendo un valor de f'c de 280 kg/cm² en todas las muestras.

Figura 32

Resistencia alcanzada con 7% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 7 días



La figura muestra la fuerza del concreto con 7% de fibras de aluminio a los 7 días, alcanzando un promedio de 215.76 kg/cm². Las cinco muestras presentan valores que oscilan entre 209.16 kg/cm² y 220.49 kg/cm², con la mayor resistencia en la Muestra 2. Los logros muestran consistencia en los valores obtenidos.

Tabla 40

Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 7%, lograda en 14 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'c	ETAPA
		Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	DIAS
1	BRIQU- 1	49158	277.81	280	14
2	BRIQU- 2	50126	283.28		
3	BRIQU- 3	51026	289.52		
4	BRIQU- 4	49987	283.62		
5	BRIQU- 5	50163	283.49		
Promedio De RUPTURA			283.54		

La tabla muestra los logros fuerza del concreto con un 7% de fibras de aluminio a los 14 días. Las cinco briquetas evaluadas presentan un esfuerzo de rotura media de 283.54 kg/cm², con valores que oscilan entre 277.81 kg/cm² y 289.52 kg/cm², manteniendo un f'c constante de 280 kg/cm² en todas las muestras.

Figura 33

Resistencia alcanzada con 7% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 14 días.



La gráfica muestra la fuerza del concreto con un 7% de fibras de aluminio a los 14 días, alcanzando un promedio de 283.54 kg/cm². Las cinco muestras presentan valores que varían entre 277.81 kg/cm² y 289.52 kg/cm², con la mayor resistencia en la Muestra 3. Los logros son consistentes y están cerca del valor promedio.

Tabla 41

Resistencia alcanzados del concreto + Fibras de Aluminio al 7%, durante 28 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F'c	ETAPA
		Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	DIAS
1	BRIQU- 1	52896	298.93	280	28
2	BRIQU- 2	53974	305.02		
3	BRIQU- 3	54236	307.73		
4	BRIQU- 4	51987	294.97		
5	BRIQU- 5	54029	305.33		
		Promedio De RUPTURA	302.40		

La tabla muestra los logros de la fuerza del concreto con un 7% de fibras de aluminio a los 28 días. Las cinco briquetas evaluadas presentan un esfuerzo de rotura media de 302.40 kg/cm², con valores que aleran entre 294.97 kg/cm² y 307.73 kg/cm², manteniendo un f'c constante de 280 kg/cm² en todas las muestras.

Figura 34

Resistencia alcanzada con 7% de Fibras de Aluminio, del concreto durante 28 días



La gráfica muestra la resistencia del concreto con un 7% de fibras de aluminio a los 28 días, con un promedio de 302.40 kg/cm². Las cinco muestras presentan valores que aleran entre 294.97 kg/cm² y 307.73 kg/cm², destacándose la Muestra 3 como la de mayor resistencia. Los logros indican uniformidad en las resistencias obtenidas.

4.1.3 Resultados sobre la incidencia de escorias de cobre y fibras de aluminio en sus porcentajes óptimos combinados, sobre la resistencia del concreto.

Tabla 42

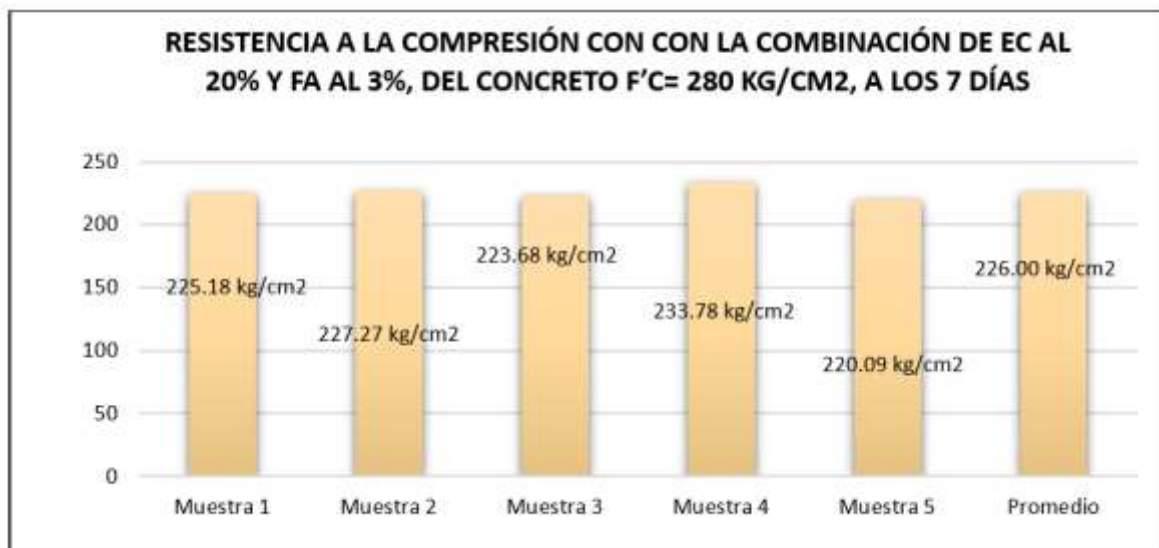
Resistencia del concreto + escorias de cobre al 20% y Fibras de Aluminio al 3%, 7 días.

Nº	DESCRIP.	PESO Kg	RUPTURA Kg/cm2	F'c Kg/cm2	ETAPA DIAS
1	BRIQU- 1	39845	225.18		
2	BRIQU- 2	40215	227.27		
3	BRIQU- 3	39423	223.68	280	7
4	BRIQU- 4	41203	233.78		
5	BRIQU- 5	38945	220.09		
Promedio De RUPTURA			226.00		

La tabla muestra los logros fuerza del concreto mezclado con 20% de escorias de cobre y 3% de fibras de aluminio, probadas a los 7 días. Se evaluaron cinco briquetas, con un esfuerzo de rotura media de 226 Kg/cm², superior la fuerza objetivo de 280 Kg/cm². Las Pesos aplicadas oscilaron entre 39,423 Kg y 41,203 Kg.

Figura 35

Resistencia alcanzada con la combinación de EC al 20% y FA al 3%, durante 7 días



La figura muestra los logros de resistencia de muestras de concreto con una combinación de escorias de cobre al 20% y fibras de aluminio al 3%, evaluadas a los 7 días. Las cinco muestras presentan resistencias que aleran entre 220.09 Kg/cm² y 233.78 Kg/cm², con media de 226 Kg/cm², inferior a la resistencia objetivo de 280 Kg/cm².

Tabla 43

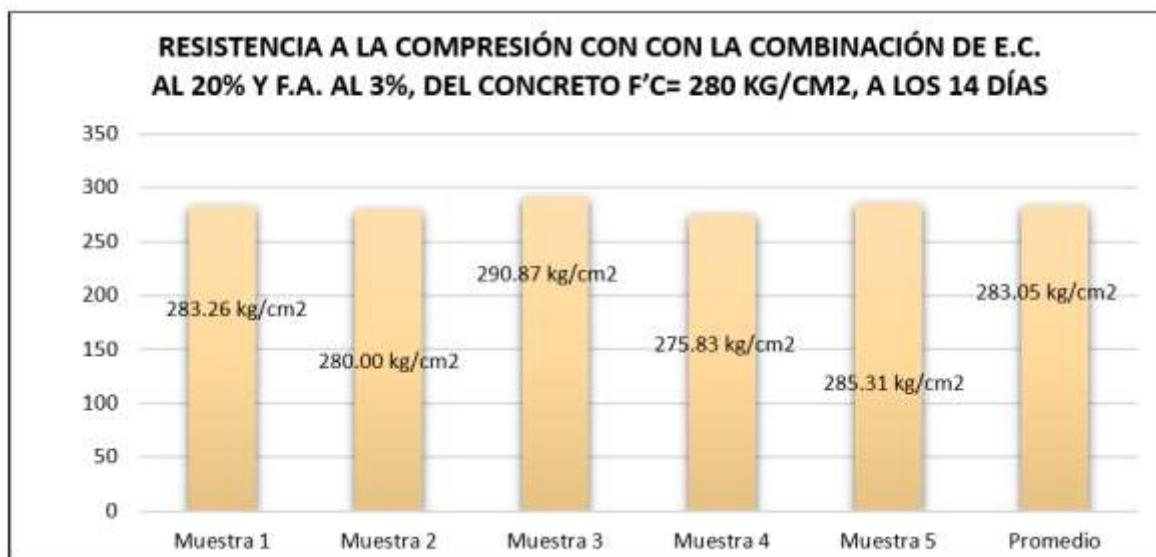
Resistencia del concreto + escorias de cobre al 20% y Fibras de Aluminio al 3%, a los 14 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F´C	ETAP A
		Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	DIAS
1	BRIQU- 1	50123	283.26	210	14
2	BRIQU- 2	49546	280.00		
3	BRIQU- 3	51264	290.87		
4	BRIQU- 4	48613	275.83		
5	BRIQU- 5	50485	285.31		
Promedio De RUPTURA			283.05		

La tabla 43 presenta los logros de pruebas de resistencia a los 14 días para concreto mezclado con 20% de escorias de cobre y 3% de fibras de aluminio. Las cinco briquetas evaluadas tienen esfuerzos de rotura que varían entre 275.83 Kg/cm² y 290.87 Kg/cm², con media de 283.05 Kg/cm². La resistencia objetivo (F'c) es de 280 Kg/cm², lo que muestra que todas las muestras superan este valor.

Figura 36

Resistencia alcanzada con la combinación de EC al 20% y FA al 3%, durante 14 días.



La figura 36 muestra los logros de resistencia durante 14 días para concreto con una combinación de escorias de cobre al 20% y fibras de aluminio al 3%. Las cinco muestras presentan resistencias que varían entre 275.83 Kg/cm² y 290.87 Kg/cm², con un promedio de 283.05 Kg/cm², lo que supera ligeramente la resistencia objetivo de 280 Kg/cm².

Tabla 44

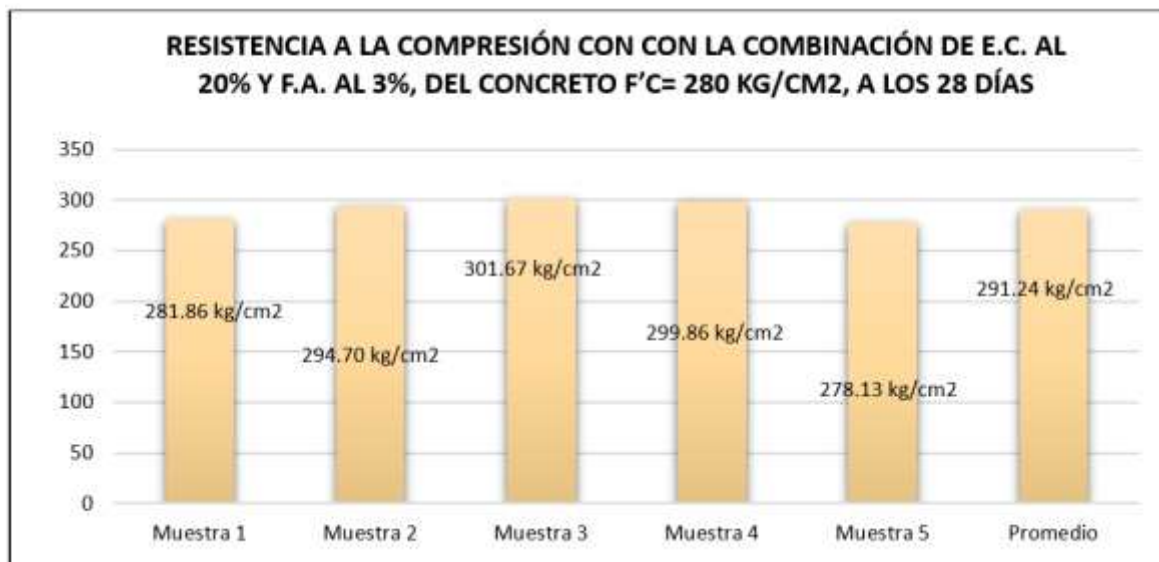
Resistencia del concreto + escorias de cobre al 20% y Fibras de Aluminio al 3%, en 28 días.

Nº	DESCRIP.	PESO	RUPTURA	F´C	ETAP A
		Kg	Kg/cm2	Kg/cm2	DIAS
1	BRIQU- 1	49875	281.86	210	28
2	BRIQU- 2	52148	294.70		
3	BRIQU- 3	53168	301.67		
4	BRIQU- 4	52849	299.86		
5	BRIQU- 5	49216	278.13		
Promedio De RUPTURA			291.25		

La tabla exhibe los comportamientos de resistencia durante 28 días para concreto mezclado con un 20% de escorias de cobre y 3% de fibras de aluminio. Las cinco muestras de briquetas muestran esfuerzos de rotura que oscilan entre 278.13 Kg/cm² y 301.67 Kg/cm², con media de 291.25 Kg/cm². Todas las muestras superan la resistencia objetivo de 210 Kg/cm², lo que indica una alta resistencia del concreto con esta combinación.

Figura 37

Resistencia alcanzada con la combinación de EC al 20% y FA al 3%, a los 28 días



La figura 37 muestra los logros de resistencia durante 28 días para concreto con una combinación de escorias de cobre al 20% y fibras de aluminio al 3%. Las cinco muestras presentan resistencias que aleran entre 278.13 Kg/cm² y 301.67 Kg/cm², con un promedio de 291.24 Kg/cm², superando la resistencia objetivo de 280 Kg/cm².

4.2 Discusión de Resultados

Para desarrollar una tesis que abarque con mayor profundidad las investigaciones de Condori Roque y Jara Arzapalo sobre el uso de aditivos y materiales sustitutos en el concreto, es importante expandir la información técnica de ambos estudios, analizando con mayor detalle los logros obtenidos y su relevancia en el contexto de la ingeniería civil. A continuación, se expone un análisis detallado de cada investigación y sus contribuciones al campo de estudio.

Condori Roque: "Evaluación de las cualidades Físico Mecánicas del Concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$, adicionando Fibras de Aluminio en Puno 2022"

Condori Roque realizó una investigación con el objetivo de evaluar las cualidades físico-mecánicas del concreto al adicionar fibras de aluminio (FAR) en dos tipos de concreto, uno con una resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y otro de $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$. Este estudio se centró en analizar cómo la incorporación de estas fibras afecta las resistencias a compresión, tracción y flexión, parámetros críticos en el desempeño estructural del concreto.

Los logros del estudio mostraron un aumento significativo en la resistencia del concreto al adicionar fibras de aluminio en diferentes proporciones. Para el concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se obtuvo un incremento del 19.81% en la resistencia a compresión con la adición del 0.30% de FAR, alcanzando los 260.6 kg/cm^2 . Este incremento es considerable, ya que representa una mejora notable en las cualidades de PESO del concreto, lo que puede traducirse en un mejor comportamiento frente a esfuerzos de compresión, típicos en columnas, muros y otros elementos estructurales verticales. En cuanto a la resistencia a tracción, el estudio encontró que la adición del 0.50% de FAR incrementó la resistencia en un 17.18%, lo que es particularmente relevante en estructuras donde el concreto debe resistir fuerzas de tracción, como en el caso de puentes, losas o elementos sometidos a esfuerzos de flexión. Para la resistencia a flexión, la adición del



0.50% de FAR logró un incremento del 9.01%, alcanzando 36.30 kg/cm², lo cual sugiere una mejora en la capacidad del concreto para soportar esfuerzos de flexión y torsión.

En el caso del concreto con $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$, se observó un incremento del 6.12% en la resistencia a compresión con la adición del 0.50% de FAR, llegando a los 279.55 kg/cm². Si bien este incremento es menor en comparación con el concreto de menor resistencia, sigue siendo significativo, ya que demuestra que la adición de fibras de aluminio contribuye a mejorar las cualidades mecánicas del concreto de alta resistencia. En cuanto a la resistencia a tracción, el estudio reportó un aumento del 12.85% con la adición del 0.30% de FAR, alcanzando 41.72 kg/cm², mientras que la resistencia a flexión experimentó un incremento del 14.54%, alcanzando los 40.96 kg/cm² con la adición del 0.50% de FAR.

Las conclusiones de esta investigación subrayan que el uso de fibras de aluminio como aditivo en el concreto es una estrategia efectiva para mejorar sus cualidades mecánicas sin comprometer la resistencia del material. Esto es particularmente relevante en el contexto de proyectos de construcción en regiones como Puno, donde las condiciones ambientales extremas, como las bajas temperaturas y la altitud, pueden influir negativamente en el comportamiento del concreto. Además, el estudio abre la puerta para futuras investigaciones que exploren el uso de otros tipos de fibras metálicas o no metálicas en la mejora del desempeño del concreto.

Jara Arzapalo: "Influencia de la Escoria de Cobre en la Resistencia Mecánica del Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para Pavimento Rígido, La Oroya – Junín 2020"

Por su parte, Jara Arzapalo investigó el uso de escoria de cobre como sustituto parcial del agregado fino en la mezcla de concreto para pavimentos rígidos, con el fin de mejorar sus cualidades mecánicas y aumentar su durabilidad frente a los agentes externos. El estudio se centró en determinar cómo la adición de diferentes porcentajes de escoria de cobre (20%, 30% y 40%) influye en las resistencias a compresión, tracción y flexión del concreto con una resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.



El enfoque metodológico de esta investigación fue de tipo cuantitativo y cuasi-experimental, con una muestra de 60 probetas de concreto, lo que permitió obtener logros estadísticamente significativos sobre la influencia de la escoria de cobre en las cualidades mecánicas del concreto. Los logros mostraron que el 30% de reemplazo de agregado fino por escoria de cobre fue la dosificación óptima en términos de resistencia. En cuanto a la resistencia a compresión, el concreto con 30% de escoria de cobre alcanzó los 252.07 kg/cm², superando en un 18.38% al concreto patrón sin adición de escoria. Este incremento es relevante, ya que indica que la escoria de cobre no solo actúa como un material de reemplazo viable, sino que también mejora significativamente las cualidades del concreto, haciéndolo más resistente a las Pesos de compresión típicas en pavimentos rígidos.

En cuanto a la resistencia a flexión, el módulo de rotura del concreto con 30% de escoria de cobre fue de 39 kg/cm², lo que representa un incremento del 12.49% en comparación con el concreto convencional. Este aumento es importante en el contexto de pavimentos rígidos, ya que estos elementos están sometidos a esfuerzos de flexión debido al tráfico vehicular, y una mayor resistencia a flexión se traduce en una mayor durabilidad y vida útil del pavimento. Por último, en lo que respecta a la resistencia a tracción, el concreto con 30% de escoria de cobre obtuvo una resistencia de 32.83 kg/cm², lo que representa un aumento del 7.18%. Aunque este incremento es más moderado en comparación con las otras resistencias, sigue siendo relevante, ya que una mayor resistencia a tracción puede mejorar el desempeño del concreto en situaciones de tensiones transversales.

Las conclusiones de esta investigación sugieren que el uso de escoria de cobre como sustituto parcial del agregado fino en la mezcla de concreto es una alternativa viable y sostenible para mejorar las cualidades mecánicas del concreto, especialmente en aplicaciones de pavimentos rígidos. Además, este estudio destaca el potencial de los residuos industriales, como la escoria de cobre, para ser reutilizados en la industria de la construcción, lo que contribuye no solo a la mejora del desempeño estructural, sino



también a la reducción del impacto ambiental asociado con la disposición de residuos industriales.

Análisis Comparativo

Ambos estudios presentan enfoques innovadores para mejorar las cualidades del concreto mediante la incorporación de materiales no convencionales. Mientras que Condori Roque se centra en la adición de fibras de aluminio para mejorar la resistencia del concreto en general, Jara Arzapalo investiga el uso de escoria de cobre como sustituto parcial del agregado fino, enfocándose en la mejora del concreto para pavimentos rígidos.

En términos de logros, ambos estudios demuestran incrementos significativos en las cualidades mecánicas del concreto. Sin embargo, la investigación de Condori Roque destaca por su enfoque en diferentes tipos de concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$), lo que le permite evaluar cómo las fibras de aluminio afectan concretos de distintas resistencias. Por otro lado, el estudio de Jara Arzapalo se enfoca exclusivamente en el concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, lo que le permite explorar con mayor profundidad el comportamiento del concreto bajo un uso específico, como es el caso de los pavimentos rígidos.

Desde una perspectiva ambiental, el estudio de Jara Arzapalo presenta un enfoque más sostenible, al promover el uso de residuos industriales (escoria de cobre) en la mezcla de concreto, lo que contribuye a la reducción del impacto ambiental de la industria de la construcción. En contraste, el uso de fibras de aluminio en la investigación de Condori Roque, aunque mejora las cualidades mecánicas del concreto, podría tener un impacto ambiental más negativo debido a la extracción y procesamiento de aluminio.

Ambos estudios abren la puerta a futuras investigaciones en el campo de los materiales de construcción sostenibles, y sus hallazgos son aplicables tanto en el desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar las cualidades del concreto como en la búsqueda de soluciones más ecológicas en la industria de la construcción.



CONCLUSIONES

- C.1.** Se evaluaron los agregados de la cantera Yocará, cumpliendo con las normativas vigentes. La dosificación base fue de 1.00: 0.38: 2.02: 1.33, y al añadir escorias de cobre (hasta 20%) y fibras de aluminio (hasta 5%) se mejoraron las cualidades mecánicas del concreto sin comprometer su estabilidad, favoreciendo su uso en construcciones sostenibles.
- C.2.** En cuanto a las cualidades físicas del concreto, se observó que la incorporación de escorias de cobre (15%, 20%, 25%) y fibras de aluminio (3%, 5%, 7%) modificó el slump, con una reducción en comparación a la muestra patrón. En la resistencia a compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, la muestra patrón alcanzó 211.87 kg/cm^2 en 7 días, 241.97 kg/cm^2 , en 14 días y 285.92 kg/cm^2 , en 28 días. Con un 20% de escorias de cobre, la resistencia fue óptima, alcanzando 314.45 kg/cm^2 a los 28 días. En cuanto a las fibras de aluminio, el 5% fue la dosificación más efectiva, alcanzando 311.26 kg/cm^2 a los 28 días, mejorando las cualidades mecánicas del concreto.
- C.3.** La combinación óptima de 20% de escorias de cobre y 5% de fibras de aluminio alcanzó resistencias de 226 kg/cm^2 en 7 días, 283.05 kg/cm^2 en 14 días y 291.25 kg/cm^2 , en 28 días. Sin embargo, se concluye que esta mezcla genera cierta distorsión en las resistencias, manteniéndose dentro de un rango aceptable.



RECOMENDACIONES

- R.1.** Se recomienda seguir investigando la elaboración del concreto con diferentes canteras tanto naturales como artificiales ya que están normados por la NORMA TÉCNICA PERUANA, así tener logros óptimos.

- R.2.** Se recomienda hacer el ensayo de resistencia con la adición de distintos elementos como aditivos o residuos que son reciclables para ver como es el comportamiento en la actuación mecánica del concreto.

- R.3.** En recomienda hacer combinaciones de distintos elementos como aditivos y residuos reciclables para ver como incide en esfuerzo a compresión.



REFERENCIAS

- ABANTO CASTILLO. (2005). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO (TEORIA Y PROBLEMAS)*. LIMA: SAN MARCOS.
- ABANTO, F. (2000). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO*. LIMA: SAN MARCOS.
- ABRIL Y RAMOS. (2017). *Identificación de la variación en la resistencia del concreto debido al origen del agregado grueso*.
- AQUINO. (2018). *análisis de la resistencia de concretos autocompactantes con agregados artificiales para $f'c=210$ kg/cm², $f'c=280$ kg/cm², $f'c=315$ kg/cm² en puno 2018*. PUNO.
- Arequipa, A. (2022). *Manual del Maestro Constructor . El concreto*.
- Arias, F. (2012). *El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Baldoceda, J., & Vega, D. (2019). *Diseño de concreto de alta densidad reforzado con escoria de cobre para atenuar la transmisión de la radiación ionizante*. Lima-Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Barajas, E., & Buitrago, B. (2017). *Análisis comparativo del sistema de gestión de los pavimentos o mantenimiento vial de la ciudad de Bogotá con la ciudad de Sao Paulo*. Universidad Católica de Bogota. Bogota: UCatolica.
- BORJA.S. (2012). *METODOLOGIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INGENIERIA CIVIL*.
- CAMPOS, E. (2017). *Determinación de las Cualidadeses Físico Mecánicas de los Agregados Extraídos de las Canteras "Josecito" y "Manuel Olano" y su Influencia en la Calidad de Concreto $F'c= 250$ kg/cm², en la Ciudad de Jaén*. CAJAMARCA: REPOSITORIO. UNC.
- Cegara, S. J. (2019). *Los métodos de investigación*. España.
- Cerdán Ramos, H. M. (2023). *"Influencia de la adición de viruta de aluminio en la resistencia mecánica de un concreto de $F'C=210$ KG/CM², en la ciudad de*



- Cajamarca". Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5981>
- Chávez, A., & Mendoza, J. (2021). *Análisis de las cualidades mecánicas del pavimento rígido incorporando virutas de aluminio reciclado en Ate 2021*. Universidad Cesar Vallejo. Lima: UCV.
- Coasaca, G. (2018). *Análisis comparativo de las cualidades físicas y mecánicas del concreto utilizando distintos métodos de diseños de mezclas con los materiales típicos de la provincia de Arequipa*. Arequipa - Perú: Universidad Católica de Santa María.
- COMITE ACI 116. (2006). *Terminología del cemento y el hormigón*.
- CONTRERAS DELGADO. (2014). *INFLUENCIA DE LA FORMA Y TEXTURA DEL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA OLANO EN LA CONSISTENCIA Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN EL DISTRITO DE JAEN-CAJAMARCA*. CAJAMARCA.
- CORNEJO BELTRAN. (2015). *Optimización en la Producción de Agregados de Construcción -Unidad Minera No Metálica Jesús de Nazaret*.
- CRUZ & SAM. (2020). *Comparación de la resistencia de un concreto de $f'c=280$ kg/cm² utilizando los agregados grueso piedra zarandeada y piedra chancada de dos canteras de Trujillo 2019*. TRUJILLO.
- Cubas, C., & Tafur, N. (2019). *Correlación entre el esfuerzo de compresión y el módulo de rotura en concretos autocompactantes, utilizando agregados de las canteras Tres Tomas y La Victoria de la región Lambayeque y su aplicación en pavimentos rígidos*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque: UNPRG.
- Domínguez, J. (2015). *Manual de la investigación científica*. Chimbote, Perú: Universidad católica los ángeles.
- Galvis, F., & Vergara, L. (2017). *Efecto del uso de residuos de aluminio, adicionado en diferentes porcentajes en una mezcla de hormigón*. Universidad De Cartagena, Cartagena De Indias. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11227/6336>



- GUZMAN, ZAMBRANO & ZAVALA, A. (2014). *Análisis de Calidad Físico y Mecánico de los Agregados Pétreos para Concreto, de los Principales Bancos de Materiales de la Zona Oriental de El Salvador*. EL SALVADOR: EL SALVADOR.
- Hernandez & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico.
- Hernández, R., & Coello, S. (2008). *El paradigma cuantitativo de la investigación científica*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 9(17).
- LOPEZ, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. LIMA: ANGEL GOMEZ SRL.
- LOPEZ, E. (2005). *Supervisión Del Concreto En Obra*. ICG.
- LOPEZ, L. (2003). *EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES DE CONSTRUCCION*. COLOMBIA: COLOMBIA.
- LOPEZ, S. (2015). *Diseño de mezclas de hormigón autocompactante utilizando agregados de minas locales y su influencia en las cualidades mecánicas en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua*.
- MAMANI. (2018). *Evaluación de la Calidad de los Agregados de Cuatro Canteras Aledañas a la Ciudad de Juliaca y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles*. PUNO.
- Marcelo, P. D. (2019). *Análisis de las cualidades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra Familia" y su influencia en la resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la provincia y region de Pasco - 2019*. Cerro de Pasco - Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion.
- Masías, K. (2018). *Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso*. Universidad De Piura. Piura: UDEP. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3484/ICI_254.pdf?sequence=1&isAllowed=y



- Molina Lilian, Vera, N., Parrales, G., Laínez, A., & Clery, A. (2017). *Investigación aplicada en ciencias sociales*. Ecuador: Instituto de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico INCYT – UPSE.
- MORALES, D. (2017). *Influencia del Tamaño Máximo Nominal de 1/2" y 1" del Agregado Grueso del Rio Amojú en el Esfuerzo a la Compresión del Concreto para $f'c= 250$ kg/cm²*. CAJAMARCA: REPOSITORIO. UNC.
- Neciosup Alegria, J. L. (2022). *Efecto de escoria de hierro en la durabilidad y resistencia a la compresión del concreto $f'c 280$ kg/cm²*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/110521>
- ni. (s.f.).
- Nicomedes. (2018). tipo de investigacion.
- NRMCA. (2016). *Resistencia a la Flexión del Concreto*. © National Ready Mixed Concrete.
- NTP. (2015). *Resistencia a la compresión (NTP 339.034)*.
- Olofinnade, O., Ogara, J., Oyawoye, I., Ede, A., Ndambuki, J., Oyeyemi, K., & Nduka, D. (2019). *Mechanical properties of high strength eco-concrete containing crushed waste clay brick aggregates as replacement for sand*. Obtenido de 10.1088/1757-899X/640/1/012046
- PACHECO. (2017). *CUALIDADESES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO*.
- Parvina, C. (2020). *Adición de fibras de aluminio reciclado en bloques de concreto vibrado para mejorar las cualidadeses físico mecánica, Villa María-Lima 2020*. Universidad César Vallejo. Lima: UCV. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87826/Parvina_GCI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- PROAÑO, M. (2006). *TEMAS DE HORMIGON ARMADO*. ECUADOR: REVERTE.
- Quevedo, V. (2018). *Resistencia a la compresión y tracción del concreto $f'c=210$ kg/cm², sustituyendo al cemento con 7%, 9% y 11% de ceniza de bagazo caña de azúcar – 2018*. Chimbote – Perú: Universidad César Vallejo.



- Quilla Cusi, H. N., & Quiroz Chambi, E. A. (s.f.). "Uso del agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural. *"Tesis"*. Universidad César Vallejo, Juliaca.
- Quille Mamani, M. E., & Vilca Noa, M. A. (2022). *Influencia de las virutas de aluminio en las propiedades físico – mecánicas en el concreto $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Juliaca, Puno 2022*. Juliaca: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/108233>
- Quispe, F., & Ortiz, M. (2020). *Análisis del comportamiento del concreto con la inclusión de escoria de cobre utilizando agregado de las canteras Icu y la poderosa de Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- RIVERA. (2013). *CONCRETO SIMPLE*. CAUCA.
- RIVERA, G. (2002). *CONCRETO SIMPLE*. LIMA: LIMA.
- RNE. (2014).
- RODRIGUEZ. (2019). Estudio Geológico y de Explotación de Rocas de la Cantera Huerta Huaraya del km 6+000 en la Vía Puno – Juliaca Para la Producción de Agregados Artificiales para el Concreto Hidráulico.
- RODRIGUEZ, A. (2004). *MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO DE CONCRETO*. MEXICO: UACH.
- Sánchez, H. (2014). *Efecto del Aditivo Superplastificante Sika Viscocrete en la Resistencia Mecánica del Concreto Autocompactante*. Universidad de Cajamarca.
- SENCICO. (2014). *Manual de Preparación, Colocación y Cuidados del Concreto*. LIMA: CARTOLAN EDITORES SRL.
- SOLARES, R. (2008). *EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE MEZCLA DE CONCRETO, ELABORADAS CON AGREGADOS DE ORIGEN PETREO (CANTO RODADO Y TRITURACION) Y ESCORIA DE ACERIA*. GUATEMALA: BIBLIOTECA USAC.
- TAMAYO, M. (1990). *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*. COLOMBIA: ARFO EDITORES LTDA.



TORRES 2004. (2004). ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE ADITIVO ACELERANTE SOBRE LAS CUALIDADES DEL CONCRETO. AAF, 35.

TORRES, A. (2004). *Curso Basico de Tecnologia del Concreto Para Ingenieros Civiles*. LIMA: UNI.

Triana, F. (2021). *Adición de fibras en aluminio, para construcción de concreto en Cundinamarca*. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Vara, A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa*. Lima: USMP.

Xie, N. (2016). *Innovative Developments of Advanced Multifunctional Nanocomposites in Civil and Structural Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/portland-cement-concrete>



ANEXOS



Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General: ¿Cómo realizar la evaluación de la resistencia del concreto para pavimento rígido incorporando escorias de cobre y fibras de aluminio en el distrito de San Miguel 2023?</p>	<p>Objetivo General: Realizar la evaluación de la resistencia del concreto para pavimento rígido incorporando escorias de cobre y fibras de aluminio en el distrito de San Miguel 2023.</p>	<p>Hipótesis General: La incorporación de escorias de cobre y fibras de aluminio mejora las propiedades del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Dosificación de escoria de cobre + fibra de aluminio</p> <p>Dimensiones: <i>Escorias de Cobre:</i> 15%, 20% y 25%. <i>Fibras de Aluminio:</i> 3%, 5% y 7%</p>	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál es la dosificación de los componentes para un diseño de mezcla de un concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con el empleo de agregados naturales para un pavimento rígido en el distrito de San Miguel 2023?</p> <p>¿Cómo incide la incorporación de escorias de cobre y fibras de aluminio en porcentajes variables sobre las propiedades físicas y de resistencia a la compresión de un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ para un pavimento rígido en el distrito de San Miguel 2023?</p> <p>¿Como incide la adición de escorias de cobre y fibras de aluminio en sus porcentajes individuales óptimos combinados sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ para un pavimento rígido en el distrito de San Miguel 2023?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar la dosificación de los componentes para un diseño de mezcla de un concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con el empleo de agregados naturales para un pavimento rígido en el distrito de San Miguel 2023.</p> <p>Determinar cómo incide la incorporación de escorias de cobre y fibras de aluminio en porcentajes variables sobre las propiedades físicas y de resistencia a la compresión de un concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ para un pavimento rígido en el distrito de San Miguel 2023.</p> <p>Determinar cómo incide la adición de escorias de cobre y fibras de aluminio en sus porcentajes individuales óptimos combinados sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ para un pavimento rígido en el distrito de San Miguel 2023.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>La dosificación de cemento, agua y agregados para el diseño de mezcla de un concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para un pavimento rígido, Según las características físico - mecánicas de los agregados naturales de la Cantera Isla, será de 1:0.48:2.76:2.07.</p> <p>La incorporación de escorias de cobre y fibras de aluminio mejora las propiedades físicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido.</p> <p>Las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimento rígido mejoran con la adición del 10% de escoria de cobre y 10% de fibras de aluminio.</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p><i>Resistencia a la compresión</i></p> <p>Dimensiones: •<i>Esfuerzo a rotura</i> (kg/cm^2)</p>	



Anexo 2. Certificados de Calidad 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



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023
SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORHINA MAMANI VILCA
CANTERA : YOCARA
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2023

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

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 <u>485.96</u>
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	86.64	17.33	17.33	82.67	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1309.20</u>
N° 16	76.33	15.27	32.59	67.41	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1613.34</u>
N° 30	119.72	23.94	56.54	43.46	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	138.26	27.65	84.19	15.81	Wc+B =	<u>1809</u> Wc+B-W = <u>196</u>
N° 100	55.68	11.14	95.33	4.67	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500}{1809-196} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	9.13	1.83	97.15	2.85	ABSORCIÓN	
FONDO	14.24	2.85	100.00	0.00	B =	$\frac{500.00}{2.55} = 196.08$ B-A = <u>14.04</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{14.04 \times 100}{485.96} = 2.89 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MÓDULO DE FINEZA			<u>2.86</u>			

AGREGADO GRUESO

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 <u>791.82</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
1"	0	0.00	0.00	100.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1309.20</u>
3/4"	157	3.14	3.14	96.86	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1793.24</u>
1/2"	1282	25.64	28.78	71.22	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	1486	29.72	58.50	41.50	Wc+B =	<u>2109</u> Wc+B-W = <u>316</u>
1/4"	0	0.00	58.50	41.50	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800}{2109-316} = 2.53 \text{ gr/cm}^3$
N° 4	2075	41.50	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	B =	$\frac{800.00}{2.53} = 316.21$ B-A = <u>8.18</u>
SUMA	5000.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{8.18 \times 100}{791.82} = 1.03 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL
Mgtr. Arnoldo Yano Torres
CIP 103257



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



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 280 Kg./cm.²

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023
SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORHINA MAMANI VILCA
CANTERA : YOCARA
UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = 280 Kg./cm.² a los 28 días
entonces la resistencia promedio F'cr = 364 Kg./cm.²

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 1/2" (12.70mm)

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		2.55
P.e SSS	2.53	
P.e Bulk		2.55
P.U. Varillado	1694	1730
P.U. Suelto	1563	1662
% de Absorción	1.03	2.89
% de Humedad Natural	3.06	6.24
Modulo de Fineza	-	2.86

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 nominal: 1/2" (12.70mm)
- 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: 216 Lt/m³
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.5 %
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.46
- De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:
 $(216 \text{ Lt/m}^3) / (0.46) = 469 \text{ Kg/m}^3$

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

[Firma]
Mgtr. Arnaldo Yano Torres
CIP. 102246



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.86 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1694 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 1/2" (12.70mm) se recomienda el uso de 0.544 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.544) \cdot (1694) = 921 \text{ Kg/m}^3$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (216) / (1000) = 0.216 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (470) / (2.85 \cdot 1000) = 0.165 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (921) / (2.53 \cdot 1000) = 0.364 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.5) / (100) = 0.025 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.770 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.770) = 0.230 \text{ m}^3$$

$$(0.230) \cdot (2.55) \cdot 1000 = 588 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (921) \cdot (1.030579) = 950 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (588) \cdot (1.0624) = 625 \text{ Kg.}$$

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

$$216 - 921 \cdot \left(\frac{3.06 - 1.03}{100} \right) - 588 \cdot \left(\frac{6.24 - 2.89}{100} \right) = 178$$

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	470	1.00	470	1.00
Agua	216	0.46	178	0.38
Agreg. Grueso	921	1.96	950	2.02
Agreg. Fino	588	1.25	625	1.33
Aire	2.5 %		2.5 %	

11.05 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	56.54 Kg.
Agregado grueso húmedo	85.95 Kg.
Agua efectiva	16.08 Kg.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FICP - CARR. INGENIERÍA CIVIL

Mtro. Arnaldo Yana-Torres



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo		
- 1.20	p3 de Arena	1.2	p3 de Arena
- 1.94	p3 de Piedra Chancada	1.9	p3 de Piedra Chancada
- 16	Lt de Agua	16	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 NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
 FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL
 M.Sc. Arnoldo Yana Torres
 C.I. 103257



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

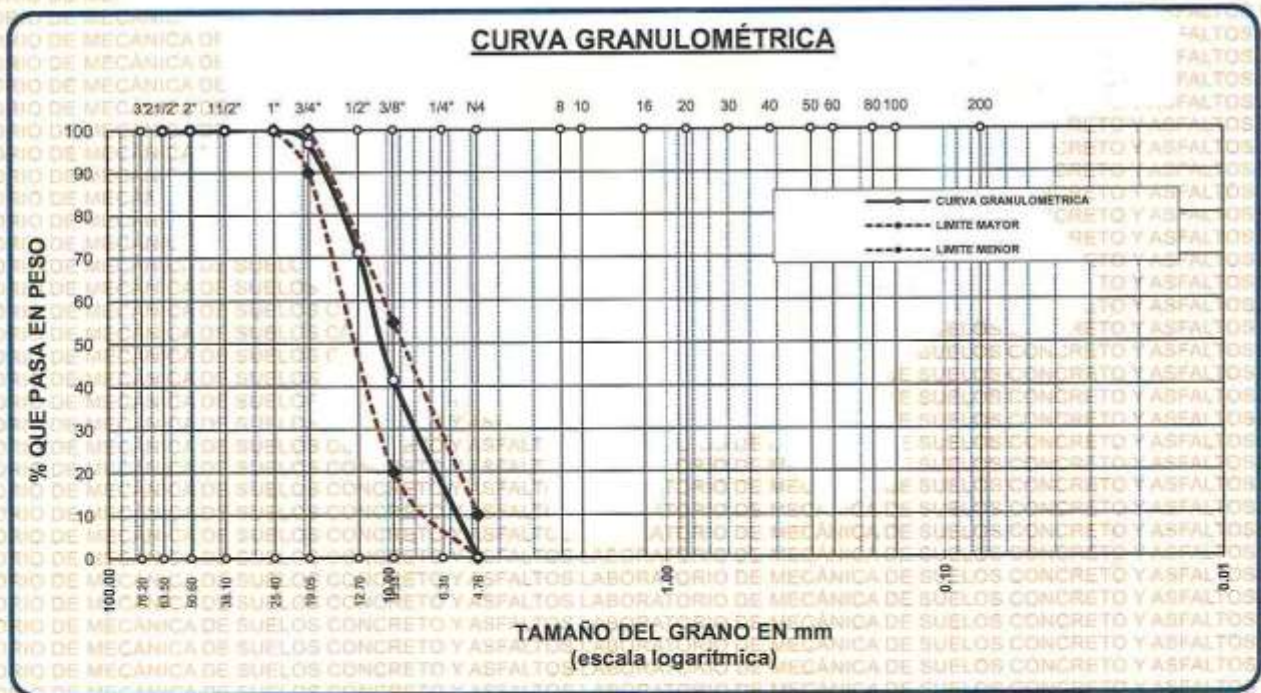


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C-33

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023
SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORHINA MAMANI VILCA
CANTERA : YOCARA
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Inicial = 5000 gr. Tamaño máx. nominal = 1/2"
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		100 %
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		90 - 100 %
3/4"	19.050	157.00	3.14	3.14	96.86		
1/2"	12.700	1282.00	25.64	28.78	71.22		20 - 55 %
3/8"	9.525	1486.00	29.72	58.50	41.50		
1/4"	6.350						0 - 10 %
No4	4.760	2075.00	41.50	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		OBSERVACIONES:
TOTAL		5000.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
C.I.N. 103267



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



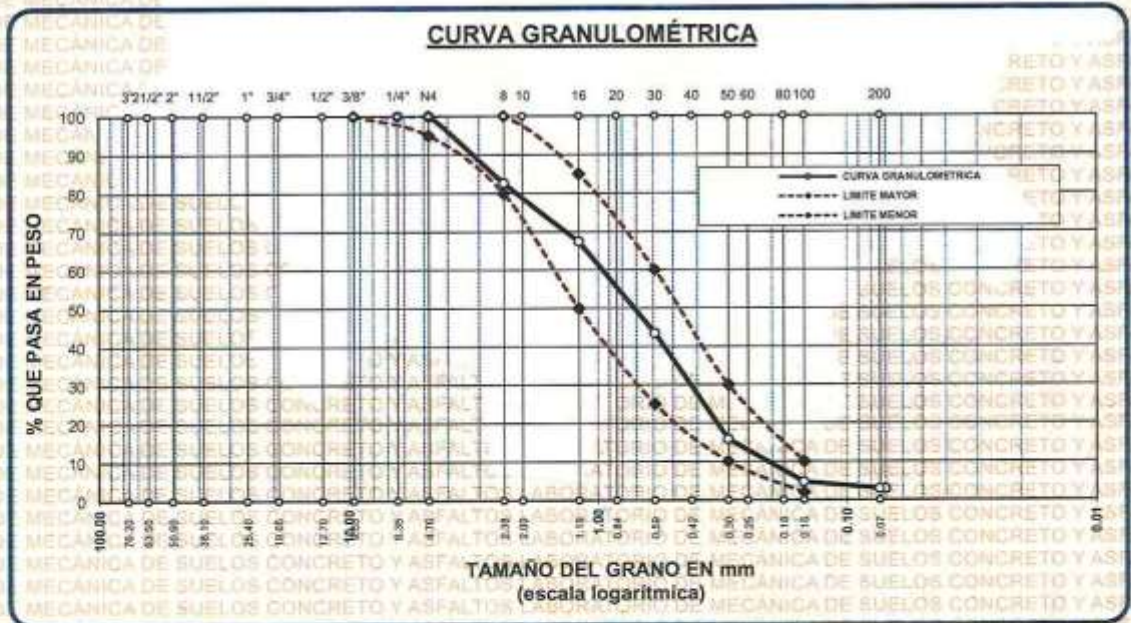
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023
SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORHINA MAMANI VILCA
CANTERA : YOCARA
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : 12 DE SEPTIEMBRE 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	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.66
No8	2.380	86.64	17.33	17.33	82.67		
No10	2.000					50 - 85 %	
No16	1.190	76.33	15.27	32.59	67.41		
No20	0.840					25 - 60 %	
No30	0.590	119.72	23.94	56.54	43.46		
No40	0.420					10 - 30 %	
No 50	0.300	138.26	27.65	84.19	15.81		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	55.68	11.14	95.33	4.67	2-10%	
No200	0.074	9.13	1.83	97.15	2.85		
BASE		14.24	2.85	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		2.85					

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



PESOS UNITARIOS

NTP-400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023

SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORHINA MAMANI VILCA

CANTERA : YOCARA

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

FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	5925 gr	5925 gr	5925 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9377.00 gr	9372.00 gr	9381.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3452.00 gr	3447.00 gr	3456.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.662 gr/cm ³	1.659 gr/cm ³	1.664 gr/cm ³
PROMEDIO		1.662 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	5925 gr	5925 gr	5925 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2077 cm ³	2077 cm ³	2077 cm ³
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9511.00 gr	9519.00 gr	9529.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3586.00 gr	3594.00 gr	3604.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.726 gr/cm ³	1.730 gr/cm ³	1.735 gr/cm ³
PROMEDIO		1.730 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 YOCARA
 Mgr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



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



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023

SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORHINA MAMANI VILCA

CANTERA : YOCARA

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

FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2023

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	7142 gr	7142 gr	7142 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12148.00 gr	12134.00 gr	12149.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	5006.00 gr	4992.00 gr	5007.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.564 gr/cm ³	1.560 gr/cm ³	1.565 gr/cm ³
PROMEDIO		1.563 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	7142 gr	7142 gr	7142 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3200 cm ³	3200 cm ³	3200 cm ³
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12560.00 gr	12576.00 gr	12552.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5418.00 gr	5434.00 gr	5410.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.693 gr/cm ³	1.698 gr/cm ³	1.690 gr/cm ³
PROMEDIO		1.694 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

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

(Firma)
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023

SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORHINA MAMANI VILCA

CANTERA : YOCARA

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

FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2023

MUESTRA : AGREGADO FINO	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	530.56
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	502.39
PESO DEL TARRO (gr.)	51.24
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	479.32
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	451.15
PESO DEL AGUA (gr.)	28.17
% HUMEDAD	6.24

MUESTRA : AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	625.11
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	608.06
PESO DEL TARRO (gr.)	50.48
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	574.63
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr.)	557.58
PESO DEL AGUA (gr.)	17.05
% HUMEDAD	3.06

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

LABORATORIO M.S.C.A.
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Mgr. Arnaldo Yana Torres
C.I.F. 103277



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023
SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORHINA MAMANI VILCA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : SETIEMBRE - OCTUBRE 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO PATRON

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2				
1	BRIQUETA 1	37456	15.01	176.95	211.68	280	13/09/2023	19/09/2023	7	75.60
2	BRIQUETA 2	36895	15.01	176.95	208.51	280	13/09/2023	19/09/2023	7	74.47
3	BRIQUETA 3	37846	14.98	176.24	214.74	280	13/09/2023	19/09/2023	7	76.69
4	BRIQUETA 4	38461	14.98	176.24	218.23	280	13/09/2023	19/09/2023	7	77.94
5	BRIQUETA 5	36489	15.01	176.95	206.21	280	13/09/2023	19/09/2023	7	73.65
Promedio De Esf. Rotura					211.87					75.67

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2				
1	BRIQUETA 1	42865	15.01	176.95	242.24	280	13/09/2023	26/09/2023	14	86.52
2	BRIQUETA 2	43012	15.01	176.95	243.07	280	13/09/2023	26/09/2023	14	86.81
3	BRIQUETA 3	42613	14.98	176.24	241.78	280	13/09/2023	26/09/2023	14	86.35
4	BRIQUETA 4	41958	14.98	176.24	238.07	280	13/09/2023	26/09/2023	14	85.02
5	BRIQUETA 5	43295	15.01	176.95	244.67	280	13/09/2023	26/09/2023	14	87.38
Promedio De Esf. Rotura					241.97					86.42

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2				
1	BRIQUETA 1	49789	15.01	176.95	281.37	280	13/09/2023	10/10/2023	28	100.49
2	BRIQUETA 2	51236	15.01	176.95	289.55	280	13/09/2023	10/10/2023	28	103.41
3	BRIQUETA 3	48963	14.98	176.24	277.81	280	13/09/2023	10/10/2023	28	99.22
4	BRIQUETA 4	52631	14.98	176.24	298.63	280	13/09/2023	10/10/2023	28	106.65
5	BRIQUETA 5	49945	15.01	176.95	282.25	280	13/09/2023	10/10/2023	28	100.81
Promedio De Esf. Rotura					285.92					102.12

OBSERVACIONES:

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C. INVESTIGACIÓN
Metr. Armando Yano Torres
CIP. 10325-7

BIE : B018 - 00088250



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023

SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORHINA MAMANI VILCA

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

FECHA : SETIEMBRE - OCTUBRE 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON FIBRAS DE ALUMINIO 3%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	38652	15.01	176.95	218.43	280	13/09/2023	19/09/2023	7	78.01
2	BRIQUETA 2	37564	15.01	176.95	212.29	280	13/09/2023	19/09/2023	7	75.82
3	BRIQUETA 3	39016	14.98	176.24	221.38	280	13/09/2023	19/09/2023	7	79.06
4	BRIQUETA 4	37661	14.98	176.24	213.69	280	13/09/2023	19/09/2023	7	76.32
5	BRIQUETA 5	38765	15.01	176.95	219.07	280	13/09/2023	19/09/2023	7	78.24
Promedio De Esf. Rotura					216.97					77.49

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	46853	15.01	176.95	264.78	280	13/09/2023	26/09/2023	14	94.56
2	BRIQUETA 2	47251	15.01	176.95	267.03	280	13/09/2023	26/09/2023	14	95.37
3	BRIQUETA 3	46526	14.98	176.24	263.99	280	13/09/2023	26/09/2023	14	94.28
4	BRIQUETA 4	48016	14.98	176.24	272.44	280	13/09/2023	26/09/2023	14	97.30
5	BRIQUETA 5	45621	15.01	176.95	257.82	280	13/09/2023	26/09/2023	14	92.08
Promedio De Esf. Rotura					265.21					94.72

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	50956	15.01	176.95	287.97	280	13/09/2023	10/10/2023	28	102.85
2	BRIQUETA 2	51624	15.01	176.95	291.74	280	13/09/2023	10/10/2023	28	104.19
3	BRIQUETA 3	52019	14.98	176.24	295.15	280	13/09/2023	10/10/2023	28	105.41
4	BRIQUETA 4	49875	14.98	176.24	282.99	280	13/09/2023	10/10/2023	28	101.07
5	BRIQUETA 5	53469	15.01	176.95	302.17	280	13/09/2023	10/10/2023	28	107.92
Promedio De Esf. Rotura					292.00					104.29

OBSERVACIONES

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL

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

 Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023

SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORHINA MAMANI VILCA

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

FECHA : SEPTIEMBRE - OCTUBRE 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON FIBRAS DE ALUMINIO AL 5%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	38954	15.01	176.95	220.14	280	13/09/2023	19/09/2023	7	78.62
2	BRIQUETA 2	39782	15.01	176.95	224.82	280	13/09/2023	19/09/2023	7	80.29
3	BRIQUETA 3	37894	14.98	176.24	215.01	280	13/09/2023	19/09/2023	7	76.79
4	BRIQUETA 4	40198	14.98	176.24	228.08	280	13/09/2023	19/09/2023	7	81.46
5	BRIQUETA 5	38586	15.01	176.95	218.06	280	13/09/2023	19/09/2023	7	77.58
Promedio De Esf. Rotura					221.22					79.01

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	49215	15.01	176.95	278.13	280	13/09/2023	26/09/2023	14	99.33
2	BRIQUETA 2	50129	15.01	176.95	283.29	280	13/09/2023	26/09/2023	14	101.18
3	BRIQUETA 3	49879	14.98	176.24	283.01	280	13/09/2023	26/09/2023	14	101.08
4	BRIQUETA 4	51036	14.98	176.24	289.58	280	13/09/2023	26/09/2023	14	103.42
5	BRIQUETA 5	52019	15.01	176.95	293.98	280	13/09/2023	26/09/2023	14	104.99
Promedio De Esf. Rotura					285.60					102.00

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	55421	15.01	176.95	313.20	280	13/09/2023	10/10/2023	28	111.86
2	BRIQUETA 2	54298	15.01	176.95	306.85	280	13/09/2023	10/10/2023	28	109.59
3	BRIQUETA 3	55126	14.98	176.24	312.78	280	13/09/2023	10/10/2023	28	111.71
4	BRIQUETA 4	54096	14.98	176.24	306.94	280	13/09/2023	10/10/2023	28	109.62
5	BRIQUETA 5	56013	15.01	176.95	316.55	280	13/09/2023	10/10/2023	28	113.05
Promedio De Esf. Rotura					311.26					111.17

OBSERVACIONE

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CARRERA INGENIERIA CIVIL

Magr. Arnaldo Tana Torres
CIP. 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023

SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORHINA MAMANI VILCA

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

FECHA : SETIEMBRE - OCTUBRE 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON FIBRAS DE ALUMINIO 7%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	38549	15.01	176.95	217.85	280	13/09/2023	19/09/2023	7	77.80
2	BRIQUETA 2	39016	15.01	176.95	220.49	280	13/09/2023	19/09/2023	7	78.75
3	BRIQUETA 3	37846	14.98	176.24	214.74	280	13/09/2023	19/09/2023	7	76.69
4	BRIQUETA 4	38169	14.98	176.24	216.57	280	13/09/2023	19/09/2023	7	77.35
5	BRIQUETA 5	37011	15.01	176.95	209.16	280	13/09/2023	19/09/2023	7	74.70
Promedio De Esf. Rotura					215.76					77.06

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	49158	15.01	176.95	277.81	280	13/09/2023	26/09/2023	14	99.22
2	BRIQUETA 2	50126	15.01	176.95	283.26	280	13/09/2023	26/09/2023	14	101.17
3	BRIQUETA 3	51026	14.98	176.24	289.52	280	13/09/2023	26/09/2023	14	103.40
4	BRIQUETA 4	49987	14.98	176.24	283.62	280	13/09/2023	26/09/2023	14	101.29
5	BRIQUETA 5	50163	15.01	176.95	283.49	280	13/09/2023	26/09/2023	14	101.25
Promedio De Esf. Rotura					283.54					101.27

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	52896	15.01	176.95	298.93	280	13/09/2023	10/10/2023	28	106.76
2	BRIQUETA 2	53974	15.01	176.95	305.02	280	13/09/2023	10/10/2023	28	108.94
3	BRIQUETA 3	54236	14.98	176.24	307.73	280	13/09/2023	10/10/2023	28	109.90
4	BRIQUETA 4	51987	14.98	176.24	294.97	280	13/09/2023	10/10/2023	28	105.35
5	BRIQUETA 5	54029	15.01	176.95	305.33	280	13/09/2023	10/10/2023	28	109.05
Promedio De Esf. Rotura					302.40					108.00

OBSERVACIONE:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL

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

LABORATORIO M.S.C.A.
JULIACA

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023

SOLICITANTE : BACHILLER MAYGA NORHINA MAMANI VILCA

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

FECHA : SETIEMBRE - OCTUBRE 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON ESCORIAS DE COBRE 15%

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	37865	15.01	176.95	213.99	280	13/09/2023	19/09/2023	7	76.42
2	BRIQUETA 2	38649	15.01	176.95	216.42	280	13/09/2023	19/09/2023	7	78.01
3	BRIQUETA 3	39016	14.98	176.24	221.38	280	13/09/2023	19/09/2023	7	79.08
4	BRIQUETA 4	37045	14.98	176.24	210.19	280	13/09/2023	19/09/2023	7	75.07
5	BRIQUETA 5	36984	15.01	176.95	209.01	280	13/09/2023	19/09/2023	7	74.65
Promedio De Esf. Rotura					214.60					76.64

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	45781	15.01	176.95	258.72	280	13/09/2023	26/09/2023	14	92.40
2	BRIQUETA 2	48236	15.01	176.95	272.60	280	13/09/2023	26/09/2023	14	97.36
3	BRIQUETA 3	46985	14.98	176.24	266.59	280	13/09/2023	26/09/2023	14	95.21
4	BRIQUETA 4	45984	14.98	176.24	260.91	280	13/09/2023	26/09/2023	14	93.18
5	BRIQUETA 5	47468	15.01	176.95	268.26	280	13/09/2023	26/09/2023	14	95.81
Promedio De Esf. Rotura					265.42					94.79

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	51689	15.01	176.95	292.11	280	13/09/2023	10/10/2023	28	104.33
2	BRIQUETA 2	53162	15.01	176.95	300.43	280	13/09/2023	10/10/2023	28	107.30
3	BRIQUETA 3	49987	14.98	176.24	283.62	280	13/09/2023	10/10/2023	28	101.29
4	BRIQUETA 4	50986	14.98	176.24	289.29	280	13/09/2023	10/10/2023	28	103.32
5	BRIQUETA 5	52846	15.01	176.95	298.65	280	13/09/2023	10/10/2023	28	106.66
Promedio De Esf. Rotura					292.82					104.58

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

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

Mgtr. Arnoldo Yana Torres
CIP 10557



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP.339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023

SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORRHINA MAMANI VILCA

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

FECHA : SETIEMBRE - OCTUBRE 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON ESCORIAS DE COBRE 20%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	41095	15.01	176.95	232.24	280	13/09/2023	19/09/2023	7	82.94
2	BRIQUETA 2	40987	15.01	176.95	231.63	280	13/09/2023	19/09/2023	7	82.73
3	BRIQUETA 3	39365	14.98	176.24	223.36	280	13/09/2023	19/09/2023	7	79.77
4	BRIQUETA 4	42036	14.98	176.24	238.51	280	13/09/2023	19/09/2023	7	85.18
5	BRIQUETA 5	40367	15.01	176.95	228.13	280	13/09/2023	19/09/2023	7	81.47
Promedio De Esf. Rotura					230.77					82.42

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	52136	15.01	176.95	294.64	280	13/09/2023	26/09/2023	14	105.23
2	BRIQUETA 2	53016	15.01	176.95	299.61	280	13/09/2023	26/09/2023	14	107.00
3	BRIQUETA 3	51268	14.98	176.24	290.89	280	13/09/2023	26/09/2023	14	103.89
4	BRIQUETA 4	52148	14.98	176.24	295.89	280	13/09/2023	26/09/2023	14	105.67
5	BRIQUETA 5	52614	15.01	176.95	297.34	280	13/09/2023	26/09/2023	14	106.19
Promedio De Esf. Rotura					295.67					105.60

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	55487	15.01	176.95	313.57	280	13/09/2023	10/10/2023	28	111.99
2	BRIQUETA 2	56231	15.01	176.95	317.78	280	13/09/2023	10/10/2023	28	113.49
3	BRIQUETA 3	54948	14.98	176.24	311.77	280	13/09/2023	10/10/2023	28	111.35
4	BRIQUETA 4	57013	14.98	176.24	323.49	280	13/09/2023	10/10/2023	28	115.53
5	BRIQUETA 5	54084	15.01	176.95	305.65	280	13/09/2023	10/10/2023	28	109.16
Promedio De Esf. Rotura					314.45					112.30

BSERVACIONE

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL

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

Magr. Arnoldo Yano Torres
CIV. 193257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023
SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORHINA MAMANI VILCA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : SETIEMBRE - OCTUBRE 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON ESCORIAS DE COBRE 25%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	38456	15.01	176.95	217.33	280	13/09/2023	19/09/2023	7	77.62
2	BRIQUETA 2	39166	15.01	176.95	221.34	280	13/09/2023	19/09/2023	7	79.05
3	BRIQUETA 3	38894	14.98	176.24	220.68	280	13/09/2023	19/09/2023	7	78.82
4	BRIQUETA 4	38475	14.98	176.24	218.31	280	13/09/2023	19/09/2023	7	77.97
5	BRIQUETA 5	37945	15.01	176.95	214.44	280	13/09/2023	19/09/2023	7	76.59
Promedio De Esf. Rotura					218.42					78.01

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	43158	15.01	176.95	243.90	280	13/09/2023	26/09/2023	14	87.11
2	BRIQUETA 2	45022	15.01	176.95	254.43	280	13/09/2023	26/09/2023	14	90.87
3	BRIQUETA 3	46018	14.98	176.24	261.10	280	13/09/2023	26/09/2023	14	93.25
4	BRIQUETA 4	43265	14.98	176.24	245.48	280	13/09/2023	26/09/2023	14	87.67
5	BRIQUETA 5	44376	15.01	176.95	250.78	280	13/09/2023	26/09/2023	14	89.57
Promedio De Esf. Rotura					251.14					89.69

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA 1	52486	15.01	176.95	296.61	280	13/09/2023	10/10/2023	28	105.93
2	BRIQUETA 2	52148	15.01	176.95	294.70	280	13/09/2023	10/10/2023	28	105.25
3	BRIQUETA 3	53168	14.98	176.24	301.67	280	13/09/2023	10/10/2023	28	107.74
4	BRIQUETA 4	54147	14.98	176.24	307.23	280	13/09/2023	10/10/2023	28	109.72
5	BRIQUETA 5	53986	15.01	176.95	305.09	280	13/09/2023	10/10/2023	28	108.96
Promedio De Esf. Rotura					301.06					107.52

OBSERVACIONES

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CARRER INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
Ing. Arnaldo Yano Torres
CIP: 193257



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



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023
SOLICITANTE : BACHILLER MAYCA NORHINA MAMANI VILCA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : SETIEMBRE - OCTUBRE 2023

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON ESCORIAS DE COBRE 25%

N°	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	BRIQUETA 1	39845	15.01	176.95	225.18	280	13/09/2023	19/09/2023	7	80.42
2	BRIQUETA 2	40215	15.01	176.95	227.27	280	13/09/2023	19/09/2023	7	81.17
3	BRIQUETA 3	39423	14.98	176.24	223.68	280	13/09/2023	19/09/2023	7	79.89
4	BRIQUETA 4	41203	14.98	176.24	233.78	280	13/09/2023	19/09/2023	7	83.49
5	BRIQUETA 5	38945	15.01	176.95	220.09	280	13/09/2023	19/09/2023	7	78.60
Promedio De Esf. Rotura					226.00					80.71

N°	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	BRIQUETA 1	50123	15.01	176.95	283.26	280	13/09/2023	26/09/2023	14	101.16
2	BRIQUETA 2	49546	15.01	176.95	280.00	280	13/09/2023	26/09/2023	14	100.00
3	BRIQUETA 3	51264	14.98	176.24	290.87	280	13/09/2023	26/09/2023	14	103.88
4	BRIQUETA 4	48613	14.98	176.24	275.83	280	13/09/2023	26/09/2023	14	98.51
5	BRIQUETA 5	50485	15.01	176.95	285.31	280	13/09/2023	26/09/2023	14	101.90
Promedio De Esf. Rotura					283.05					101.09

N°	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	BRIQUETA 1	49875	15.01	176.95	281.86	280	13/09/2023	10/10/2023	28	100.66
2	BRIQUETA 2	52148	15.01	176.95	294.70	280	13/09/2023	10/10/2023	28	105.25
3	BRIQUETA 3	53168	14.98	176.24	301.67	280	13/09/2023	10/10/2023	28	107.74
4	BRIQUETA 4	52849	14.98	176.24	299.86	280	13/09/2023	10/10/2023	28	107.09
5	BRIQUETA 5	49216	15.01	176.95	278.13	280	13/09/2023	10/10/2023	28	99.33
Promedio De Esf. Rotura					291.25					104.02

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

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103217





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 25-09-2024

I. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MAYCA NORHINA MAMANI VILCA

Dirección: Jr. PARDO Y ALIAGA Mz.F Lt.014 Urb.2

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70144594

Teléfono: 940 685 043 email: guitarrduarte@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO

INCORPORANDO ESCORIAS DE COBRE Y FIBRAS DE ALUMINIO

EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2023

Palabras claves, (3 a 5 términos): ASENTAMIENTO, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ESCORIAS DE COBRE, FIBRAS DE ALUMINIO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

19-09-2024

Fecha