



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO
DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES
DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN
LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RUSMERY PARICELA AMBROSIO

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

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO
DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES
DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN
LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RUSMERY PARICELA AMBROSIO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:

Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

:

Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1462-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 04 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 10586 presentado por el (la) Bachiller: **RUSMERY PARICELA AMBROSIO** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **RUSMERY PARICELA AMBROSIO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- * **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **RUSMERY PARICELA AMBROSIO**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 13 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 08:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc.
Archivo
Interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 282-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 13 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 003086 por el señor (a): **RUSMERY PARICELA AMBROSIO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 121 - 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 010- 2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RUSMERY PARICELA AMBROSIO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Cesar Guillermo Camargo Najar de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 010- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **RUSMERY PARICELA AMBROSIO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. OSCAR V. VIANONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730Dr. Frita Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
interesado (a)

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"RESOLUCIÓN DECANAL N° 522-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 01 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-07155, presentado el o (la) Bachiller RUSMERY PARICELA AMBROSIO solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO N° 535 2024 UI FICP UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 164 -2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: RUSMERY PARICELA AMBROSIO ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 164 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el o (la) Bachiller: RUSMERY PARICELA AMBROSIO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc
Archivo 2024
Interesado (u)



RUSMERY PARICELA AMBROSIO

INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPI...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::13016:560981637

Fecha de entrega

25 feb 2026, 21:55 GMT-5

Fecha de descarga

26 feb 2026, 6:47 GMT-5

Nombre del archivo

T036_76379891_T.docx

Tamaño del archivo

33.8 MB

127 páginas

19.771 palabras

110.460 caracteres



TESIS UANCV

18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 11%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 17%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	RUSMERY PARICELA AMBROSIO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	76379891
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-4786-7565
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8509-7224
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
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	FRITZ WILLY MAMANI APAZA



Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Carabaya Latitud: S 13° 54' 32" Longitud: O 70° 24' 33"  https://maps.app.goo.gl/oXHJFddPxrDsip6R9
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2024 - Noviembre 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de Materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00
https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	



UNIVERSIDAD ANDINA "PIETRO DE ROSA VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PUNO
Dr. WILLY MAMANI APAZA
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RUSMERY PARICELA AMBROSIO, identificado con DNI
Nro. 76379891, 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:

INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y

POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO

PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 29 de diciembre del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a quienes siempre han creído en mí y me han propuesto su apoyo y motivo. A mi familia, por ser mi fuerza y guía, y a mis amigos por acompañarme en este camino. Gracias por inspirarme a seguir adelante



AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a todos los que ayudaron a hacer realidad este proyecto. Muchas gracias a mis seres queridos por su apoyo incondicional y su cariño incondicional. Gracias a todos mis profesores por enseñarme tanto y por estar ahí para mí en cada paso del camino. Y a mis amigos, que estuvieron ahí para mí en las buenas y en las malas, brindándome apoyo y ánimo. Agradezco enormemente su participación en este éxito.



ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática	13
1.2 Planteamiento del problema	14
1.2.1 Problema General	14
1.2.2 Problemas Específicos	14
1.3 Objetivos de la investigación	15
1.3.1 Objetivo General	15
1.3.2 Objetivos Específicos	15
1.4 Justificación de la investigación	15
1.4.1 Justificación teórica	15
1.4.2 Justificación Práctica	16
1.4.3 Justificación Social	16
1.4.4 Justificación Económica	16
1.4.5 Justificación Ambiental	17
1.5 Hipótesis de la Investigación	17
1.5.1 Hipótesis General	17
1.5.2 Hipótesis Específicas	17
1.6 Variables e indicadores	18
1.6.1 Variable Independiente	18
1.6.2 Variable Dependiente	18



1.7	Operacionalización de Variables	18
-----	---------------------------------------	----

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación.	20
2.1.1	Antecedentes Internacionales.....	20
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	23
2.1.3	Antecedentes locales.....	26
2.2	Bases teóricas.	28
2.2.1	Incidencia de la incorporación de material reciclado de metales y polietileno sobre las propiedades de un diseño de concreto permeable	28
2.2.2	Materiales Reciclados en Concreto	33
2.2.3	Propiedades Científicas y técnicas evaluadas	35
2.2.4	Contexto de la Provincia de Carabaya.....	37
2.2.5	Bases normativas y estudios previos	39
2.3	Marco conceptual.....	41

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de la investigación	42
3.2	Tipo de la investigación.....	42
3.3	Nivel de la Investigación.....	43
3.4	Diseño de la Investigación	43
3.5	Método de la Investigación.....	44
3.6	Población y Muestra.....	44
3.6.1	Población.....	44
3.6.2	Muestra	44
3.7	Técnicas e instrumentos.	45
3.7.1	Técnicas.....	45
3.7.2	Instrumentos.....	46
3.8	Procedimiento para la recolección de datos	47
3.8.1	Obtención del material reciclado de metales.....	47



3.8.2	Obtención del polietileno	48
3.8.3	Obtención de agregados	50
3.9	Procesamiento datos	52

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados	53
4.1.1	Efecto del material reciclado de metales y polietileno sobre el asentamiento	59
4.1.2	Impacto del material reciclado de metales y polietileno sobre la resistencia a compresión del concreto permeable	61
4.1.2.1	Resistencia de la muestra patrón	61
4.1.2.2	CP + material reciclado de metales	62
4.1.2.3	CP + polietileno	67
4.1.3	Influencia del material reciclado de metales y polietileno sobre la permeabilidad del concreto permeable	71
4.1.3.1	CP + Material Reciclado de Metales	72
4.1.3.2	CP + Polietileno	73
4.2	Discusión de resultados	82
CONCLUSIONES		84
RECOMENDACIONES		85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		86
ANEXOS		90



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Operacionalización de variables</i>	19
Tabla 2	<i>Muestras a elaborarse</i>	45
Tabla 3	<i>Gradación de agregados gruesos</i>	53
Tabla 4	<i>Gradación de agregados gruesos finos</i>	54
Tabla 5	<i>Contenido de humedad de los agregados</i>	55
Tabla 6	<i>Peso unitario suelto</i>	56
Tabla 7	<i>Peso unitario Compactado</i>	56
Tabla 8	<i>Características de los agregados</i>	57
Tabla 9	<i>Diseño de mezclas para un concreto permeable de 175 kg/cm²</i>	57
Tabla 10	<i>Cantidad de material reciclado de metales según peso del cemento</i>	58
Tabla 11	<i>Cantidad de polietileno según peso del cemento</i>	58
Tabla 12	<i>Asentamiento del concreto con el empleo de material reciclado de metales</i> ...	59
Tabla 13	<i>Consistencia del concreto con adición polietileno</i>	60
Tabla 14	<i>Resistencia muestra estándar a 7 días</i>	61
Tabla 15	<i>Resistencia, muestra estándar a 14 días</i>	61
Tabla 16	<i>Resistencia, muestra estándar a 28 días</i>	62
Tabla 17	<i>Resistencia, muestra + 0.2% M.R.M. conseguida en 7 días</i>	62
Tabla 18	<i>Resistencia, muestra + 0.2% M.R.M. conseguida en 14 días</i>	63
Tabla 19	<i>Resistencia, muestra + 0.2% M.R.M. conseguida en 28 días</i>	63
Tabla 20	<i>Resistencia, muestra + 0.4% M.R.M. conseguida en 7 días</i>	64
Tabla 21	<i>Resistencia, muestra + 0.4% M.R.M. conseguida en 14 días</i>	64
Tabla 22	<i>Resistencia, muestra + 0.4% M.R.M. conseguida en 28 días</i>	65
Tabla 23	<i>Resistencia, muestra + 0.6% M.R.M. conseguida en 7 días</i>	65
Tabla 24	<i>Resistencia, muestra + 0.6% M.R.M. conseguida en 14 días</i>	66
Tabla 25	<i>Resistencia, muestra + 0.6% M.R.M. conseguida en 28 días</i>	66
Tabla 26	<i>Resistencia, muestra + 0.5% polietileno, conseguida en 7 días</i>	67



Tabla 27 Resistencia, muestra + 0.5% polietileno, conseguida en 14 días.	67
Tabla 28 Resistencia del concreto + 0.5% de polietileno, a 28 días.	68
Tabla 29 Resistencia del concreto + 1.5% de polietileno, a 7 días.	68
Tabla 30 Resistencia del concreto + 1.5% de polietileno, a 14 días.	69
Tabla 31 Resistencia del concreto + 1.5% de polietileno, a 28 días.	69
Tabla 32 Resistencia del concreto + 2% de polietileno, a 7 días.	70
Tabla 33 Resistencia del concreto + 2% de polietileno, a 14 días.	70
Tabla 34 Resistencia del concreto + 2% de polietileno, a 28 días.	71
Tabla 35 Permeabilidad del Concreto Permeable, muestra patrón.	71
Tabla 36 Permeabilidad del Concreto Permeable + 0.2% de material reciclado de metales.	72
Tabla 37 Permeabilidad del Concreto Permeable + 0.4% de material reciclado de metales.	72
Tabla 38 Permeabilidad del Concreto Permeable + 0.6% de material reciclado de metales.	73
Tabla 39 Permeabilidad del Concreto Permeable + 0.5% de polietileno.	73
Tabla 40 Permeabilidad del Concreto Permeable + 1.5% de polietileno.	74
Tabla 41 Permeabilidad del Concreto Permeable + 2.0% de polietileno	74
Tabla 42 Resistencia adquirida en 7 días	75
Tabla 43 Resistencia adquirida en 14 días	75
Tabla 44 Resistencia adquirida en 28 días	76
Tabla 45 Resistencia adquirida en 7 días	76
Tabla 46 Resistencia adquirida en 14 días	77
Tabla 47 Resistencia adquirida en 28 días	77
Tabla 48 Cuadro comparativo resistencia a compresión con MRM.....	78
Tabla 49 Cuadro comparativo resistencia a compresión con Polietileno	79
Tabla 50 Cuadro comparativo permeabilidad con MRM.....	80
Tabla 51 Cuadro comparativo permeabilidad con Polietileno.....	81



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Presentación de material reciclado de metales</i>	48
Figura 2 <i>Presentación de polietileno</i>	49
Figura 3 <i>Cantera río Salviani</i>	50
Figura 4 <i>Curva granulométrica del agregado grueso</i>	54
Figura 5 <i>Curva granulométrica del agregado fino</i>	55
Figura 6 <i>Comportamiento del asentamiento de concreto</i>	59
Figura 7 <i>Comportamiento asentamiento de concreto</i>	60
Figura 8 <i>Comportamiento general de la resistencia a compresión con MRM</i>	78
Figura 9 <i>Comportamiento general de la resistencia a compresión con Polietileno</i>	79
Figura 10 <i>Comportamiento general de la permeabilidad con MRM</i>	80
Figura 11 <i>Comportamientos generales de la permeabilidad con Polietileno</i>	81



RESUMEN

La tesis "Incidencia de la incorporación de material reciclado de metales y polietileno sobre las propiedades de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya 2024", su objetivo fue evaluar la incidencia de la incorporación de material reciclado de metales y polietileno sobre las propiedades de un diseño de concreto permeable. Se empleó un diseño experimental cuantitativo comparativo en el que se elaboraron mezclas de concreto permeable con diferentes proporciones de material reciclado de metales (0.2%, 0.4%, 0.6%) y polietileno (0.5%, 1.5%, 2.0%). El asentamiento disminuyó progresivamente con el aumento de materiales reciclados, pasando de un slump de 2.8 cm en el concreto patrón a 1.8 cm con 0.6% de metales y 1.9 cm con 2% de polietileno, lo que indica menor trabajabilidad pero aún adecuada; la resistencia a la compresión a 28 días fue óptima con 0.2% de metales (180.91 kg/cm²) y 0.5% de polietileno (178.91 kg/cm²), superando al patrón (176.09 kg/cm²), mientras que la resistencia disminuyó con mayores adiciones: 0.6% metales (156.96 kg/cm²) y 2% polietileno (159.54 kg/cm²); además, la permeabilidad se mantuvo funcional, con coeficientes promedio a 28 días entre 1.22 y 1.31 cm/s para polietileno y entre 1.23 y 1.29 cm/s para metales reciclados, cercanos a la muestra patrón (1.53 cm/s). La incorporación controlada de materiales reciclados mejora o mantiene la resistencia y permeabilidad del concreto permeable en Carabaya, siendo viable su uso sostenible. Se recomienda limitar las adiciones a 0.2% de material reciclado de metales y 0.5% de polietileno para obtener el mejor desempeño estructural y funcional.

Palabras Clave: Concreto permeable, material reciclado de metales, polietileno.



ABSTRACT

The thesis "Impact of Incorporating Recycled Metals and Polyethylene on the Properties of a Permeable Concrete Mix Design in the Province of Carabaya 2024" aimed to evaluate the impact of incorporating recycled metals and polyethylene on the properties of a permeable concrete mix design. A comparative quantitative experimental design was used, in which permeable concrete mixes were prepared with different proportions of recycled metals (0.2%, 0.4%, 0.6%) and polyethylene (0.5%, 1.5%, 2.0%). The slump decreased progressively with the increase in recycled materials, going from 2.8 cm in the control concrete to 1.8 cm with 0.6% metals and 1.9 cm with 2% polyethylene, indicating reduced but still adequate workability. The compressive strength at 28 days was optimal with 0.2% metals (180.91 kg/cm²) and 0.5% polyethylene (178.91 kg/cm²), surpassing the control sample (176.09 kg/cm²), while strength decreased with higher additions: 0.6% metals (156.96 kg/cm²) and 2% polyethylene (159.54 kg/cm²). Furthermore, permeability remained functional, with average coefficients at 28 days between 1.22 and 1.31 cm/s for polyethylene and between 1.23 and 1.29 cm/s for recycled metals, close to the control sample (1.53 cm/s). The controlled incorporation of recycled materials improves or maintains the strength and permeability of the permeable concrete in Carabaya, making its sustainable use viable. It is recommended to limit additions to 0.2% recycled metal material and 0.5% polyethylene to obtain the best structural and functional performance.

Keywords: Permeable concrete, recycled metal material, polyethylene.



INTRODUCCIÓN

En la contemporánea era de la edificación sostenible, la integración de materiales reciclados se ha transformado en una estrategia primordial para la preservación ambiental y la reducción de desechos. La construcción, un sector conocido por su considerable consumo de recursos naturales y generación de residuos, ha comenzado a explorar alternativas que fomenten una medida entre el progreso infraestructural y la sustentabilidad ambiental.

En este contexto, el hormigón permeable ha demostrado ser muy prometedor para abordar la gestión de las aguas pluviales y la reducción de la escorrentía superficial, dos importantes problemas ambientales en las ciudades. La incorporación de materiales reciclados de metales y polietileno en el diseño de concreto permeable no solo representa un avance en la reutilización de residuos, sino que también plantea interrogantes sobre las posibles alteraciones en los peculios mecánicos.

La tesis se enfoca en la provincia de Carabaya, una región cuya infraestructura enfrenta el reto de adaptarse a las demandas medioambientales y urbanísticas actuales. La evaluación del impacto de poner de estos materiales reciclados en las cualidades del concreto permeable ofrece una oportunidad invaluable para comprender su viabilidad y efectividad en contextos reales de construcción.

Esta tesis se propone investigar cómo la adición de metales reciclados y polietileno afecta las características del concreto permeable, con el objetivo de proporcionar datos empíricos que respalden su uso en proyectos constructivos sostenibles. Al hacerlo, se espera contribuir al conocimiento técnico y a la práctica de la ingeniería civil, promoviendo prácticas de construcción más verdes y eficientes.

El estudio consta por 4 capítulos:



Capítulo I: Aquí se plantea el problema de investigación, haciendo un análisis de la situación actual, definiendo claramente qué se quiere estudiar y estableciendo los objetivos específicos que se buscan alcanzar. Este capítulo sirve para mostrar por qué es importante realizar este estudio.

Capítulo II: En este capítulo se reúnen y explican los conceptos básicos y términos importantes coherentes con la teoría, apoyándose en diferentes escritores y fuentes confiables, para ayudar a entender mejor el tema principal.

Capítulo III: Se describe cómo se llevó a cabo la investigación: el lugar donde se realizó, el objeto de estudio, la información que se necesitó, los métodos que se usaron para recolectar los datos y el enfoque general de la investigación.

Capítulo IV: Se presentan resultados y el análisis de los objetivos planteados, junto con algunos encargos para futuras estudios basados en encontrado.

.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática.

A nivel internacional, la contaminación ambiental derivada de la acumulación de residuos sólidos, especialmente plásticos y metales reciclables, representa una grave amenaza para los ecosistemas y la salud pública Gómez et al., (2025). La gestión deficiente de estos residuos ha impulsado la búsqueda de alternativas sostenibles en diversos sectores, incluida la construcción, donde el concreto permeable aparece como una solución innovadora para el manejo de aguas pluviales y la mitigación de la escorrentía urbana Wu et al., (2022). Sin embargo, el conocimiento sobre la incorporación de materiales reciclados en concreto permeable y su impacto en sus propiedades todavía presenta vacíos importantes en la literatura Ahmed et al., (2019).

A nivel nacional (Perú), el problema se manifiesta en la creciente generación de residuos sólidos sin un sistema eficiente de reciclaje, afectando el medio ambiente y la infraestructura urbana. Investigaciones recientes apuntan a la viabilidad de utilizar materiales reciclados en mezclas de concreto para reducir costos y promover la economía circular, pero aún falta evidencia técnica específica sobre los efectos en concreto permeable para aplicaciones viales Villalobos (2023); Pomalaza, (2021).

En el ámbito local (provincia de Carabaya), la carencia de sistemas adecuados para manejar residuos sólidos industriales y plásticos genera acumulación de desechos, mientras que la infraestructura vial sufre los efectos de una deficiente gestión de aguas pluviales, provocando deterioros prematuros en pavimentos y riesgo para la población Estela & Vásquez (2020). El concreto permeable con materiales reciclados podría representar una solución para estas problemáticas, pero se desconoce cómo la adición de metales y polietileno afectaría las propiedades técnicas y funcionales del material, limitando su aplicación práctica en proyectos locales.

1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 *Problema General.*

¿Cuál es la incidencia de la incorporación de material reciclado de metales y polietileno sobre las propiedades de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya 2024?

1.2.2 *Problemas Específicos.*

1. ¿De qué manera la incorporación de material reciclado de metales y polietileno incide en el asentamiento de la mezcla de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya?
2. ¿De qué manera la adición de material reciclado de metales y polietileno impacta en la resistencia a la compresión de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya?
3. ¿De qué manera el empleo de material reciclado de metales y polietileno influye en la permeabilidad de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la incidencia de la incorporación de material reciclado de metales y polietileno sobre las propiedades de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya 2024.

1.3.2 Objetivos Específicos.

1. Determinar la manera en que la incorporación de material reciclado de metales y polietileno incide en el asentamiento de la mezcla de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya.
2. Determinar la manera en que la adición de material reciclado de metales y polietileno impacta en la resistencia a la compresión de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya.
3. Determinar la manera en que el empleo de material reciclado de metales y polietileno influye en la permeabilidad de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya.

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1 Justificación teórica

Es un material innovador con alta porosidad que permite la infiltración del agua, contribuyendo a reducir la escorrentía y promover la recarga de acuíferos naturales. La incorporación de materiales reciclados en su diseño es una tendencia emergente que optimiza la reutilización de residuos industriales y de construcción, aportando a la conservación de recursos naturales y reduciendo el impacto ambiental de la explotación de canteras. Estudios previos demuestran que estos materiales influyen en propiedades mecánicas y físicas del concreto, por lo que su evaluación específica en la región de

Carabaya es fundamental para ampliar el conocimiento técnico sobre su comportamiento estructural y funcional.

1.4.2 Justificación Práctica

Este estudio aporta una alternativa sustentable y viable para la fabricación de concreto permeable en Carabaya, donde existe una creciente necesidad de soluciones para el manejo de aguas pluviales y el tratamiento de residuos. La aplicación de material reciclado de metales y polietileno en mezcla reduce la dependencia de agregados naturales, disminuye los costos de producción y fomenta prácticas constructivas más responsables. Los resultados permitirán optimizar procesos locales de construcción, contribuyendo a infraestructuras viales y urbanísticas más duraderas y eficientes.

1.4.3 Justificación Social

La investigación responde a una problemática social relacionada con la contaminación por residuos sólidos industriales y de construcción en Carabaya. Al promover el uso de materiales reciclados en el concreto permeable se reduce la acumulación de estos residuos en el medio ambiente, mejora la calidad de vida al controlar inundaciones urbanas y se fomenta una cultura ambiental sostenible. Además, el acceso a tecnologías innovadoras apoya el desarrollo comunitario y la generación de empleo en la gestión de residuos y construcción sostenible.

1.4.4 Justificación Económica

La incorporación de materiales reciclados en el concreto permeable puede disminuir los costos asociados a la compra y transporte de agregados naturales, que suelen representar un porcentaje considerable en el costo total de construcción. El uso eficiente de residuos en el diseño de mezclas permite aprovechar recursos disponibles localmente, promoviendo la economía circular y generando ahorros económicos para

constructores y municipalidades. A largo plazo, también se reducen los costos de mantenimiento por un mejor manejo de aguas pluviales.

1.4.5 Justificación Ambiental

La investigación contribuye directamente a la reducción del impacto ambiental de la construcción, al reutilizar residuos metálicos y plásticos y disminuir la extracción de agregados naturales. Esto implica menor destrucción de ecosistemas, ahorro energético y reducción de emisiones contaminantes. El concreto permeable, además, mitiga problemas de escorrentía y contaminación hídrica, favoreciendo la conservación de los recursos hídricos y la biodiversidad en la provincia de Carabaya, apoyando objetivos de desarrollo sostenible.

1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1 Hipótesis General.

La incidencia de la incorporación de material reciclado de metales y polietileno será positiva en las propiedades de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya 2024.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

1. La incorporación de material reciclado de metales y polietileno incidirá de forma regular en el asentamiento de la mezcla de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya.
2. La adición de material reciclado de metales y polietileno impactará de manera positiva en la resistencia a la compresión de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya.

3. El empleo de material reciclado de metales y polietileno influirá de forma significativa en la permeabilidad de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 *Variable Independiente*

Material Reciclado de Metales y Polietileno

Indicadores:

- % de adición de material reciclado de metales en 0,2%, 0,4%, 0,6% respecto al peso del cemento
- % de adición de polietileno en 0,5%, 1,5%, 2,0% respecto al peso del cemento

1.6.2 *Variable Dependiente*

Propiedades físico-mecánicas

Indicadores:

- Asentamiento (cm)
- Resistencia a compresión (kg/cm²)
- Permeabilidad (cm/s)

1.7 Operacionalización de Variables

Tabla 1

Cuadro de operacionalización de variables.

Variable Independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Material Reciclado de Metales	Incorporación de material reciclado de metales y polietileno en el diseño de concreto permeable.	Tipo de material, % de adición	% metales	Metales: 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%	Balanza, Dosificación	Numérica (discreta)
Polietileno			% polietileno	Polietileno: 0%, 0,5%, 1,5%, 2,0%		Categórica (nominal: tipo de material)
Variable Dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Propiedades del concreto permeable	Propiedades físico-mecánicas y de permeabilidad del concreto permeable	Asentamiento	Altura de asentamiento (cm)	1,8 - 2,8 centímetros	Cono de Abrams	Numérica (continua)
		Resistencia a compresión	Valor resistencia (kg/cm ²)	175 - 245 kg/cm ²	Prensa hidráulica	Numérica (continua)
		Permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad (cm/s)	0.14 – 1.80 cm/s	Prensa hidráulica	Numérica (continua)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 *Antecedentes Internacionales.*

Según Duque (2021) su indagación "Desempeño de un concreto permeable elaborado con agregados reciclados para aplicación en senderos de tráfico liviano". La rápida expansión de la infraestructura civil en los últimos años ha generado diariamente residuos de construcción. El propósito de este trabajo es brindar oportunidades para el uso alternativo de los residuos de construcción. Debido a su inadecuada gestión, estos residuos de construcción y demolición (RCD) han contaminado el suelo y las aguas superficiales. Debido a sus características, no se consideran residuos comunes y, por lo tanto, no pueden depositarse en vertederos. Por ello, se sugiere su uso para la construcción de componentes de concreto para vías de tránsito ligero. Considerando que el ladrillo rojo y el concreto son los materiales de construcción más populares en Antioquia, es fundamental tener en cuenta que la mayoría de los RCD tienen la misma composición. Dado que la resistencia de estos materiales varía y tiene un impacto directo en la calidad y el rendimiento del producto terminado, es fundamental distinguirlos. En este proyecto, los agregados de los RCD se separarán en fracciones de ladrillo rojo y concreto, considerando la información mencionada. Para identificar las proporciones

adecuadas de estos RCD como materias primas viables para la formulación de mezclas que garanticen el funcionamiento del producto objetivo, hormigón permeable para tráfico ligero, se considera esta discretización. El procedimiento de metrología experimental cubrió varios ejemplos distintos. Los pasos iniciales incluyeron la elaboración de la documentación de referencia, la aplicación de las normas pertinentes y la ejecución de métodos de caracterización. Se realizaron diversos ensayos, incluyendo la densidad, la abrasión y el porcentaje de absorción, en los áridos integrados para caracterizar los RCD y los áridos pétreos incorporados en los diseños de las mezclas de hormigón permeable. Tras estos ensayos, se fabricaron probetas cilíndricas y prismáticas con las mezclas previstas. Estas probetas se sometieron a una serie de ensayos, incluyendo ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión, ensayos de abrasión, ensayos de densidad y el porcentaje de absorción de los áridos integrados en el hormigón. Una vez establecida la dosis, la fabricación de las probetas finales se someterá a ensayos de resistencia, durante los cuales se demostrará su comportamiento respecto a la variabilidad de los áridos y las proporciones proporcionadas.

Según Mestas y Hernández (2018) en su artículo "Concreto permeable reforzado con un aditivo a base de reciclados de poliestireno". Limitar la penetración de agua en las capas inferiores del pavimento en carreteras terrestres es uno de los principales obstáculos. Esta condición provoca graves problemas geotécnicos, como asentamientos diferenciales y deformaciones permanentes en la estructura de la carretera, y es una de las tareas más difíciles de gestionar. La durabilidad y el funcionamiento de las carreteras se ven comprometidos como resultado de estas circunstancias, lo que también conlleva un aumento en los gastos de mantenimiento y una reducción de su vida útil. Esta investigación ofrece una nueva opción basada en la integración de polímeros reciclados, en particular poliestireno, en mezclas de hormigón permeable. Esta investigación se realizó en respuesta al problema descrito anteriormente. En el contexto de prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, esta técnica no solo busca mejorar las

cualidades mecánicas y funcionales del hormigón, sino que también contribuye significativamente a la reducción de residuos plásticos y a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas muestras de hormigón se fabricaron con diferentes tiempos de curado para evaluar la eficacia de esta solución. Esto permitió un seguimiento más detallado del comportamiento del material a lo largo del tiempo. Se obtuvo una resistencia promedio de $89,07 \text{ kg/cm}^2$ tras 28 días de curado con el aditivo polimérico. Esto se determinó midiendo la resistencia a la compresión y el coeficiente de permeabilidad del material. Además, los resultados del experimento demostraron una alta correlación (95,28 %) entre los factores de resistencia y permeabilidad. Esto indica que la incorporación del polímero influye directamente en el equilibrio entre la capacidad estructural y la permeabilidad del hormigón permeable. Con el fin de mejorar la durabilidad y el funcionamiento de los pavimentos permeables, nuestros resultados sugieren que el uso de materiales poliméricos reciclados es una alternativa viable que puede contribuir a la construcción de infraestructuras más sostenibles y resilientes.

Según Gómez et al. (2023) su estudio "Revisión de literatura sobre las propiedades mecánicas de concreto permeable adicionado con polipropileno y residuos de palma africana". El propósito de este estudio es realizar un análisis exhaustivo de la literatura científica sobre la influencia de la incorporación de palmiste y fibras de polipropileno en las características mecánicas y físicas del hormigón asfáltico. Esta investigación adopta un enfoque cualitativo y documental, con el objetivo principal de analizar y comparar cómo estos componentes influyen en la porosidad del hormigón asfáltico. El objetivo de esta investigación es desarrollar nuevas opciones para la construcción de mezclas de hormigón permeable. El enfoque utilizado incluye una búsqueda sistemática en bases de datos académicas y archivos universitarios, la identificación y selección de palabras clave, y la organización del material recopilado en una matriz analítica dividida en subtemas. Este procedimiento permitió realizar un análisis exhaustivo y organizado de investigaciones previas. Se centró la atención en las

características químicas, físicas y mecánicas de palmiste y fibras de polipropileno, así como en las dosis y tamaños de partícula de estos materiales utilizados en la producción de hormigón permeable. Estos materiales no solo contribuyen a optimizar la porosidad, sino que también preservan o mejoran las características mecánicas esenciales para el rendimiento estructural del pavimento. Los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica destacan la viabilidad de producir hormigón asfáltico permeable mediante la adición combinada de estos materiales. Con esto en mente, se ofrecen diseños de mezcla capaces de equilibrar eficazmente la permeabilidad y la resistencia, ajustándose a los requisitos particulares de las aplicaciones en infraestructuras viales respetuosas con el medio ambiente. En conclusión, esta investigación ofrece un marco conceptual sólido para comprender la posibilidad de incorporar palmiste y polipropileno como aditivos funcionales en el hormigón asfáltico. Este desarrollo abre nuevas vías para la creación de pavimentos porosos más eficaces y menos perjudiciales para el medio ambiente. Por último, pero no menos importante, se sugiere realizar más estudios experimentales para confirmar y desarrollar estos descubrimientos teóricos.

2.1.2 Antecedentes nacionales.

Según Oyola et al. (2020) en su tesis "Influencia de adición de fibras de tereftalato de polietileno reciclable en las propiedades de concreto permeable para pavimento de tráfico liviano". El objetivo principal de este estudio fue investigar las diversas maneras en que la integración de fibras de PET influye en las características del hormigón permeable destinado a pavimentos de tráfico ligero. Para lograr este objetivo, se utilizó un diseño experimental en el que la variable independiente, que era el porcentaje de fibras de PET adicionales, se sometió a manipulación controlada para observar su impacto en diversas calidades del hormigón, consideradas variables dependientes. Se establecieron varios grupos de investigación, incluyendo un grupo de control sin fibras adicionales, así como cuatro grupos experimentales con porcentajes crecientes de fibras de PET (0,25 %, 0,50 %, 1,00 % y 1,50 %), con dimensiones precisas de 2 mm por 45 mm, en relación con el

peso total del cemento. Se utilizaron áridos con un tamaño de husillo n.º 8 (3/8"), una relación agua-cemento de 0,36 y un contenido de huecos del 18 % en la mezcla base. Estos parámetros se ajustaron cuidadosamente para maximizar la eficacia del hormigón permeable. Durante los ensayos, realizados de acuerdo con la normativa técnica vigente, se evaluaron características importantes como la consistencia, el peso específico, la resistencia mecánica y la permeabilidad. Los resultados demostraron que la incorporación de fibras de PET al hormigón influye sustancialmente tanto en la consistencia (asentamiento) como en el peso específico del hormigón, siendo el grado de variación proporcional a la expansión del porcentaje de fibras. Además, la adición de fibras no produjo cambios sustanciales en el contenido de huecos, ni en estado fresco ni en estado endurecido. En cuanto a la resistencia a la compresión, el porcentaje ideal de adición fue del 0,50 %, lo que resultó en una resistencia media de 192,26 kg/cm². Por otro lado, la resistencia a la flexión mostró el mayor rendimiento. 1.00% de fibras, con un valor de 19.59 kg/cm². Cuando se trata de la resistencia versus Adicionalmente, el mayor desempeño se obtuvo con un contenido de fibra del 0.50%, lo que resultó en una reducción del daño del 28.77%. Este fue el caso al considerar el deterioro inducido por el impacto y la abrasión. Finalmente, la adición de 0.25% de fibras de PET resultó ser la más ventajosa para retener la capacidad de permeabilidad del concreto. Esto se determinó analizando la permeabilidad y la tasa de infiltración del concreto tanto en el laboratorio como en el campo. Debido a estos descubrimientos, podemos determinar el rango de dosis óptimo para maximizar las cualidades mecánicas sin comprometer severamente la permeabilidad. Esto nos permite consolidar el potencial del PET reciclado como un ingrediente funcional en concreto permeable para aplicaciones que involucran pavimento de tráfico ligero.

Según Baldeon (2018) en su tesis "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto permeable con adición de polietileno de baja densidad para senderos ecológicos". Esta variedad de hormigón se caracteriza por su gran porosidad, la cual, si



bien aumenta la permeabilidad, limita su capacidad para soportar cargas elevadas. Para superar esta limitación, se diseñaron diversas combinaciones alternativas combinando cemento Portland Tipo I, agua potable y tiras de polietileno de diferentes cantidades y tamaños, tanto rígidas como flexibles, para mejorar el comportamiento mecánico del hormigón. Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, flexión y desgaste en las muestras producidas, compuestas por vigas prismáticas y probetas cilíndricas. El objetivo de estos ensayos fue evaluar cómo la integración de LDPE afecta el rendimiento estructural de las muestras. Con base en estos hallazgos, se determinó que la mejor combinación era la que proporcionaba un equilibrio adecuado entre resistencia y durabilidad en las condiciones de tensión estudiadas. En el marco de la investigación, el diseño metodológico fue experimental y empleó un enfoque cuantitativo. Esta técnica permitió el control y la medición de las variables independientes y dependientes en entornos estandarizados. La muestra de investigación consistió en un total de 36 probetas cilíndricas y 12 vigas prismáticas. La selección de las herramientas y métodos de medición se realizó de acuerdo con criterios técnicos evaluados por especialistas, lo que garantizó la obtención de datos precisos. Para demostrar el efecto significativo del polietileno de baja densidad en la mejora de ciertas propiedades del hormigón poroso sin comprometer su permeabilidad, los resultados se analizaron posteriormente de forma comparativa mediante tablas y gráficos. Esto facilitó la identificación de las mezclas con mejor comportamiento mecánico. Esta investigación contribuye al desarrollo de materiales más ecológicos y funcionales para su uso en aplicaciones de infraestructura permeable como estas.

Según Ortiz (2023) en su tesis "Evaluación de las propiedades de un concreto permeable utilizando residuos de construcción y demolición para su utilización en pavimentos especiales en el distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque, 2020". Con el fin de promover los conceptos de la economía circular en la industria de la construcción. Esta estrategia no solo contribuye al

crecimiento sostenible de las ciudades, sino que también ofrece una solución innovadora al problema persistente de las altas precipitaciones que se producen en la costa peruana, especialmente durante los primeros meses del año. El objetivo es producir hormigón permeable, que se caracteriza por su capacidad de permitir el paso del agua a través de su estructura porosa. Esto se logrará mediante la reutilización de los escombros generados durante el proceso de construcción. Para llevar a cabo esta operación, se seleccionaron residuos no peligrosos provenientes de estructuras destruidas en el distrito de Pueblo Nuevo y se sometieron a procesos de trituración para obtener áridos de hormigón reciclado. En los pasos posteriores, se realizó una serie de experimentos de laboratorio con áridos naturales y reciclados para definir con precisión ambos tipos de áridos. Estos materiales se utilizaron en la producción de probetas de hormigón poroso, que posteriormente se sometieron a ensayos para determinar su permeabilidad, resistencia a la compresión y resistencia al desgaste. El objetivo de estos ensayos fue determinar si las mezclas producidas cumplían con los estándares técnicos establecidos en la normativa de pavimentos urbanos. De ser así, podrían utilizarse en la construcción de pavimentos especiales con capacidad de drenaje, lo que, en última instancia, contribuiría a soluciones constructivas más respetuosas con el medio ambiente y eficaces para el área metropolitana.

2.1.3 Antecedentes locales.

Según Suaña (2021) en su tesis "Evaluación del concreto permeable adicionando virutas de acero para la sostenibilidad del pavimento en el Jr. Moquegua de la ciudad de Juliaca, 2021". Para aumentar la durabilidad y funcionalidad del pavimento del Jr. Moquegua en la ciudad de Juliaca, el objetivo principal de esta investigación fue construir un concreto permeable de alta calidad mediante el uso de virutas de acero. Esto se realizó con la intención de lograr los objetivos mencionados. Por ello, se seleccionó esta ruta como área de investigación y se tomaron muestras del pavimento actual para evaluar su comportamiento. Se elaboraron fichas de evaluación detalladas para

determinar el estado actual del concreto modificado, así como sus posibles ventajas. Estas pruebas incluyeron ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión después de un período de curado de 28 días. Además, se realizaron mediciones de permeabilidad. Los resultados obtenidos demostraron que la mezcla normal alcanzó una resistencia a la compresión de 269,75 kg/cm², pero la adición de un 0,06 % de virutas de acero incrementó esta resistencia en un 21,35 %, lo que sugiere una mejora considerable en el potencial del material para soportar elementos estructurales. Asimismo, la resistencia a la flexión aumentó un 12,25 %, manteniendo la misma proporción de virutas, lo que indica una mejora en la resistencia a la flexión. Por otro lado, la adición de un 0,02 % de virutas de acero tuvo un efecto perjudicial en la permeabilidad del hormigón, que registró un valor de 0,34 cm/s, lo que sugiere una disminución en la capacidad de filtrar agua. En conclusión, si bien la incorporación de virutas de acero al hormigón permeable resulta en una mejora considerable de la resistencia mecánica del material, la dosificación de estas virutas debe ajustarse cuidadosamente para evitar que se comprometa la función fundamental del pavimento, que es la permeabilidad. Esto garantizará que el pavimento sea sostenible y eficiente.

Según Oruna (2022) en su tesis "Diseño de concreto permeable en vías del parque Grau para mitigar las inundaciones temporales de Juliaca – 2022". El hormigón permeable se ha consolidado como una opción innovadora en áreas metropolitanas para mejorar la gestión del drenaje superficial. Este problema es especialmente frecuente en lugares donde los factores geográficos y climáticos dificultan el drenaje eficaz de las aguas pluviales. El desempeño del hormigón permeable es el tema de este estudio. La ciudad de Juliaca se encuentra en la sierra andina, caracterizada por una cantidad considerable de precipitaciones durante la temporada de lluvias. Además, el terreno es predominantemente plano y presenta pendientes bajas, lo que dificulta considerablemente el drenaje superficial. Para solucionar este problema, se construyeron y evaluaron diversas mezclas de hormigón permeable para su uso en pavimentos de bajo

tráfico con una resistencia mínima de 210 kg/cm^2 , de acuerdo con las directrices de la norma ACI 522R. Estas combinaciones presentaban porcentajes variables de vacíos, que oscilaban entre el 15 % y el 25 %, y utilizaban o no aditivos plastificantes. Esta técnica permitió investigar la relación entre la porosidad, la resistencia mecánica y la permeabilidad del material. El objetivo era maximizar el rendimiento del material de acuerdo con las características particulares de la ubicación. En función del porcentaje de vacíos y la presencia del aditivo, la resistencia a la compresión de las muestras a los 7 días varió de $144,05$ a $196,02 \text{ kg/cm}^2$, y a los 28 días, los valores se volvieron mucho más altos, de $196,25$ a $253,03 \text{ kg/cm}^2$. Esto se mantuvo independientemente de la presencia o no del aditivo. Se logró un equilibrio ideal combinando el uso de aditivos plastificantes con un porcentaje de vacíos del 20%. Esta combinación demostró ser eficaz para alcanzar los criterios mecánicos esenciales para pavimentos de tráfico ligero, a la vez que preserva la permeabilidad suficiente para permitir el drenaje. Se recordó la importancia fundamental del mantenimiento continuo. Esto se debe a que la saturación de los espacios vacíos con partículas finas puede comprometer la funcionalidad del pavimento permeable, lo que a su vez afecta su capacidad de filtración y, en consecuencia, su efectividad como sistema de drenaje sustentable en zonas de mayor pluviosidad como Juliaca.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 *Incidencia de la incorporación de material reciclado de metales y polietileno sobre las propiedades de un diseño de concreto permeable*

2.2.1.1. Material Reciclado de Metales

Las partículas metálicas recicladas, derivadas principalmente de procesos industriales como la demolición de estructuras metálicas o residuos de la industria automotriz, pueden ser utilizadas en la producción de concreto. Estos metales, cuando se integran adecuadamente en las mezclas, tienen un impacto significativo en las

propiedades del concreto, especialmente en su trabajabilidad y mecánica. El uso de estos materiales reciclados puede alterar la cohesión interna de la mezcla, ya que las partículas metálicas presentan una forma filamentosa y rugosa que afecta la absorción de agua y la adherencia entre los componentes del concreto González et al., (2021).

La incorporación de partículas metálicas recicladas puede ser beneficiosa en términos de reducción de residuos industriales y el uso eficiente de materiales disponibles. Sin embargo, este tipo de aditivos requiere un diseño adecuado de la mezcla para evitar efectos negativos como la reducción de la resistencia a la compresión y la durabilidad del concreto Sánchez y Ramírez (2020). Según estudios recientes en Colombia, su influencia en la resistencia a la compresión sigue siendo un tema de debate, debido a la posible alteración en la estructura del concreto Hernández et al., (2022).

A pesar de estos desafíos, el reciclaje de metales en la producción de concreto representa una solución viable para la reutilización de desechos industriales, alineándose con los objetivos de sostenibilidad en la construcción Oliva y Morales (2021). Los metales reciclados, si se usan adecuadamente, pueden contribuir a la creación de concreto más resistente y duradero, al mismo tiempo que reducen la dependencia de recursos naturales para la producción de nuevos materiales.

2.2.1.2. Polietileno Reciclado

El polietileno reciclado es un material plástico ampliamente utilizado en la fabricación de productos de consumo diario, y su integración en la producción de concreto está ganando relevancia en la construcción sostenible. El polietileno reciclado, cuando se agrega en cantidades controladas a las mezclas de concreto, mejora la cohesión interna de la mezcla, lo que ayuda a reducir la formación de microfisuras y a mantener o incluso mejorar la resistencia a la compresión del material Gómez y Torres, (2020).

El uso de polietileno reciclado como aditivo en concreto tiene varios beneficios medioambientales. En primer lugar, contribuye a la reducción de residuos plásticos, un problema creciente en todo el mundo. En segundo lugar, el polietileno reciclado mejora la durabilidad del concreto, especialmente en condiciones de alta humedad, donde se necesita un material resistente a la penetración del agua Martínez et al., (2021). Investigaciones realizadas en México sugieren que la adición de polietileno reciclado también mejora la resistencia del concreto a los agentes químicos agresivos, lo que lo convierte en una opción ideal para la construcción en ambientes industriales y costeros Oliva y Ramírez (2021).

A pesar de los beneficios mencionados, la inclusión de polietileno reciclado en el concreto requiere un ajuste preciso de la mezcla para evitar que altere las propiedades del concreto en términos de su capacidad de carga y durabilidad a largo plazo. Los estudios realizados en Brasil han mostrado que la adición de pequeñas cantidades de polietileno reciclado no afecta negativamente la resistencia, pero su uso debe ser cuidadosamente monitoreado para mantener un equilibrio adecuado entre las propiedades mecánicas y la sostenibilidad González et al., (2022).

2.2.1.3. Concreto permeable

El concreto permeable es un tipo de material de construcción que presenta una estructura altamente porosa, diseñada para permitir la infiltración del agua a través de su superficie, contribuyendo de manera significativa al manejo de aguas pluviales y la sostenibilidad ambiental en áreas urbanas. Este material es especialmente relevante en contextos urbanos donde el aumento de superficies impermeabilizadas, como pavimentos y techos, ha aumentado considerablemente el volumen de escorrentía pluvial, generando inundaciones y la sobrecarga de los sistemas de drenaje convencionales Salazar et al., (2021).

2.2.1.3.1. Propiedades y Beneficios del Concreto Permeable

El concreto permeable se caracteriza por su capacidad para dejar pasar el agua a través de su estructura porosa, lo que permite que las aguas pluviales se infiltren al subsuelo, recargando los acuíferos y reduciendo las escorrentías superficiales. Este tipo de concreto es ideal para aplicaciones en pavimentos de bajo tráfico, como aceras, estacionamientos y calles secundarias. Su principal ventaja radica en su capacidad para gestionar el agua de lluvia de manera eficiente, sin recurrir a costosos sistemas de drenaje subterráneo. A diferencia de los pavimentos convencionales, que impiden la infiltración del agua, el concreto permeable facilita su paso hacia el suelo, lo que mejora la gestión de los recursos hídricos González y Rodríguez (2020).

Además de su alta permeabilidad hidráulica, definida por normas internacionales como ACI 522R-10, el concreto permeable presenta una resistencia mecánica adecuada para soportar cargas de tráfico liviano. Aunque su resistencia es menor que la del concreto tradicional, estudios recientes demuestran que es suficientemente robusto para ser utilizado en áreas de tránsito moderado Cervantes et al., (2022). En este sentido, los pavimentos de concreto permeable han demostrado una vida útil considerable, si se implementan con el diseño adecuado y un mantenimiento apropiado.

2.2.1.3.2. Impacto en la Reducción de Inundaciones Urbanas

Uno de los mayores problemas que enfrentan las ciudades latinoamericanas es la gestión del agua pluvial, especialmente en áreas con alta urbanización. En muchos casos, la construcción de pavimentos impermeables ha generado un aumento significativo en las escorrentías, lo que provoca inundaciones durante eventos de lluvia intensa Martínez et al., (2021). Este enfoque se alinea con las estrategias de "infraestructura verde" que buscan aprovechar los recursos naturales para mejorar la resiliencia urbana frente al cambio climático Sánchez y López (2021).

Además, el concreto permeable tiene un impacto positivo en la calidad del agua, ya que, al infiltrarse a través del suelo, el agua de lluvia es filtrada de manera natural,

reduciendo los niveles de contaminantes antes de que llegue a los cuerpos de agua superficiales. Esta propiedad lo convierte en una opción ideal para ciudades que enfrentan problemas de contaminación hídrica debido a la escorrentía superficial de metales pesados, aceites y otros contaminantes urbanos Salazar et al., (2021).

2.2.1.3.3. Sostenibilidad Ambiental y Reducción del Calentamiento Urbano

El concreto permeable no solo ofrece ventajas en términos de manejo de agua, sino que también contribuye a mitigar el calentamiento urbano, un fenómeno creciente en las grandes ciudades de América Latina. En áreas urbanas densamente construidas, las superficies impermeables como asfalto y concreto aumentan la temperatura ambiente, creando lo que se conoce como "isla de calor". El concreto permeable, al permitir que el aire circule a través de su estructura porosa, contribuye a la reducción de la temperatura superficial, ayudando a moderar este fenómeno González y Rodríguez (2020).

Adicionalmente, el uso de este material tiene el potencial de mejorar la biodiversidad urbana. Al permitir que el agua se infiltre en el suelo, se fomenta la recarga de los acuíferos subterráneos, lo que beneficia a las plantas y árboles urbanos, mejorando su capacidad para prosperar en un entorno urbano González et al., (2021). Esta característica del concreto permeable también apoya los esfuerzos para restaurar y conservar los ecosistemas urbanos, que están siendo degradados debido a la urbanización acelerada.

2.2.1.3.4. Desempeño y Durabilidad del Concreto Permeable

El desempeño del concreto permeable ha sido evaluado en diversas investigaciones, particularmente en países como México y Brasil, donde el cambio climático y las intensas lluvias estacionales son una preocupación constante. Según Cervantes et al. (2022), el concreto permeable demuestra un buen desempeño en condiciones climáticas extremas, especialmente cuando se combina con una correcta mezcla de materiales y un proceso de instalación adecuado. La durabilidad de este

material depende en gran medida de su mantenimiento; sin embargo, en general, se considera que tiene una vida útil comparable a la del concreto tradicional, con el beneficio adicional de sus propiedades hidráulicas.

2.2.2 Materiales Reciclados en Concreto

La incorporación de materiales reciclados en mezclas de concreto, como metales, plásticos (especialmente polietileno) y otros residuos, es una estrategia clave en la construcción sostenible. De acuerdo con Fernández et al. (2021), el reciclaje de materiales en concreto tiene como objetivo principal mejorar la sostenibilidad mediante la reducción del consumo de recursos naturales no renovables y la valorización de residuos, que de otro modo terminarían en vertederos.

2.2.2.1. Beneficios Ambientales y Sostenibilidad

Uno de los principales beneficios de utilizar materiales reciclados en concreto es la reducción de la extracción de recursos la arena, la grava y cemento, materiales que son fundamentales para la producción del concreto convencional. La utilización de agregados reciclados, como es el caso de los restos de concreto triturado y otros materiales de desecho, contribuye a la conservación de los ecosistemas, al disminuir la necesidad de explotación minera Sánchez et al., (2022). Además, la incorporación de plásticos reciclados como el polietileno, aunque menos común, ha demostrado ser efectiva en optimar propiedades del concreto, como la resistencia y durabilidad Gómez y Torres (2020).

El uso de materiales reciclados no solo beneficia al medio ambiente al reducir los residuos sólidos, sino que también puede reducir los costos asociados a la producción de concreto, lo que lo convierte en una opción económica para proyectos de construcción Martínez et al., (2021). Según un estudio realizado en Brasil, la mezcla de concreto con materiales reciclados ha demostrado una eficiencia comparable con el concreto

tradicional, pero con una reducción significativa en el costo de los materiales de construcción Oliva y Ramírez (2021).

2.2.2.2. Tipos de Materiales Reciclados Utilizados

Entre los materiales reciclados más utilizados en la fabricación de concreto, se encuentran los agregados reciclados de concreto, los cuales son derivados de la demolición de estructuras de concreto previamente utilizadas, y los metales reciclados provenientes de desechos industriales González et al., (2021). Estos materiales pueden ser triturados y reutilizados como parte de la mezcla de concreto, lo que reduce el impacto ambiental asociado a la extracción de materiales vírgenes.

El polietileno reciclado, por otro lado, se está utilizando de manera creciente en la construcción de concreto. Aunque este material no se encuentra tan comúnmente como agregado, su uso ha sido probado en la mejora de la impermeabilidad y resistencia a los impactos del concreto. En este sentido, el polietileno reciclado también contribuye a la reducción de los residuos plásticos en el medio ambiente Córdoba et al., (2020).

2.2.2.3. Consideraciones Técnicas y Desafíos

El principal desafío en la incorporación de materiales reciclados en concreto es garantizar que estos materiales no afecten negativamente las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto. Según Martínez et al. (2021), los agregados reciclados pueden afectar la adherencia entre el cemento y los agregados, lo que podría resultar en una reducción en la resistencia a la compresión del concreto. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que, con un diseño adecuado de la mezcla y el tratamiento previo de los materiales reciclados, es posible obtener un concreto con propiedades mecánicas satisfactorias y una excelente durabilidad (Gómez y Torres, 2020).

Además, se debe tener en cuenta que el uso de materiales reciclados debe cumplir con las normativas y estándares internacionales para asegurar que la calidad del

concreto no se vea comprometida. En América Latina, los avances en la investigación y las normativas locales están permitiendo que el uso de materiales reciclados en concreto sea cada vez más viable y aceptado, especialmente en países como México, Brasil y Chile Sánchez et al., (2022).

2.2.2.4. Futuro del Concreto Reciclado

El futuro del concreto reciclado es prometedor, ya que las tendencias actuales en sostenibilidad y la gestión eficiente de residuos apuntan a un mayor uso de materiales reciclados en la construcción. Investigaciones recientes en Latinoamérica, como las realizadas por Oliva y Ramírez (2021), sugieren que el uso de plásticos reciclados en concreto no solo es una opción viable, sino que también representa una solución clave para el problema global de la contaminación plástica. Además, el constante desarrollo de nuevas tecnologías de reciclaje y la mejora en los procesos de tratamiento de los materiales reciclados auguran un aumento en la adopción de estos materiales en la industria de la construcción.

2.2.3 Propiedades Científicas y técnicas evaluadas

La evaluación de las propiedades científicas y técnicas del concreto reciclado es esencial para determinar su viabilidad en proyectos de construcción.

2.2.3.1. Asentamiento y Trabajabilidad

El asentamiento slump es una medida estándar que evalúa la trabajabilidad de la mezcla de concreto fresco. Esta propiedad es fundamental, ya que determina la habilidad de mezcla puede manipulada, transportada, y puesta en la obra González et al., (2021). La trabajabilidad es especialmente crítica en proyectos de gran escala, donde la eficiencia de la colocación del concreto puede influir en el tiempo total de ejecución.

La incorporación de materiales reciclados en la mezcla de concreto, como metales y plásticos, puede afectar negativamente la trabajabilidad de la mezcla. Según

Sánchez y Ramírez (2020), el uso de partículas metálicas recicladas en la mezcla tiende a reducir la trabajabilidad debido a su forma rugosa y filamentosidad, lo que dificulta la compactación y la homogeneización de la mezcla. Por otro lado, el polietileno reciclado, aunque mejora algunas propiedades mecánicas, también puede alterar la fluidez del concreto si se utiliza en proporciones elevadas Gómez y Torres (2020).

Es fundamental ajustar las proporciones de materiales reciclados en la mezcla para minimizar los efectos negativos sobre la trabajabilidad, sin liar los peculios mecánicos del concreto Martínez et al., (2021).

2.2.3.2. Resistencia a la Compresión

Al evaluar la resistencia del hormigón, este es un factor importante a considerar. Esta cualidad es esencial para la seguridad y longevidad de la construcción, ya que determina su resistencia a las presiones de compresión. Cervantes et al., (2022).

Cuando se incorporan materiales reciclados metálicos en la mezcla, se ha observado que la resistencia a la compresión puede disminuir, debido a las discontinuidades generadas por las partículas metálicas, que no siempre se adhieren de manera eficiente al cemento. Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que, al tratar adecuadamente los materiales reciclados y controlar las proporciones en la mezcla, es posible obtener un concreto con una resistencia a la compresión comparable con el concreto convencional Oliva y Morales (2021).

En el caso del polietileno reciclado, su incorporación ha demostrado mejorar ligeramente la resistencia a la compresión, ya que este material contribuye a la cohesión interna del concreto y a la reducción de la formación de microfisuras González et al., (2021). Según un estudio en Brasil, el uso de polietileno reciclado, en cantidades controladas, puede incrementar la resistencia del concreto a largo plazo, gracias a su capacidad para reducir la permeabilidad y mejorar la cohesión Hernández et al., (2022).

2.2.3.3. Permeabilidad

La permeabilidad del concreto es una propiedad crucial, especialmente en aplicaciones que requieren un control eficiente de las aguas pluviales o en estructuras expuestas a ambientes húmedos. La capacidad de un concreto permeable para permitir el paso del agua es esencial para garantizar su funcionalidad a lo largo del tiempo Sánchez et al., (2020).

El coeficiente de permeabilidad mide esta propiedad, y debe mantenerse dentro de rangos específicos para asegurar que el concreto siga siendo funcional y resistente durante su vida útil. El uso de materiales reciclados, como los metales y el polietileno, puede influir en la permeabilidad del concreto. Según un estudio realizado en Perú, la adición de partículas metálicas recicladas en pequeñas cantidades puede aumentar ligeramente la permeabilidad del concreto, ya que las discontinuidades en la estructura del material permiten que el agua fluya a través de él con mayor facilidad Salazar y Rodríguez (2020).

Por otro lado, el polietileno reciclado ha demostrado mejorar la impermeabilidad del concreto, reduciendo la penetración de agua y aumentando la durabilidad del material en condiciones adversas. Las investigaciones de González et al. (2021) muestran que el polietileno reciclado ayuda a mantener la permeabilidad dentro de los rangos deseados, sin comprometer la estructura general del concreto.

2.2.4 Contexto de la Provincia de Carabaya

La provincia de Carabaya, ubicada en el sur de Perú, presenta condiciones climáticas y geográficas únicas que requieren soluciones innovadoras y eficientes para el manejo del agua. Esta región se caracteriza por un clima variado, que incluye períodos de lluvias intensas y sequías prolongadas. Debido a su topografía montañosa y su cercanía con las cuencas hidrográficas, la provincia enfrenta desafíos en cuanto a la gestión del agua, especialmente durante la temporada de lluvias, cuando se generan fuertes escorrentías superficiales que pueden provocar inundaciones y afectaciones a las infraestructuras González et al., (2021).

2.2.4.1. Condiciones Climáticas y Geográficas

Carabaya se encuentra en la región andina de Perú, lo que implica que las precipitaciones, aunque intensas, no son constantes a lo largo del año. Durante la temporada de lluvias, la acumulación de agua en áreas urbanas y rurales puede causar desbordamientos y deslizamientos de tierra, lo que demanda soluciones eficaces para la infiltración del agua de lluvia. Las características geográficas de la región, que incluyen valles y montañas, requieren pavimentos que permitan la correcta infiltración de las aguas pluviales, evitando la saturación de los sistemas de drenaje convencionales Salazar y Rodríguez, (2020).

El concreto permeable, con sus propiedades de alta permeabilidad hidráulica, emerge como una solución ideal para este tipo de desafíos. Este material permite que el agua de lluvia se infiltre rápidamente en el suelo, reduciendo las escorrentías y contribuyendo a la recarga de acuíferos. En Carabaya, la implementación de concreto permeable sería particularmente beneficiosa para las áreas urbanas de la provincia, donde el crecimiento poblacional ha aumentado la demanda de soluciones sostenibles en infraestructura urbana Martínez et al., (2022).

2.2.4.2. Economía Circular y Uso de Materiales Reciclados

El uso de concreto permeable en Carabaya no solo respondería a la necesidad de controlar las aguas pluviales, sino que también se alinea con las estrategias globales de economía circular y reducción de residuos. Es una métrica importante para evaluar la resistencia del hormigón. Importante para la seguridad y longevidad de los edificios, esta cualidad indica la resistencia del hormigón a las tensiones de compresión.. Gómez y Torres (2020).

Oliva y Morales (2021). En Carabaya, esta práctica podría promoverse en colaboración con las autoridades locales y las empresas de construcción, lo que permitiría a la región avanzar hacia una mayor sostenibilidad en sus infraestructuras y contribuir al bienestar ambiental y económico a largo plazo Cervantes et al., (2022).

2.2.4.3. Desafíos y Oportunidades

A pesar de los beneficios, la implementación de concreto permeable en Carabaya enfrenta ciertos desafíos. La falta de infraestructura adecuada para el manejo y tratamiento de materiales reciclados en la región podría dificultar la adopción generalizada de esta tecnología. Sin embargo, las oportunidades son claras: el uso de concreto permeable con materiales reciclados puede mejorar la resiliencia de las infraestructuras frente a los efectos del cambio climático, al tiempo que promueve el desarrollo de una economía más circular y consciente del medio ambiente Sánchez et al., (2022).

2.2.5 Bases normativas y estudios previos

El diseño y la evaluación del concreto permeable están regulados por diversas normativas internacionales que establecen los parámetros necesarios para asegurar la calidad, durabilidad y rendimiento del material. En particular, la norma ACI 522R-10 ofrece directrices detalladas sobre la mezcla, la estructura y las pruebas necesarias para evaluar el concreto permeable en diversas condiciones (American Concrete Institute, 2010). Estas normas son esenciales para garantizar que el concreto permeable cumpla con los estándares de resistencia, permeabilidad e impacto ambiental establecidos para su uso en pavimentos y otras aplicaciones.

2.2.5.1. Normativas Internacionales

La norma establece directrices para los requisitos técnicos de la mezcla, la granulometría de los agregados, la resistencia mínima a la compresión y los valores de permeabilidad necesarios para que el concreto pueda cumplir su función en la infiltración de aguas pluviales y el soporte de tráfico liviano. En este sentido, la ACI 522R-10 especifica que el concreto permeable debe tener una permeabilidad mínima de 0.01 cm/s

y una resistencia a la compresión que sea adecuada para soportar las cargas de tráfico para el cual está destinado (American Concrete Institute, 2010).

Además de la ACI 522R-10, diversas normativas locales y regionales están adaptando estos lineamientos a las realidades climáticas y geográficas de las distintas zonas. En América Latina, los avances normativos en torno al concreto permeable son cada vez más comunes, y se están alineando con prácticas internacionales para asegurar su eficiencia en el manejo de aguas pluviales y su aplicación en la construcción sostenible González et al., (2021).

2.2.5.2. Investigaciones en Perú

En el contexto de Perú, varios estudios recientes han demostrado la viabilidad de incorporar materiales reciclados en la mezcla de concreto permeable para mantener las propiedades mecánicas y hidráulicas necesarias para pavimentos de tráfico liviano. Según un estudio realizado por Martínez et al. (2021), el uso de agregados reciclados de concreto y plásticos reciclados, como el polietileno, ha mostrado resultados positivos en términos de resistencia a la compresión y permeabilidad. Estos estudios evidencian que, con el diseño adecuado de la mezcla, es posible obtener un concreto permeable. construcción Gómez y Torres (2020).

Investigaciones recientes en la región andina, especialmente en áreas con alto índice de precipitación, como los Andes centrales de Perú, han resaltado la eficacia del concreto permeable para la infiltración de aguas pluviales. Estos estudios indican que, además de sus propiedades de drenaje, el concreto permeable con materiales reciclados también puede contribuir a la reducción de los deslizamientos de tierra y las inundaciones urbanas, fenómenos comunes en muchas zonas de Perú debido a las lluvias intensas y a la falta de sistemas de drenaje adecuados Salazar y Rodríguez (2020).

2.3 Marco conceptual

- a) **Concreto permeable.** - El concreto permeable es un tipo especial de concreto que se fabrica con cemento, agua y agregado grueso, pero con poco o nada de agregado fino. Gracias a esta mezcla, el material endurecido tiene muchos poros conectados que permiten que el agua y el aire pasen fácilmente a través de él. Esto ayuda a disminuir la escorrentía superficial y favorece la recarga de aguas subterráneas.
- b) **Material reciclado.** - Se refiere a los residuos o desechos que se reintegran en la fabricación de nuevos materiales para evitar desperdicios y contribuir al cuidado ambiental. En el concreto, puede tratarse de restos metálicos o plásticos que, adecuadamente preparados y dosificados, se incorporan a la mezcla para mejorar ciertas propiedades o darles un uso funcional sin perder calidad estructural.
- c) **Metales reciclados.** - Son partículas o fragmentos de materiales metálicos obtenidos de residuos industriales o de construcción que se reutilizan como adición en el concreto. Su inclusión modifica la mezcla porque tienen características como densidad y textura particulares, las cuales afectan la trabajabilidad y la resistencia del concreto.
- d) **Polietileno.** - Es un tipo de plástico que se obtiene de procesos industriales, comúnmente derivado de productos de polietileno como bolsas o envases, clasificado como polietileno de baja densidad. Cuando se añade en pequeñas cantidades al concreto, puede mejorar la cohesión de la mezcla y ayudar a reducir fisuras internas, contribuyendo a mantener o mejorar la resistencia del material final.
- e) **Resistencia a la compresión.** - Es una propiedad fundamental del concreto que indica cuánto peso o carga puede soportar antes de romperse o deformarse. Evaluar esta resistencia permite garantizar que el concreto cumpla con los requerimientos estructurales para su uso en pavimentos y otras aplicaciones.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación

Según Hernández et al. (2019), el estudio cuantitativo se lleva a cabo mediante herramientas estadísticas que permiten verificar la validez de las hipótesis planteadas en el estudio. Además, permite realizar estudios que son replicables y objetivamente verificables, lo que aumenta la fiabilidad y la validez externa de los resultados.

La presente investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, debido a que se basa en la obtención y análisis de datos medibles y precisos que permiten evaluar cuantitativamente el impacto de materiales reciclados en las características del concreto permeable, logrando así una evaluación objetiva y reproducible.

3.2 Tipo de la investigación

Según Hernández et al. (2019), la investigación aplicada indaga solucionar problemas prácticos en el contexto del mundo real. Esta modalidad se diferencia de la investigación básica, ya que sus resultados tienen una aplicación inmediata en mejora de técnicas o en toma de laudos. La investigación aplicada permite que los resultados sean utilizados para abordar necesidades específicas en diversos campos, como la salud, la educación y la política pública.

Se clasifica como investigación aplicada, pues su finalidad es generar conocimiento con aplicación directa en la ingeniería civil, especialmente en el diseño y optimización de concreto permeable incorporando materiales reciclados para mejorar la sostenibilidad y desempeño de pavimentos urbanos en la provincia de Carabaya.

3.3 Nivel de la Investigación

Según Hernández et al. (2019). tiene como propósito entender las causas de un fenómeno observando la relación entre las variables. Este nivel va más allá de la simple descripción y busca explicar los "porqués" de los hechos observados, identificando relaciones de causa-efecto.

El nivel explicativo corresponde a la necesidad de establecer relaciones causales y entender el efecto de variables independientes (material reciclado) sobre variables dependientes específicas (asentamiento, resistencia, permeabilidad), brindando una comprensión profunda de los fenómenos observados.

3.4 Diseño de la Investigación

Según Hernández et al. (2019). el diseño experimental es un enfoque donde el investigador utiliza configuraciones controladas para alterar una o más variables independientes y luego observa cómo esos cambios impactan en las variables dependientes. Este diseño permite establecer relaciones causales entre variables y es particularmente útil cuando se busca probar una hipótesis de manera rigurosa y precisa.

Se establece un diseño experimental de tipo comparativo, donde se desarrollan y evalúan varias mezclas de concreto permeable bajo condiciones controladas. Se incluye una mezcla control sin materiales reciclados como referencia, y distintas mezclas con variación en porcentaje de aditivos para analizar el efecto individual y combinado de los materiales reciclados en las propiedades del concreto.

3.5 Método de la Investigación

Según Hernández et al. (2019). define el método científico como un enfoque estructurado que sigue una secuencia lógica y sistemática para obtener conocimiento. Este proceso comienza con la observación de un fenómeno, la formulación de hipótesis, la recopilación de datos mediante técnicas específicas, la experimentación y finalmente la interpretación de los resultados. El método científico es fundamental porque asegura que el conocimiento generado sea empírico, replicable y verificable.

El método científico experimental es utilizado para estructurar y sistematizar el proceso de evaluación. Este método implica la manipulación intencionada de la composición de las mezclas y la observación estructurada de los cambios en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, asegurando que los hallazgos sean válidos y confiables.

3.6 Población y Muestra

3.6.1 Población

Según Hernández (2018, p. 165), "La población es el conjunto completo de elementos, personas, animales, objetos o eventos, que poseen alguna característica común y que son el foco de una investigación científica.

La población está constituida por los concretos permeables tradicionales y los concretos permeables modificados con la incorporación de materiales de desechos de metales y polietileno.

3.6.2 Muestra

Según Hernández (2018, p. 165). La muestra es un subconjunto representativo de la población, cuidadosamente elegido para reflejar las características del total.

La muestra de la presente investigación está conformada por ocho grupos experimentales de concreto permeable, cada uno con 15 briquetas, lo que representa un

total de 120 briquetas, es decir consiste en un conjunto de probetas fabricadas siguiendo la formulación estándar (control) y mezclas experimentales con adición progresiva de material reciclado de metales en proporciones de 0.2%, 0.4% y 0.6%, y polietileno en 0.5%, 1.5% y 2.0%, se prepararon al menos tres especímenes de cada tipo para garantizar la calidad y representatividad de los resultados.

Tabla 2*Muestras a elaborarse*

Descripción	Cantidad	Días de ensayo
Concreto patrón	15 briquetas	7, 14 y 28 días
CP + 0.2% MRM		
CP + 0.4% MRM		
CP + 0.6% MRM		
CP + 0.5% Polietileno		
CP + 1.5% Polietileno		
CP + 2.0% Polietileno		

Nota. CP (Concreto Permeable), MRM (Material Reciclado de Metales.)

3.7 Técnicas e instrumentos.

3.7.1 Técnicas.

Dosificación detallada de materiales: Se implementan métodos estandarizados como ACI 522R-10, con adaptaciones específicas para la dosificación de concretos permeables. Estos métodos permiten controlar la proporción de los materiales en la mezcla, lo que garantiza una distribución homogénea de los componentes y la calidad del concreto, minimizando la variabilidad en el producto final. La dosificación sigue un protocolo estricto para asegurar que la mezcla cumple con las especificaciones de resistencia, durabilidad y permeabilidad requeridas.

Preparación y moldeado de probetas: Las probetas son elaboradas bajo condiciones estándar siguiendo los lineamientos del ACI, con un control preciso de la humedad y temperatura durante el proceso de curado. Estas probetas se someten a un proceso controlado en cámara húmeda, lo que asegura la uniformidad en los resultados

de los ensayos mecánicos y de permeabilidad. Además, se realiza un seguimiento exhaustivo de las condiciones de curado, asegurando la calidad y la integridad de las muestras para los ensayos posteriores.

Aplicación de ensayos físicos y mecánicos: Se realizan ensayos de asentamiento slump (ASTM C143), que evalúan la trabajabilidad de la mezcla de concreto, así como ensayos de resistencia a compresión (ASTM C39), que permiten determinar la capacidad estructural del concreto. Para evaluar la permeabilidad del concreto, se emplean los métodos normalizados en ASTM C1701, que consisten en el análisis de la capacidad de filtración bajo condiciones controladas. Estos ensayos permiten conocer el comportamiento del concreto permeable frente a distintos tipos de carga y condiciones ambientales.

Registro metódico y sistemático de procesos: Se documenta cada etapa del proceso experimental, desde la dosificación hasta la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Este registro detallado permite asegurar la trazabilidad de los resultados, facilitando la verificación de los procedimientos y la replicabilidad del estudio. La trazabilidad es crucial para la validación de los resultados obtenidos, garantizando que cualquier variación en los resultados pueda ser atribuida a cambios específicos en las condiciones experimentales.

3.7.2 Instrumentos.

Balanza analítica de alta precisión: Este equipo se utiliza para la medición exacta de los materiales de la mezcla, garantizando que las cantidades de cada componente sean exactas y consistentes con las especificaciones requeridas por los métodos de dosificación. Las balanzas deben tener una alta precisión (al menos 0.001 g) para asegurar que las variaciones en la mezcla sean mínimas.

Cono de Abrams y varilla compactadora: El cono de Abrams se utiliza en el ensayo de asentamiento slump, mientras que la varilla compactadora permite realizar el proceso de compactación en el ensayo de trabajabilidad. Ambos instrumentos son

esenciales para evaluar la consistencia de la mezcla y determinar si cumple con los requisitos de fluidez y cohesión necesarios para el proceso de moldeado.

Prensa hidráulica o máquina universal: Estos instrumentos son esenciales para realizar los ensayos de resistencia a compresión (ASTM C39). La prensa hidráulica permite aplicar cargas de compresión de manera controlada y medir la resistencia del concreto bajo condiciones de esfuerzo uniaxial. Por su parte, la máquina universal también puede ser utilizada para otros ensayos mecánicos que requieren cargas de tracción o flexión, proporcionando datos completos sobre la resistencia del material.

Equipos específicos para medición de permeabilidad: La medición de la permeabilidad del concreto se realiza con cámaras de permeabilidad y medidores de flujo que permiten determinar la capacidad de los poros del concreto para permitir el paso de agua o líquidos. Estos equipos son fundamentales en el análisis de la durabilidad del concreto, especialmente en ambientes agresivos, donde la impermeabilidad es un factor crítico para garantizar la longevidad del material.

3.8 Procedimiento para la recolección de datos

3.8.1 *Obtención del material reciclado de metales*

Tratamiento:

Los residuos metálicos utilizados como material reciclado se obtuvieron de locales de industrias metálicas del distrito de Macusani, donde los desechos de corte de aceros y secciones de metal, ofrece materiales finos como el aserrín acero, los cuales se recolectaron, mismos que posteriormente fueron sometidos a un proceso riguroso de limpieza para eliminar impurezas como polvo, aceite, óxido o residuos de recubrimientos. Posteriormente, se realiza un proceso de trituración para obtener fragmentos con granulometría controlada (2 mm a 3 mm), optimizando su tamaño para favorecer la homogeneidad en la mezcla. Antes de la incorporación, se verifica que las partículas tengan características compatibles, evitando reacciones químicas indeseadas.

Incorporación:

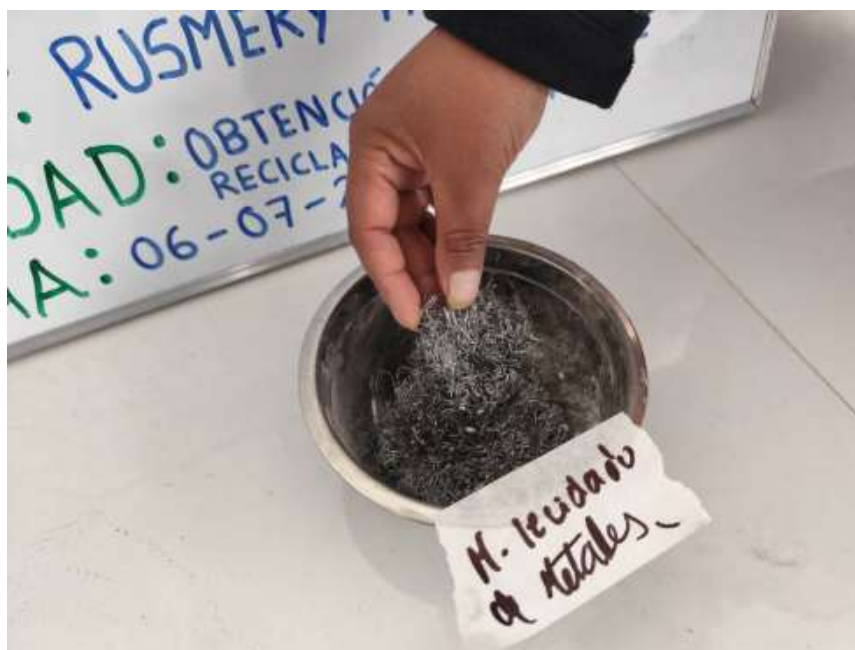
El material metálico reciclado se dosifica en porcentajes controlados (0.2%, 0.4%, 0.6% sobre el peso del cemento) y se agrega de forma directa al agregado grueso durante el mezclado. El mezclado debe ser homogéneo para evitar concentración irregular de partículas y permitir la cohesión adecuada entre componentes.

Aplicación:

Este material contribuye a mejorar la resistencia mecánica y la capacidad de retención de contaminantes metálicos en soluciones de agua de escorrentía, haciéndolo ideal para pavimentos permeables en zonas urbanas con alta contaminación vehicular. Su uso promueve la economía circular mediante la reutilización efectiva de residuos industriales.

Figura 1

Presentación de material reciclado de metales

**3.8.2 Obtención del polietileno****Tratamiento:**

El polietileno se consiguió por compra, el precio promedio del polietileno de baja densidad es de 21 soles por cada kg., mismo que se obtuvo por cotización del material

en ferreterías del distrito de Macusani. Luego de adquirir el material, se secó completamente para evitar la presencia de humedad que pueda afectar la mezcla de concreto. El material presento una granulometría homogénea de 2 mm a 3 mm, el cual facilito su dispersión homogénea sobre la mezcla de concreto permeable.

Incorporación:

El polietileno de baja densidad se incorpora al concreto permeable en proporciones específicas (0.5%, 1.5%, 2.0% respecto al peso del cemento) durante la fase de mezclado, agregándose junto con los agregados naturales y el cemento. Se debe controlar cuidadosamente la cantidad de agua de mezcla debido a la posible absorción o rechazo hídrico del polietileno.

Aplicación:

La inclusión del polietileno de baja densidad mejora la cohesión interna del concreto, reduce fisuras y puede aumentar la durabilidad, manteniendo las propiedades de permeabilidad. Es una solución sostenible y eficiente, ya que el polietileno se puede obtener de orígenes reciclados por medio de plásticos reciclados, mismos que se pueden emplear en estructuras permeables.

Figura 2

Presentación de polietileno



3.8.3 Obtención de agregados

La cantera de río Salviani se localiza en distrito de Ajoyani, provincia de Carabaya, departamento de Puno. Está situada en la carretera 34B, a 14.20 km del lugar de Ajoyani. Sus coordenadas geográficas son: latitud -14.2437865 y longitud -14.2437865 . El acceso principal a la cantera es mediante una trocha carrozable de 3.40 km de extensión. El material predominante extraído de la cantera corresponde a agregado de río, que incluye cantos rodados, arenas y limos aptos para obras civiles y de construcción.

Figura 3

Cantera río Salviani



Nota. Ubicación de cantera de río Salviani. Tomada de *GoogleMaps*.

Fase 1: Preparación y Caracterización de Materiales Reciclados

- 1. Recolección de Materiales:** Se seleccionaron materiales reciclados, principalmente metales y polietileno, obtenidos de fuentes locales confiables. Los materiales fueron recolectados con el fin de asegurar su calidad y compatibilidad.
- 2. Limpieza y Secado:** Los materiales fueron sometidos a un proceso de limpieza para eliminar polvo, tierra y residuos orgánicos. Posteriormente, se realizó el secado a

temperatura ambiente por un periodo de 24 horas, garantizando que no se retuviera humedad residual que pudiera alterar las propiedades de la mezcla.

- 3. Clasificación Granulométrica:** Los materiales fueron clasificados mediante un proceso manual de tamizado, utilizando mallas adecuadas para obtener partículas homogéneas. Durante este proceso, se realizaron inspecciones visuales para detectar impurezas, y se documentaron las condiciones iniciales de los materiales con registros fotográficos.

Fase 2: Dosificación y Mezcla de Concreto Permeable

- 1. Determinación de Proporciones:** Se calculó la dosificación de los componentes principales (cemento, agregados, agua) y los materiales reciclados, basándose en el método volumétrico y la normativa ACI 522R-10 adaptada a las condiciones locales.
- 2. Preparación de la Mezcla:** La mezcla se realizó manualmente en recipientes adecuados, incorporando los materiales reciclados en porcentajes predeterminados (0.2%, 0.4%, 0.6% para metales y 0.5%, 1.5%, 2.0% para polietileno). Se observó la trabajabilidad de la mezcla, ajustando la consistencia para obtener una mezcla homogénea.

Fase 3: Moldeo y Curado de Probetas

- 1. Moldeo de Probetas:** El concreto fresco se vertió en moldes cilíndricos y prismáticos normalizados. Se utilizó el proceso tradicional de compactación por varillado, asegurando la densidad adecuada de cada capa para evitar burbujas de aire.
- 2. Curado:** Las probetas fueron almacenadas en una cámara húmeda, manteniendo una temperatura ambiente constante y humedad relativa elevada. Se reponía el agua diariamente para evitar desecación prematura, garantizando condiciones óptimas de curado.
- 3. Identificación y Rotulación:** Cada probeta fue identificada y etiquetada de forma individual, permitiendo su rastreo a lo largo del proceso de curado y evaluación.

Fase 4: Evaluación Experimental de Propiedades

1. **Ensayos de asentamiento:** Se midió el asentamiento de la mezcla con el cono de Abrams, evaluando la trabajabilidad y cohesión del concreto en función de su capacidad de retención de agua.
2. **Resistencia a la compresión:** La resistencia a la compresión fue determinada utilizando una prensa hidráulica. Se evaluaron las probetas a los 7, 14 y 28 días de curado, registrando el comportamiento de las muestras durante el proceso de ruptura.
3. **Evaluación de permeabilidad:** La permeabilidad se determinó mediante un método gravimétrico, midiendo el volumen de agua que atravesaba las probetas a lo largo de un periodo determinado. Este ensayo proporcionó datos sobre la capacidad del concreto permeable para permitir el paso del agua.

Fase 5: Registro y Análisis de Datos

1. **Registro de datos experimentales:** Todos los datos obtenidos durante los ensayos fueron registrados en cuadernos de laboratorio y transcritos a hojas de cálculo, siguiendo un formato estandarizado que permitiera su comparación y análisis.
2. **Elaboración de tablas y gráficos:** Se construyeron tablas comparativas y gráficos descriptivos para representar la evolución de las propiedades del concreto en función del tiempo y de los diferentes porcentajes de materiales reciclados utilizados.
3. **Análisis de resultados:** Los resultados fueron analizados visualmente y de manera descriptiva, permitiendo observar las tendencias en las propiedades del concreto permeable y su relación con la incorporación de materiales reciclados.

3.9 Procesamiento datos

Las tablas organizarán la información experimental de forma clara, y los gráficos permitirán visualizar resultados y tendencias. Se utilizarán ensayos rigurosos con métodos probados para garantizar la precisión y confiabilidad de los datos. El proceso experimental se basará en hipótesis concretas y métodos estandarizados bajo condiciones controladas para asegurar resultados reproducibles.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados.

Zarandeo del material:

Tabla 3

Gradación de agregados gruesos

Nº	Peso R.	%Ret.	%Ret. A.	% Pasa	Especif.
3/4"					
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
3/8"	1283.00	36.66	36.66	63.34	85 - 100 %
1/4"					
No4	2216.00	63.31	99.97	0.03	10 - 30 %
BASE	1.00	0.20	100.2	-0.2	
TOTAL	3500.00	100.00			
% PÉRDIDA	0.03				

Según tamices ASTM, mostrando el peso retenido, los porcentajes retenidos (parcial y acumulado), y el porcentaje que pasa por cada tamiz. La mayor retención se observa en los tamices de 3/8" y No4, con pesos de 1283.00 g y 2216.00 g, respectivamente. En el tamiz No4, el 99.97% del material queda retenido, dejando un 0.03% que pasa. Las especificaciones de paso son del 85-100% para 3/8" y del 10-30% para No4. La pérdida total es del 0.03%.

Figura 4

Curva granulométrica del agregado grueso

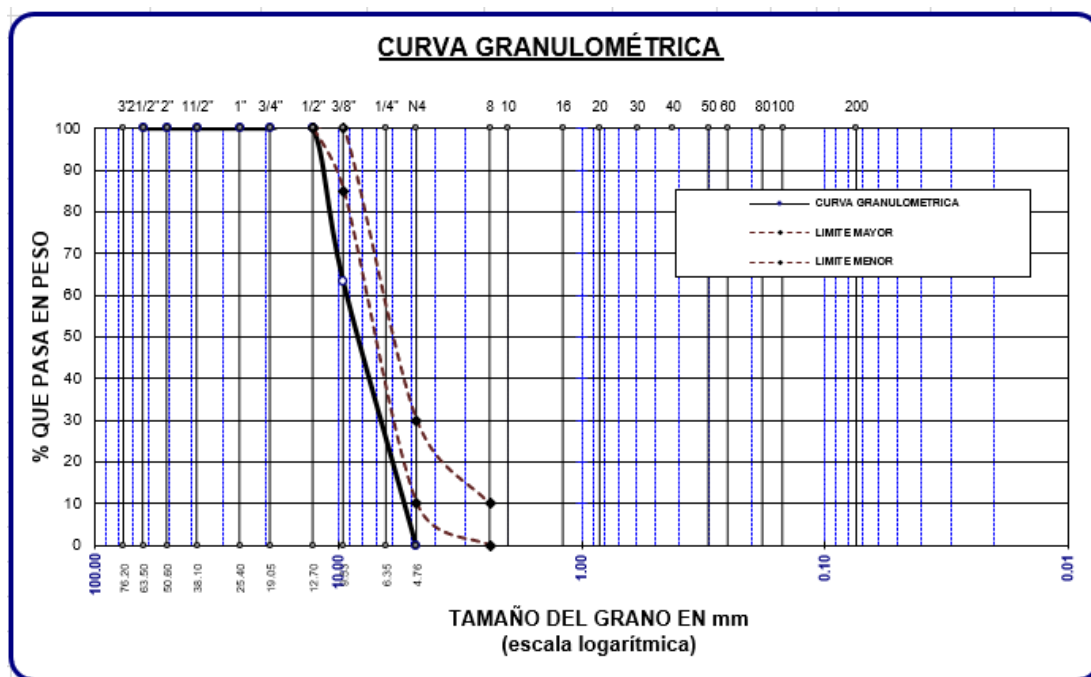


Tabla 4

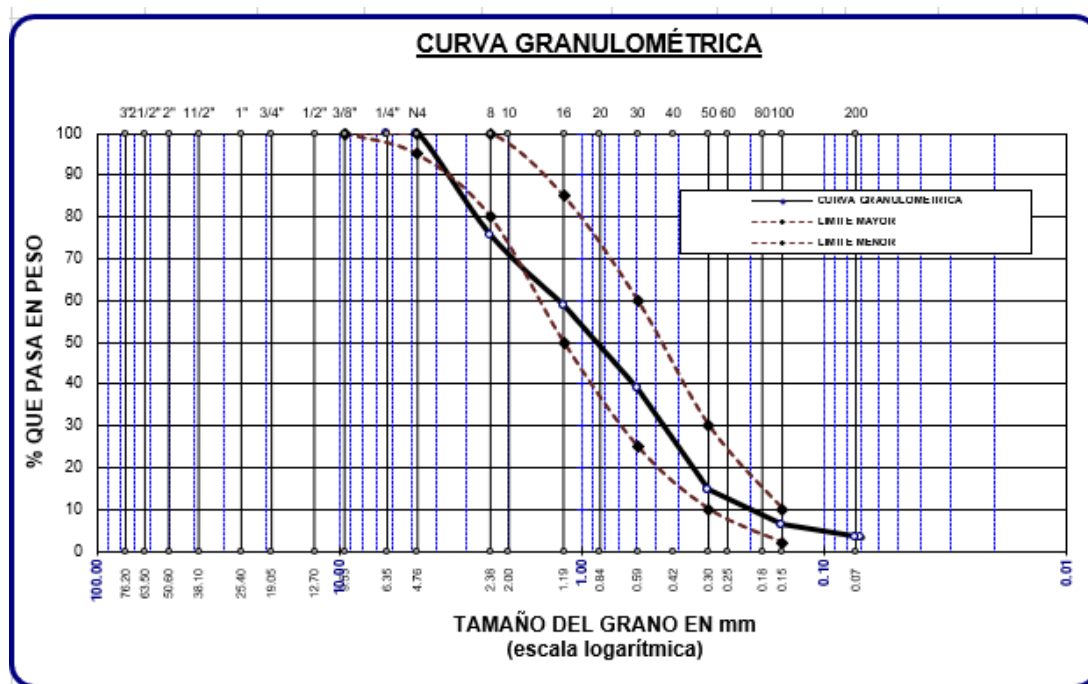
Gradación de agregados gruesos finos

Nº	Peso R.	%Ret.	%Ret. A.	% Pasa	Especif.
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
1/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %
No8	122.36	24.47	24.47	75.53	80 - 100 %
No16	83.62	16.72	41.20	58.80	50 - 85 %
No30	99.74	19.95	61.14	38.86	25 - 60 %
No 50	121.22	24.24	85.39	14.61	10 - 30 %
No100	41.62	8.32	93.71	6.29	2-10%
No200	15.65	3.13	96.84	3.16	
BASE	15.79	3.16	100	0.00	
TOTAL	500.00	100.00			
% PÉRDIDA	3.16				

La tabla muestra el análisis granulométrico del agregado fino. Los tamices principales son No8 (24.47% retenido, 75.53% pasa) y No50 (24.24% retenido, 14.61% pasa). El tamiz No200 tiene un 3.16% de material pasando y una pérdida total del 3.16%.

Figura 5

Curva granulométrica del agregado fino



% DE HUMEDAD:

Tabla 5

Contenido de humedad de los agregados

DESCRIP.	M.F.	M.G.
P. muestra húmeda + tara	512.32	637.68
P. muestra seca + tara	481.36	618.62
P. de tara	44.25	45.63
P. muestra húmeda	468.07	592.05
P. muestra seco	437.11	572.99
P. del agua	30.96	19.06
% humedad	7.08	3.33

El agregado fino tiene un 7.08% de humedad y el agregado grueso un 3.33%. Los pesos de las muestras húmedas son 468.07 g (fino) y 592.05 g (grueso), y los pesos secos son 437.11 g (fino) y 572.99 g (grueso).

PESO ESPECÍFICO DE AGREGADOS

(A. FINO)

❖ **Peso específico:**

$$Pe = 2.64 \text{ gr/cm}^3$$

❖ **Absorción método picnómetro:**

$$Abs = 3.88\%$$

(A. GRUESO)

❖ **Peso específico:**

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

❖ **Absorción método picnómetro:**

$$Abs = 2.27\%$$

P. UNITARIOS SUELTOS:**Tabla 6***Peso unitario suelto.*

Material	P.U.S.
Agregado fino	1.616 gr/cm ³
Agregado grueso	1.508 gr/cm ³

Se observa que el agregado fino tiene P.U.S. de 1.616 gr/cm³, mientras que el material grueso alcanza un P.U.S. de 1.508 gr/cm³.

P. UNITARIOS VARILLADO:**Tabla 7***Peso unitario Compactado.*

Material	P.U.V.
Agregado fino	1.746 gr/cm ³
Agregado grueso	1.656 gr/cm ³

El agregado fino tiene un P.U.V. de 1.746 gr/cm³, mientras que el material grueso alcanza 1.656 gr/cm³.

DOSIFICACIÓN SEGÚN DISEÑO DE MEZCLAS ACI-522R-10 para 175 kg/cm²**Tabla 8***Características de los agregados*

Propiedades	Ag. grueso	Ag. fino
P.e SSS	2.55	2.64
P.U.C.	1656	1746
P.U.S.	1508	1616
% Absorción	2.27	3.88
% Humedad	3.33	7.08
Módulo de Fineza	-	3.06

Los pesos específicos saturados superficialmente secos son 2.55 y 2.64. Los pesos unitarios varillados son 1656 gr/cm³ (grueso) y 1746 gr/cm³ (fino), mientras que los pesos unitarios sueltos son 1508 gr/cm³ (grueso) y 1616 gr/cm³ (fino). Los porcentajes de absorción son 2.27% y 3.88%, y los porcentajes de humedad natural son 3.33% y 7.08%, respectivamente. El módulo de fineza es 3.33 para el grueso y 3.06 para el fino.

Tabla 9*Diseño de mezclas para un concreto permeable de 175 kg/cm²*

Agregado	Peso Seco (kg/m ³)	Proporción en Volumen	Peso Húmedo (kg/m ³)
Cemento	371.950	1.000	371.95
Agua	142.690	0.384	98.70
Ag. Grueso	1337.980	3.597	1402.94
Ag. Fino	68.360	0.184	69.42
Aire	18.0 %	-	18.0%

Siguiendo el plan de mezcla, el cemento tiene una dosificación en seco de 371,950 kg, con dosificación de agua de 142,690 kg. Las dosificaciones del agregado grueso son de 1337,98 kg, la dosificación para el agregado fino es de 68.36 kg cuando se aplica en húmedo, la dosificación en seco contiene un 18,0 % de aire, mientras que la dosificación.

Tabla 10

Cantidad de material reciclado de metales según peso del cemento

Materiales	(Patrón)	(0.20%)	(0.40%)	(0.60%)
Cemento (Kg)	371.950	371.950	371.950	371.950
Agua (Litros)	142.690	142.690	142.690	142.690
A. Grueso (Kg)	1337.980	1337.980	1337.980	1337.980
A. Fino (Kg)	68.360	68.360	68.360	68.360
Material reciclado de metales (Kg)	0.00	0.7439	1.7878	2.2317

Para el cemento, la dosificación es constante en 371.950 kg. El agua también se mantiene constante en 142.690 litros. Los agregados grueso y fino tienen dosificaciones constantes de 1337.980 kg y 68.360 kg, respectivamente. El material reciclado de metales se añade en diferentes proporciones: 0.7439 kg para el 0.20%, 1.7878 kg para el 0.40% y 2.2317 kg para el 0.60%.

Tabla 11

Cantidad de polietileno según peso del cemento

Materiales	(Patrón)	(0.5%)	(1.5%)	(2.0%)
Cemento (Kg)	371.950	371.950	371.950	371.950
Agua (Litros)	142.690	142.690	142.690	142.690
A. Grueso (Kg)	1337.980	1337.980	1337.980	1337.980
A. Fino (Kg)	68.360	68.360	68.360	68.360
Polietileno (Kg)	0.00	1.8596	5.5793	7.439

Los materiales básicos, como el cemento (371.950 kg), el agua (142.690 litros), el agregado grueso (1337.980 kg) y el agregado fino (68.360 kg), se mantienen constantes. El polietileno se añade en tres diferentes porcentajes: 1.8596 kg para el 0.5%, 5.5793 kg para el 1.5% y 7.439 kg para el 2.0%.

4.1.1 Efecto del material reciclado de metales y polietileno sobre el asentamiento

A continuación, se muestran los resultados del asentamiento de la mezcla fresca:

Tabla 12

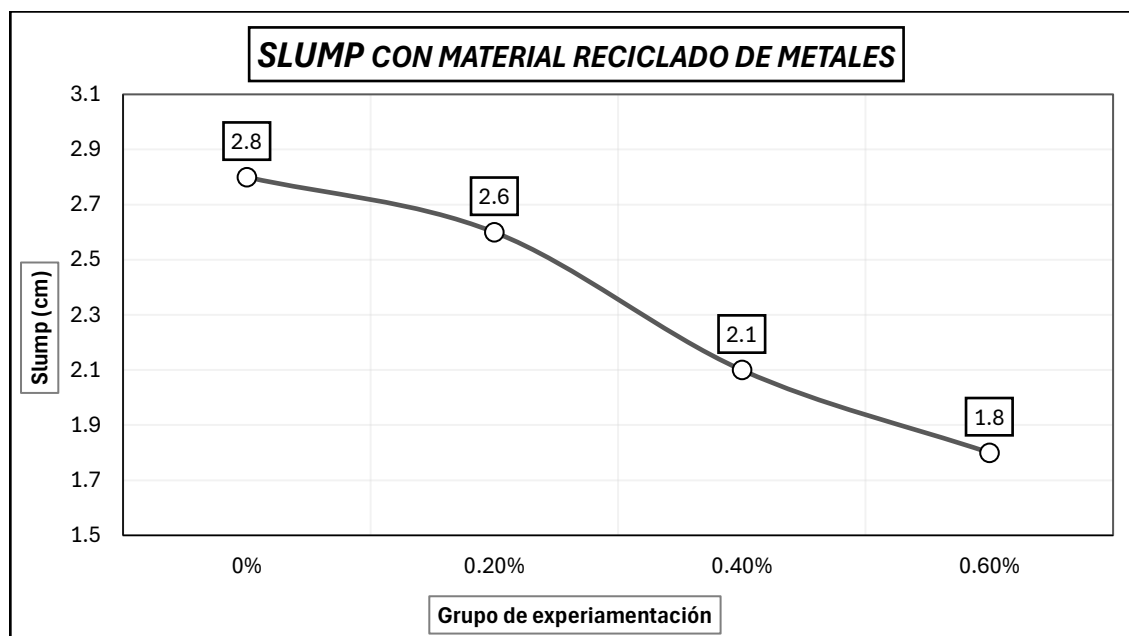
Asentamiento del concreto con el empleo de material reciclado de metales

Grupo de experimentación	Slump (cm)	Trabajabilidad
Concreto Patrón	2.8	Poco Trabajable
Concreto + 0.2% MRM	2.6	Poco Trabajable
Concreto + 0.4% MRM	2.1	Poco Trabajable
Concreto + 0.6% MRM	1.8	Poco Trabajable

Se observa que a medida que aumenta la cantidad de material reciclado, el valor del slump disminuye, lo que indica una reducción en la trabajabilidad del concreto. En todos los casos, el concreto resultante fue clasificado como "poco trabajable".

Figura 6

Comportamiento del asentamiento de concreto



A medida que aumenta material reciclado, el valor del slump reduce, indicando una menor trabajabilidad del concreto. Este gráfico resalta cómo el incremento del material reciclado impacta negativamente en la fluidez de la mezcla.

Tabla 13

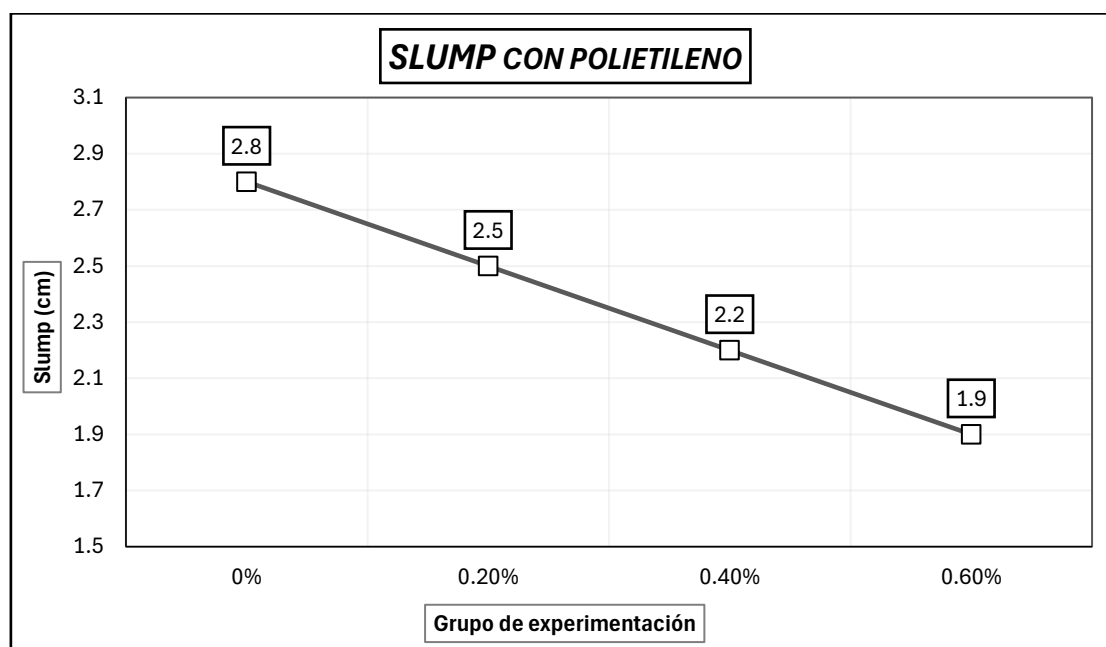
Consistencia del concreto con adición polietileno

Grupo de experimentación	Slump (cm)	Trabajabilidad
Concreto Patrón	2.8	Poco Trabajable
Concreto con 0.5% polietileno	2.5	Poco Trabajable
Concreto con 1.5% polietileno	2.2	Poco Trabajable
Concreto con 2.0% polietileno	1.9	Poco Trabajable

A medida que crece el porcentaje de polietileno (de 0.5% a 2.0%), el valor del slump disminuye, lo que indica una reducción en la trabajabilidad del concreto. En todos los casos, el concreto se clasifica como "poco trabajable".

Figura 7

Comportamiento asentamiento de concreto



Se observa que al aumentar el porcentaje de polietileno (de 0.5% a 2.0%), el valor del slump disminuye, indicando una reducción progresiva en la trabajabilidad del concreto.

Este gráfico resalta cómo el incremento del polietileno afecta la fluidez de la mezcla.

4.1.2 Impacto del material reciclado de metales y polietileno sobre la resistencia a compresión del concreto permeable

4.1.2.1 Resistencia de la muestra patrón.

Tabla 14

Resistencia muestra estándar a 7 días.

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P – 1	22102	125.41		
P – 2	21926	124.41		
P – 3	21836	123.40	7	124.30 kg/cm2
P – 4	21863	124.05		
P – 5	21896	124.24		

Se muestra la carga aplicada, la rotura obtenida, y el promedio de resistencia, que fue de 124.30 kg/cm². Los valores de resistencia de las cinco probetas están muy cercanos, indicando consistencia en el desempeño del concreto bajo las condiciones de ensayo.

Tabla 15

Resistencia, muestra estándar a 14 días.

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P – 1	26149	148.37		
P – 2	26202	148.67		
P – 3	26352	148.92	14	148.54 kg/cm2
P – 4	26216	148.15		
P – 5	26188	148.59		

Los valores de rotura varían ligeramente entre las cinco probetas, con media de 148.54 kg/cm², indicando una buena consistencia en la resistencia del concreto.

Tabla 16

Resistencia, muestra estándar a 28 días.

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P – 1	31430	177.62	28	176.09 kg/cm ²
P – 2	31396	177.43		
P – 3	30902	175.34		
P – 4	30911	175.39		
P – 5	30907	174.67		

La rotura de una muestra estándar de concreto a 28 días, indicando la carga y la rotura alcanzada en diferentes pruebas. Además, se incluye el promedio de resistencia obtenido en las cinco pruebas realizadas, que es de 176.09 kg/cm². La edad de la muestra se encuentra especificada en la columna correspondiente.

4.1.2.2 CP + material reciclado de metales.

Material reciclado de metales 0.2%

Tabla 17

Resistencia, muestra + 0.2% M.R.M. conseguida en 7 días.

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 0.2% MRM	20989	118.62	7	118.57 kg/cm ²
P + 0.2% MRM	20956	118.90		
P + 0.2% MRM	20895	118.56		
P + 0.2% MRM	20889	118.52		
P + 0.2% MRM	20926	118.26		

Se muestra los resultados de resistencia a la rotura de una muestra con 0.2% de material reciclado de metales (MRM) a los 7 días. Se presentan las cargas, las roturas alcanzadas en las pruebas, y el promedio de resistencia, que es de 118.57 kg/cm². Los valores indican la efectividad del material reciclado en la muestra.

Tabla 18*Resistencia, muestra + 0.2% M.R.M. conseguida en 14 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 0.2% MRM	25413	143.62		
P + 0.2% MRM	25398	143.53		
P + 0.2% MRM	25821	146.51	14	145.34 kg/cm ²
P + 0.2% MRM	25883	146.86		
P + 0.2% MRM	25865	146.17		

La rotura de una muestra con 0.2% de material reciclado de metales (MRM) a los 14 días. Se incluyen las cargas aplicadas, las roturas obtenidas y el promedio de resistencia, que es de 145.34 kg/cm². Los valores muestran cómo el material reciclado mejora la resistencia del concreto con el tiempo.

Tabla 19*Resistencia, muestra + 0.2% M.R.M. conseguida en 28 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 0.2% MRM	32089	181,34		
P + 0.2% MRM	31985	181,48		
P + 0.2% MRM	31805	180,46	28	180.91 kg/cm ²
P + 0.2% MRM	31798	180,42		
P + 0.2% MRM	32002	180,85		

La tabla presenta los resultados de la resistencia del concreto con un 0.2% de M.R.M. a los 28 días de curado. Los datos incluyen la carga aplicada, la rotura, la edad (28 días) y el promedio de resistencia (180.91 kg/cm²). Las cargas varían entre 31,798 y 32,089 kg.

Material reciclado de metales 0.4%**Tabla 20***Resistencia, muestra + 0.4% M.R.M. conseguida en 7 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 0.4% MRM	20105	113.62		
P + 0.4% MRM	20098	114.04		
P + 0.4% MRM	20055	113.79	7	113.80 kg/cm ²
P + 0.4% MRM	20121	114.17		
P + 0.4% MRM	20068	113.41		

Se muestra los resultados de resistencia a la rotura de una muestra con 0.4% de material reciclado de metales (MRM) a los 7 días. Se incluyen las cargas aplicadas, las roturas obtenidas y el promedio de resistencia, que es de 113.80 kg/cm². Los valores reflejan la efectividad del material reciclado en la muestra a corto plazo.

Tabla 21*Resistencia, muestra + 0.4% M.R.M. conseguida en 14 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 0.4% MRM	25413	133.69		
P + 0.4% MRM	25398	135.13		
P + 0.4% MRM	25821	134.48	14	134.75 kg/cm ²
P + 0.4% MRM	25883	135.43		
P + 0.4% MRM	25865	135.01		

Se presenta los resultados de resistencia a la rotura de una muestra con 0.4% de material reciclado de metales (MRM) a los 14 días. Se incluyen las cargas aplicadas, las roturas obtenidas, y el promedio de resistencia, que es de 134.75 kg/cm². Los resultados muestran que la resistencia aumenta progresivamente con el tiempo.

Tabla 22*Resistencia, muestra + 0.4% M.R.M. conseguida en 28 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 0.4% MRM	28729	162.36		
P + 0.4% MRM	28836	162.96		
P + 0.4% MRM	28995	164.52	28	163.52 kg/cm2
P + 0.4% MRM	28978	164.42		
P + 0.4% MRM	28902	163.33		

Se presenta los resultados de resistencia a la rotura de una muestra con 0.4% de material reciclado de metales (MRM) a los 28 días. Se detallan las cargas aplicadas, las roturas obtenidas, y el promedio de resistencia, que es de 163.52 kg/cm². Los valores muestran una mejora constante en la resistencia a medida que transcurre el tiempo.

Material reciclado de metales 0.6%**Tabla 23***Resistencia, muestra + 0.6% M.R.M. conseguida en 7 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 0.6% MRM	18689	105.62		
P + 0.6% MRM	18205	103.29		
P + 0.6% MRM	17623	99.99	7	101.79 kg/cm2
P + 0.6% MRM	17365	98.13		
P + 0.6% MRM	17958	101.89		

Se muestra los resultados de resistencia a la rotura de una muestra con 0.6% de material reciclado de metales (MRM) a los 7 días. Se incluyen las cargas aplicadas, las roturas obtenidas y el promedio de resistencia, que es de 101.79 kg/cm². Los datos reflejan la variabilidad de la resistencia en función del material reciclado utilizado.

Tabla 24*Resistencia, muestra + 0.6% M.R.M. conseguida en 14 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 0.6% MRM	22405	127.13	14	126.18 kg/cm ²
P + 0.6% MRM	22202	125.97		
P + 0.6% MRM	21985	124.24		
P + 0.6% MRM	22366	126.40		
P + 0.6% MRM	22412	127.16		

Se presenta los resultados de resistencia a la rotura de una muestra con 0.6% de material reciclado de metales (MRM) a los 14 días. Se incluyen las cargas aplicadas, las roturas obtenidas y el promedio de resistencia, que es de 126.18 kg/cm². Los valores reflejan la consistencia y mejora de la resistencia con el tiempo al incorporar material reciclado.

Tabla 25*Resistencia, muestra + 0.6% M.R.M. conseguida en 28 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 0.6% MRM	28067	159.25	28	156.96 kg/cm ²
P + 0.6% MRM	27562	156.39		
P + 0.6% MRM	27862	157.25		
P + 0.6% MRM	28102	159.45		
P + 0.6% MRM	26982	152.48		

Se presenta los resultados de resistencia a la rotura de una muestra con 0.6% de material reciclado de metales (MRM) a los 28 días. Se detallan las cargas aplicadas, las roturas obtenidas y el promedio de resistencia, que es de 156.96 kg/cm². Los valores indican una resistencia estable y adecuada con el uso de material reciclado en el concreto a largo plazo.

4.1.2.3 CP + polietileno.**Polietileno 0.5%.****Tabla 26***Resistencia, muestra + 0.5% polietileno, conseguida en 7 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 0.5% P.	22405	126.62		
P + 0.5% P.	22396	127.07		
P + 0.5% P.	22205	125.99	7	125.88 kg/cm ²
P + 0.5% P.	22103	124.91		
P + 0.5% P.	21998	124.82		

Se detallan las cargas aplicadas, las roturas obtenidas, y el promedio de resistencia, que es de 125.88 kg/cm². Los valores reflejan una resistencia adecuada del concreto con la adición de polietileno.

Tabla 27*Resistencia, muestra + 0.5% polietileno, conseguida en 14 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 0.5% P.	27011	153.26		
P + 0.5% P.	27102	153.78		
P + 0.5% P.	26865	151.82	14	152.09 kg/cm ²
P + 0.5% P.	26462	149.54		
P + 0.5% P.	26796	152.04		

Se detallan las cargas aplicadas, las roturas obtenidas, y el promedio de resistencia, que es de 152.09 kg/cm². Los resultados muestran un comportamiento consistente del concreto con la adición de polietileno en el tiempo.

Tabla 28*Resistencia del concreto + 0.5% de polietileno, a 28 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 0.5% P.	31700	179,86	28	178.91 kg/cm ²
P + 0.5% P.	31456	178,48	28	
P + 0.5% P.	31598	178,33	28	
P + 0.5% P.	31404	178,19	28	
P + 0.5% P.	31799	179,71	28	

Se muestra los resultados de la resistencia con 0.5% de polietileno a 28 días secado.

Incluye los datos de carga aplicada, rotura, edad y el promedio de resistencia (179.81 kg/cm²). Todos los ensayos fueron realizados a una edad de 28 días, con un rango de carga entre 31,456 y 31,799 kg.

Polietileno 1.5%.**Tabla 29***Resistencia del concreto + 1.5% de polietileno, a 7 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 1.5% P.	21166	119.62	7	120.14 kg/cm ²
P + 1.5% P.	21202	120.30		
P + 1.5% P.	21146	119.98		
P + 1.5% P.	21222	119.93		
P + 1.5% P.	21303	120.87		

Se detallan las cargas aplicadas, las roturas obtenidas, y el promedio de resistencia, que es de 120.14 kg/cm². Los valores indican una resistencia moderada en el concreto con una mayor proporción de polietileno.

Tabla 30*Resistencia del concreto + 1.5% de polietileno, a 14 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 1.5% P.	24587	139.51	14	139.18 kg/cm ²
P + 1.5% P.	24432	138.63		
P + 1.5% P.	24635	139.22		
P + 1.5% P.	24388	137.82		
P + 1.5% P.	24806	140.75		

Se detallan las cargas aplicadas, las roturas obtenidas, y el promedio de resistencia, que es de 139.18 kg/cm². Los valores reflejan un buen rendimiento del concreto con una mayor proporción de polietileno en el tiempo.

Tabla 31*Resistencia del concreto + 1.5% de polietileno, a 28 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 1.5% P.	29541	167.61	28	166.45 kg/cm ²
P + 1.5% P.	29465	167.18		
P + 1.5% P.	29524	166.63		
P + 1.5% P.	29206	165.71		
P + 1.5% P.	29213	165.09		

Se incluyen las cargas aplicadas, las roturas obtenidas, y el promedio de resistencia, que es de 166.45 kg/cm². Los valores muestran una resistencia óptima del concreto con una mayor proporción de polietileno a largo plazo.

Polietileno 2%.**Tabla 32***Resistencia del concreto + 2% de polietileno, a 7 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 2% P	19227	108.66	7	108.65 kg/cm2
P + 2% P	19202	108.95		
P + 2% P	19156	108.69		
P + 2% P	19098	107.93		
P + 2% P	19212	109.01		

Se detallan las cargas aplicadas, las roturas obtenidas y el promedio de resistencia, que es de 108.65 kg/cm². Los valores reflejan una resistencia moderada en el concreto con una proporción mayor de polietileno.

Tabla 33*Resistencia del concreto + 2% de polietileno, a 14 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
P + 2% P	23224	131.77	14	131.67 kg/cm2
P + 2% P	23235	131.83		
P + 2% P	23302	131.69		
P + 2% P	23258	131.44		
P + 2% P	23196	131.61		

Se muestra los resultados de resistencia a la rotura de una muestra de concreto con 2% de polietileno a los 14 días. Se incluyen las cargas aplicadas, las roturas obtenidas, y el promedio de resistencia, que es de 131.67 kg/cm². Los valores indican una mejora en la resistencia del concreto con la mayor proporción de polietileno.

Tabla 34*Resistencia del concreto + 2% de polietileno, a 28 días.*

DESCRIP.	CARGA	ROTURA	EDAD	PROMEDIO
Probeta 1	28069	159.26	28	159.54 kg/cm ²
Probeta 2	28106	159.47		
Probeta 3	28155	158.90		
Probeta 4	28625	162.42		
Probeta 5	27896	157.65		

Se detallan las cargas aplicadas, las roturas obtenidas, y el promedio de resistencia, que es de 159.54 kg/cm². Los valores muestran una resistencia uniforme en las cinco pruebas realizadas con la misma proporción de polietileno.

4.1.3 Influencia del material reciclado de metales y polietileno sobre la permeabilidad del concreto permeable

Muestra control:

Tabla 35*Permeabilidad del Concreto Permeable, muestra patrón.*

Días	Tiempo (Seg)	Coefficiente (cm/seg)	Promedio (cm/seg)
7	16.00	1.06	1.21
7	14.00	1.18	
7	12.00	1.40	
14	16.00	1.06	1.15
14	15.00	1.09	
14	13.00	1.29	
28	12.00	1.39	1.53
28	10.00	1.63	
28	11.00	1.55	

Se detallan los coeficientes de permeabilidad obtenidos, y el promedio de permeabilidad, que varía entre 1.06 y 1.55 cm/seg. Los datos reflejan cómo la permeabilidad cambia con el tiempo y la muestra control.

4.1.3.1 CP + Material Reciclado de Metales

Tabla 36

Permeabilidad del Concreto Permeable + 0.2% de material reciclado de metales.

Días	Tiempo (Seg)	Coeficiente (cm/seg)	Promedio (cm/seg)
7	17.00	1.00	1.05
7	15.00	1.11	
7	16.00	1.05	
14	16.00	1.06	1.03
14	17.00	0.99	
14	16.00	1.04	
28	14.00	1.21	1.23
28	13.00	1.26	
28	14.00	1.22	

Se detallan los coeficientes de permeabilidad obtenidos, y el promedio de permeabilidad, que varía entre 1.05 y 1.26 cm/seg. Los valores muestran cómo el material reciclado afecta la permeabilidad del concreto con el tiempo.

Tabla 37

Permeabilidad del Concreto Permeable + 0.4% de material reciclado de metales.

Días	Tiempo (Seg)	Coeficiente (cm/seg)	Promedio (cm/seg)
7	15.00	1.11	1.09
7	16.00	1.04	
7	15.00	1.11	
14	14.00	1.18	1.13
14	15.00	1.10	
14	15.00	1.11	
28	13.00	1.27	1.24
28	13.00	1.26	
28	14.00	1.18	

Se detallan los coeficientes de permeabilidad obtenidos, y el promedio de permeabilidad, que varía entre 1.09 y 1.27 cm/seg. Los valores indican cómo el material reciclado influye en la permeabilidad.

Tabla 38

Permeabilidad del Concreto Permeable + 0.6% de material reciclado de metales.

Días	Tiempo (Seg)	Coeficiente (cm/seg)	Promedio (cm/seg)
7	13.00	1.30	1.15
7	16.00	1.05	
7	15.00	1.12	
14	13.00	1.29	1.14
14	16.00	1.03	
14	15.00	1.11	
28	11.00	1.52	1.29
28	13.00	1.26	
28	15.00	1.11	

Se detallan los coeficientes de permeabilidad obtenidos, y el promedio de permeabilidad, que varía entre 1.14 y 1.52 cm/seg. Los valores reflejan cómo la cantidad de material reciclado influye en la permeabilidad.

4.1.3.2 CP + Polietileno

Tabla 39

Permeabilidad del Concreto Permeable + 0.5% de polietileno.

Días	Tiempo (Seg)	Coeficiente (cm/seg)	Promedio (cm/seg)
7	15.00	1.13	1.12
7	15.00	1.12	
7	15.00	1.13	
14	16.00	1.06	1.09
14	14.00	1.17	
14	16.00	1.04	
28	13.00	1.29	1.22
28	14.00	1.17	
28	14.00	1.22	

Se detallan los coeficientes de permeabilidad obtenidos, y el promedio de permeabilidad, que varía entre 1.09 y 1.29 cm/seg. Los resultados reflejan cómo el polietileno influye en la permeabilidad del concreto con el paso del tiempo.

Tabla 40*Permeabilidad del Concreto Permeable + 1.5% de polietileno.*

N.º	DESCRIPCIÓN	Días	Tiempo (Seg)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Promedio de permeabilidad (cm/seg)
1	MP + 1.5% Polietileno	7	16.00	1.06	1.21
2	MP + 1.5% Polietileno	7	14.00	1.18	
3	MP + 1.5% Polietileno	7	12.00	1.40	
4	MP + 1.5% Polietileno	14	15.00	1.11	1.16
5	MP + 1.5% Polietileno	14	15.00	1.10	
6	MP + 1.5% Polietileno	14	13.00	1.28	
7	MP + 1.5% Polietileno	28	12.00	1.38	1.25
8	MP + 1.5% Polietileno	28	14.00	1.18	
9	MP + 1.5% Polietileno	28	14.00	1.19	

Se detallan los coeficientes de permeabilidad obtenidos, y el promedio de permeabilidad, que varía entre 1.06 y 1.38 cm/seg. Los valores reflejan cómo el aumento de polietileno afecta la permeabilidad del concreto a lo largo del tiempo.

Tabla 41*Permeabilidad del Concreto Permeable + 2.0% de polietileno*

N.º	DESCRIPCIÓN	Días	Tiempo (Seg)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Promedio de permeabilidad (cm/seg)
1	MP + 2.0% Polietileno	7	13.00	1.30	1.18
2	MP + 2.0% Polietileno	7	15.00	1.12	
3	MP + 2.0% Polietileno	7	15.00	1.12	
4	MP + 2.0% Polietileno	14	16.00	1.04	1.18
5	MP + 2.0% Polietileno	14	15.00	1.10	
6	MP + 2.0% Polietileno	14	12.00	1.39	
7	MP + 2.0% Polietileno	28	11.00	1.52	1.31
8	MP + 2.0% Polietileno	28	12.00	1.38	
9	MP + 2.0% Polietileno	28	16.00	1.04	

Se detallan los coeficientes de permeabilidad obtenidos, y el promedio de permeabilidad, que varía entre 1.04 y 1.52 cm/seg. Los datos muestran la influencia del polietileno en la permeabilidad del concreto con el paso del tiempo.

CUADROS COMPARATIVOS

Tabla 42

Resistencia adquirida en 7 días

Grupo de experimentación	7 días (kg/cm ²)
Muestra Patrón	124.30
MP + 0.2% Material reciclado de metales.	118.57
MP + 0.4% Material reciclado de metales.	113.80
MP + 0.6% Material reciclado de metales.	101.79

Se presenta una comparación de la resistencia adquirida en 7 días entre diferentes muestras de concreto. La muestra patrón alcanzó una resistencia de 124.30 kg/cm², mientras que las muestras con material reciclado de metales (0.2%, 0.4%, 0.6%) mostraron resistencias de 118.57, 113.80 y 101.79 kg/cm², respectivamente. Los resultados indican que la resistencia disminuye conforme aumenta la proporción de material reciclado de metales.

Tabla 43

Resistencia adquirida en 14 días

Grupo de experimentación	14 días (kg/cm ²)
Muestra Patrón	148.54
MP + 0.2% Material reciclado de metales.	145.34
MP + 0.4% Material reciclado de metales.	134.75
MP + 0.6% Material reciclado de metales.	126.18

Se muestra la resistencia adquirida en 14 días para diferentes muestras de concreto. La muestra patrón alcanzó una resistencia de 148.54 kg/cm², mientras que las muestras con material reciclado de metales (0.2%, 0.4%, 0.6%) presentaron resistencias de 145.34, 134.75 y 126.18 kg/cm², respectivamente. Estos resultados indican que la resistencia disminuye conforme aumenta la proporción de material reciclado de metales.

Tabla 44*Resistencia adquirida en 28 días*

Grupo de experimentación	28 días (kg/cm ²)
Muestra Patrón	176.09
MP + 0.2% Material reciclado de metales.	180.91
MP + 0.4% Material reciclado de metales.	163.52
MP + 0.6% Material reciclado de metales.	156.96

Se muestra la resistencia adquirida del concreto en 28 días, comparando diferentes porcentajes de material reciclado de metales. La muestra patrón presenta una resistencia de 176.09 kg/cm², mientras las mezclas + material reciclado exponen resistencias de 180.91 kg/cm² (0.2%), 163.52 kg/cm² (0.4%) y 156.96 kg/cm² (0.6%). Esto indica que la resistencia varía según el porcentaje de material reciclado utilizado.

Tabla 45*Resistencia adquirida en 7 días*

Grupo de experimentación	7 días (kg/cm ²)
Muestra Patrón	124.30
MP + 0.5% Polietileno.	125.88
MP + 1.5% Polietileno.	120.14
MP + 2.0% Polietileno.	108.65

Se presenta la resistencia adquirida en 7 días para diferentes muestras de concreto con polietileno. La muestra patrón logra resistencia de 124.30 kg/cm², en tanto que las muestras con 0.5%, 1.5% y 2.0% de polietileno revelaron resistencias de 125.88, 120.14 y 108.65 kg/cm², respectivamente. Estos resultados muestran cómo el porcentaje de polietileno influye en la resistencia del concreto en los primeros 7 días.

Tabla 46*Resistencia adquirida en 14 días*

Grupo de experimentación	14 días (kg/cm ²)
Muestra Patrón	148.54
MP + 0.5% Polietileno.	152.09
MP + 1.5% Polietileno.	139.18
MP + 2.0% Polietileno.	131.67

Se presenta la resistencia adquirida en 14 días para diferentes muestras de concreto con polietileno. La muestra patrón alcanzó una resistencia de 148.54 kg/cm², mientras que las muestras con 0.5%, 1.5% y 2.0% de polietileno mostraron resistencias de 152.09, 139.18 y 131.67 kg/cm², respectivamente. Los resultados indican que la resistencia es mayor con un 0.5% de polietileno, pero disminuye a medida que se incrementa el porcentaje.

Tabla 47*Resistencia adquirida en 28 días*

Grupo de experimentación	28 días (kg/cm ²)
Muestra Patrón	176.09
MP + 0.5% Polietileno.	178.91
MP + 1.5% Polietileno.	166.45
MP + 2.0% Polietileno.	159.54

Se muestra la resistencia adquirida del concreto en 28 días con diferentes porcentajes de polietileno. La muestra patrón presenta una resistencia de 176.09 kg/cm², mientras que las mezclas con polietileno alcanzan resistencias de 178.91 kg/cm² (0.5%), 166.45 kg/cm² (1.5%) y 159.54 kg/cm² (2.0%). Se observa que el aumento de polietileno inicialmente mejora la resistencia, pero luego disminuye al aumentar el porcentaje.

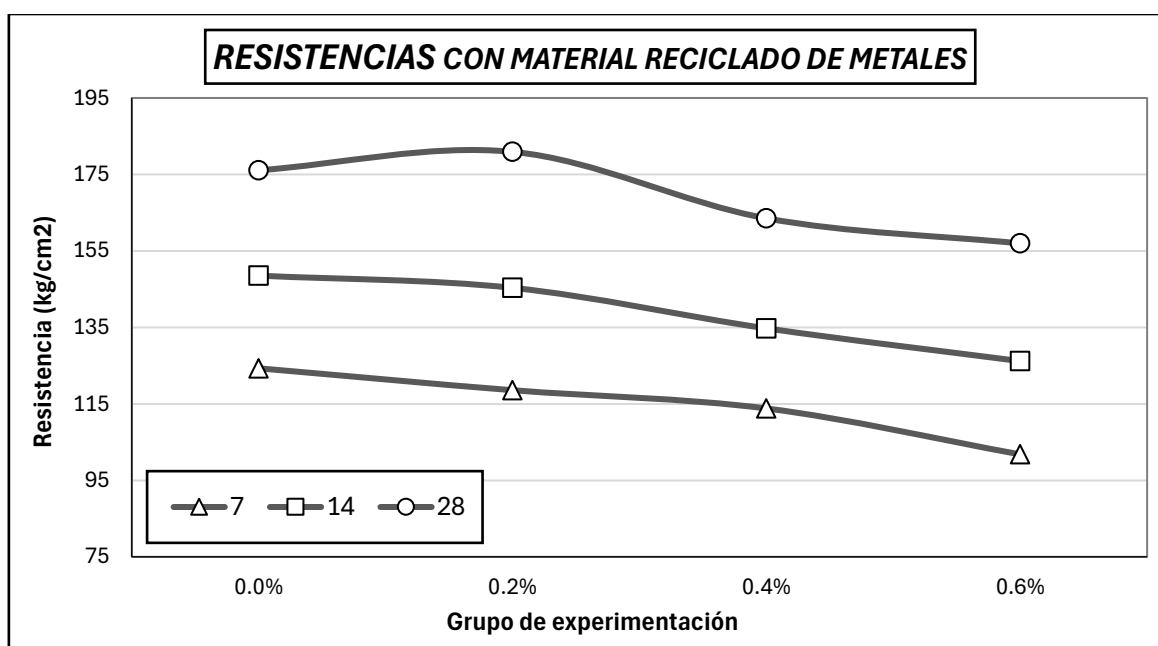
Tabla 48

Cuadro comparativo resistencia a compresión con MRM

Grupo de experimentación	7 días (kg/cm ²)	14 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)
Muestra Patrón	124.30	148.54	176.09
MP + 0.2% Material reciclado de metales	118.57	145.34	180.91
MP + 0.4% Material reciclado de metales	113.80	134.75	163.52
MP + 0.6% Material reciclado de metales	101.79	126.18	156.96

Figura 8

Comportamiento general de la resistencia a compresión con MRM



El cuadro comparativo de la resistencia del concreto con porcentajes de material reciclado de metales a los 7, 14 y 28 días. La muestra patrón muestra una resistencia de 124.30 kg/cm² a los 7 días, alcanzando 176.09 kg/cm² a los 28 días. Las mezclas con material reciclado presentan menores resistencias, con la mezcla que contiene 0.6% de material reciclado alcanzando solo 101.79 kg/cm² a los 7 días, y 156.96 kg/cm² a los 28 días. Se observa la tendencia de disminución de la resistencia a medida que aumenta el porcentaje de material reciclado.

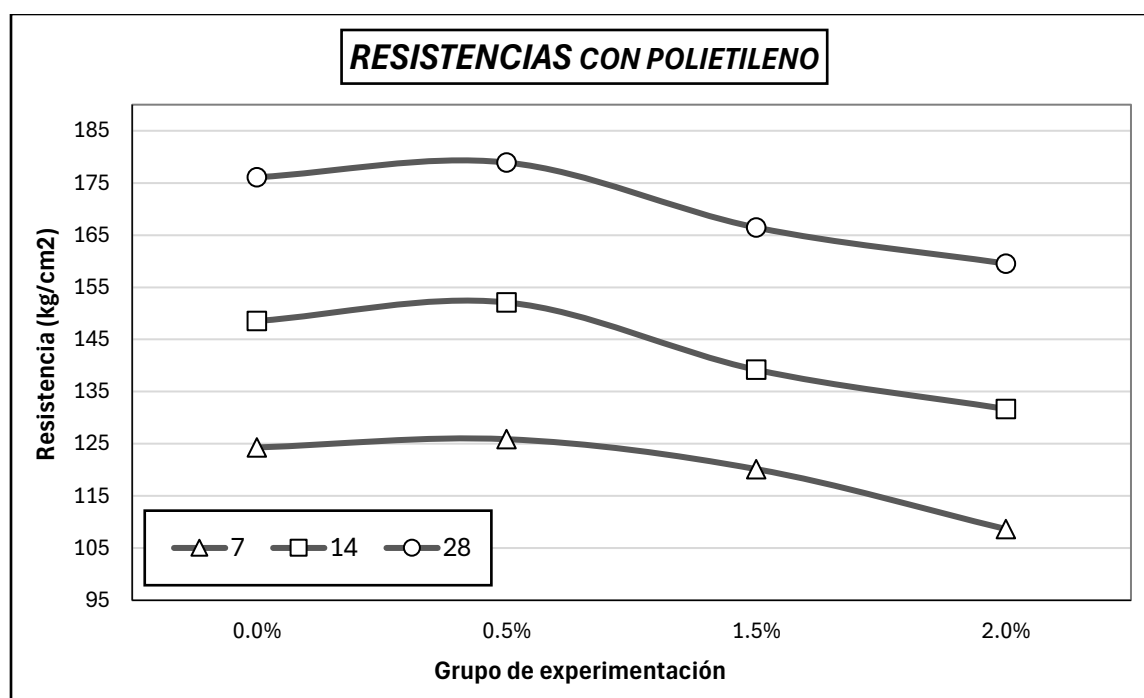
Tabla 49

Cuadro comparativo resistencia a compresión con Polietileno

Grupo de experimentación	7 días (kg/cm ²)	14 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)
Muestra Patrón	124.30	148.54	176.09
MP + 0.5% Polietileno	125.88	152.09	178.91
MP + 1.5% Polietileno	120.14	139.18	166.45
MP + 2.0% Polietileno	108.65	131.67	159.54

Figura 9

Comportamiento general de la resistencia a compresión con Polietileno



Se muestra un cuadro comparativo de la resistencia a compresión del concreto con diferentes porcentajes de polietileno a los 7, 14 y 28 días. La muestra patrón alcanza una resistencia de 124.30 kg/cm² a los 7 días, llegando a 176.09 kg/cm² a los 28 días. Las mezclas con polietileno presentan resistencias menores, siendo la mezcla con 2% de polietileno la que muestra la menor resistencia con 108.65 kg/cm² a 7 días y 159.54 kg/cm² a los 28 días. Se ilustra la tendencia de disminución de la resistencia a medida que aumenta el porcentaje de polietileno.

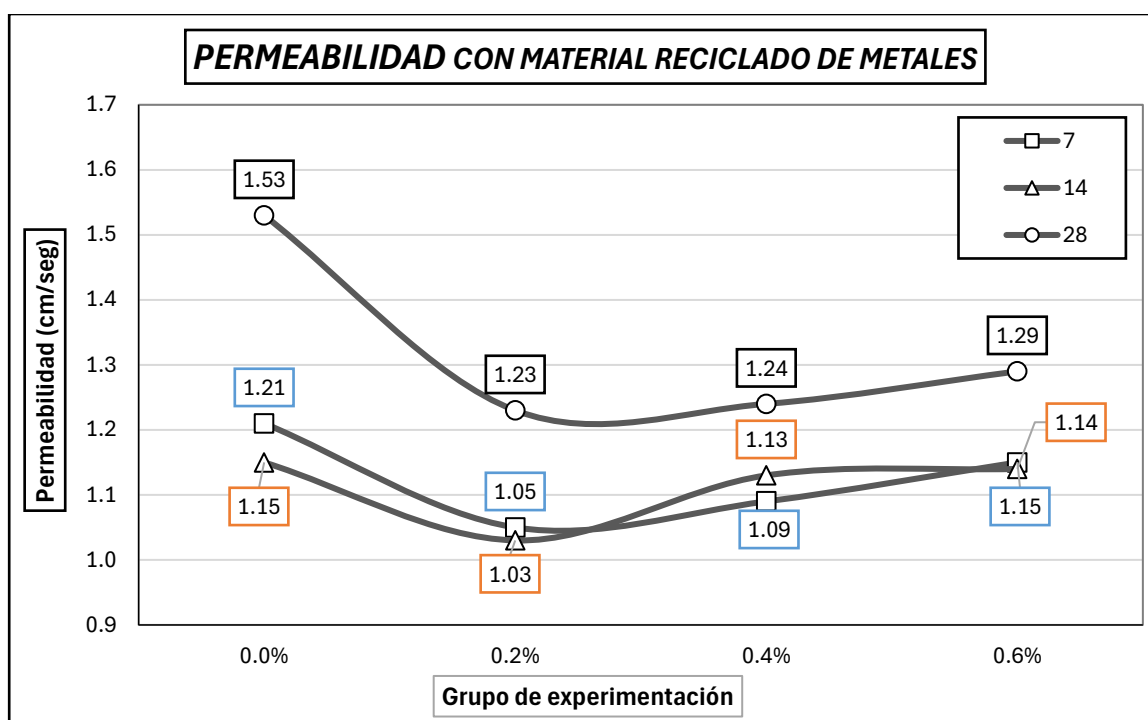
Tabla 50

Cuadro comparativo permeabilidad con MRM

Grupo de experimentación	7 días (cm/seg)	14 días (cm/seg)	28 días (cm/seg)
Muestra Patrón	1.21	1.15	1.53
MP + 0.2% Material reciclado de metales	1.05	1.03	1.23
MP + 0.4% Material reciclado de metales	1.09	1.13	1.24
MP + 0.6% Material reciclado de metales	1.15	1.14	1.29

Figura 10

Comportamiento general de la permeabilidad con MRM



Se presenta un cuadro comparativo de la permeabilidad de diferentes muestras de concreto con material reciclado de metales a los 7, 14 y 28 días. La muestra patrón mostró la mayor permeabilidad, alcanzando 1.53 cm/seg a los 28 días, mientras que las muestras con material reciclado de metales (0.2%, 0.4%, 0.6%) tuvieron valores de 1.23, 1.24 y 1.29 cm/seg, respectivamente. Los resultados muestran una disminución de la permeabilidad con el incremento de material reciclado.

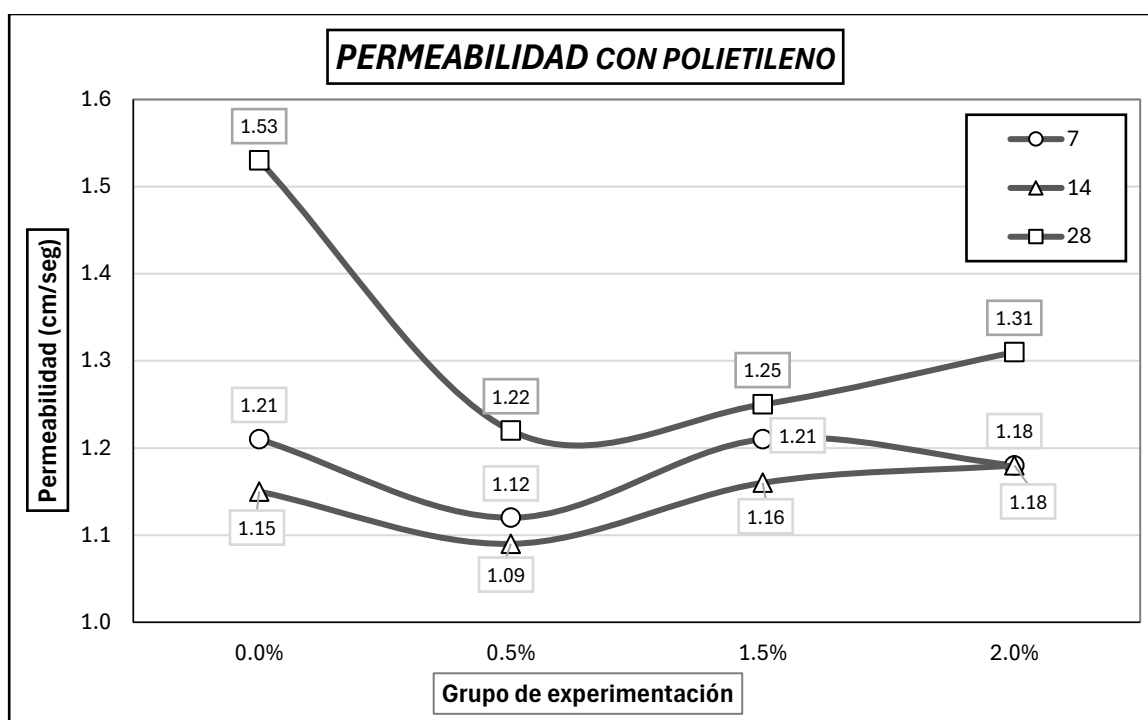
Tabla 51

Cuadro comparativo permeabilidad con Polietileno

Grupo de experimentación	7 días (cm/seg)	14 días (cm/seg)	28 días (cm/seg)
Muestra Patrón	1.21	1.15	1.53
MP + 0.5% Polietileno.	1.12	1.09	1.22
MP + 1.5% Polietileno.	1.21	1.16	1.25
MP + 2.0% Polietileno.	1.18	1.18	1.31

Figura 11

Comportamientos generales de la permeabilidad con Polietileno



Se presenta un cuadro comparativo de la permeabilidad de diferentes muestras de concreto con polietileno (0.5%, 1.5%, 2.0%) a los 7, 14 y 28 días. La muestra patrón alcanzó la mayor permeabilidad, con 1.53 cm/seg a los 28 días, mientras que las muestras con polietileno mostraron valores menores que oscilaron entre 1.22 y 1.31 cm/seg. Los resultados indican una disminución progresiva de la permeabilidad con el aumento de la cantidad de polietileno.

4.2 Discusión de resultados.

El análisis experimental sobre la incidencia de materiales reciclados de metales y polietileno en el diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya ha permitido validar la hipótesis de que la incorporación controlada de estos materiales puede influir significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

La disminución observada en el asentamiento (slump) con el aumento de los porcentajes de materiales reciclados se explica por la mayor interacción físico-química entre las partículas finas metálicas y poliméricas con la matriz cementicia, lo que genera un aumento en la cohesión interna y reduce la fluidez de la mezcla. Este comportamiento es congruente con lo reportado por Suaña (2021), quien encontró que la incorporación de virutas de acero incrementa la densidad del material, afectando la trabajabilidad. Este fenómeno debe considerarse en el diseño de la mezcla para asegurar que la manejabilidad no comprometa la calidad del producto final ni dificulte su colocación en obra.

En cuanto a la resistencia a la compresión, los resultados indican un efecto óptimo para bajas adiciones de material reciclado (0.2% metales y 0.5% polietileno), alcanzando resistencias máximas de 180.91 kg/cm² y 178.91 kg/cm² respectivamente a los 28 días. Este incremento en la resistencia puede asociarse a la mejora en la compactación y al refuerzo que proporcionan las partículas recicladas dentro de la matriz. Sin embargo, valores superiores en las dosificaciones producen disminuciones significativas en la resistencia, posiblemente debido a la generación de zonas con concentraciones excesivas de material reciclado, provocando discontinuidades o microfisuras que actúan como puntos débiles. Oruna (2022) enfatiza este balance crítico, señalando que un exceso en vacíos u aditivos puede deteriorar las propiedades mecánicas, pese a preservar la permeabilidad.

En relación con la permeabilidad, se evidencia que las mezclas mantienen una capacidad adecuada de drenaje, con coeficientes de permeabilidad que, aunque son en



promedio menores que la mezcla patrón, no comprometen la función principal del concreto permeable. Las ligeras variaciones pueden explicarse por el relleno parcial de los vacíos con materiales reciclados, que disminuyen ligeramente la porosidad total sin bloquear el flujo de agua. Esta compatibilidad funcional es imprescindible, pues la permeabilidad es la característica definitoria del concreto permeable, y su mantenimiento indica que el concreto modificado sigue siendo viable para aplicaciones en drenaje urbano y control de inundaciones en regiones como Carabaya.

Los resultados conjuntos sugieren que un diseño equilibrado que optimice la proporción de materiales reciclados puede aportar beneficios sostenibles, alineándose con los criterios modernos de economía circular y gestión de residuos en la construcción. Esto se traduce en una alternativa viable para el desarrollo infraestructural en zonas de alta pluviosidad y pendiente moderada, como describe la geografía de Carabaya y según los antecedentes de Juliaca presentados por Suaña (2021) y Oruna (2022).

En definitiva, la investigación ratifica que el concreto permeable con material reciclado puede cumplir exigencias técnicas si se regula correctamente su dosificación, garantizando resistencia estructural y funcionalidad hidráulica. Este equilibrio es esencial para que el producto final sea durable y efectivo en su propósito de drenaje, aportando a la sustentabilidad local y a la innovación en materiales de construcción.

CONCLUSIONES

General, la incorporación de material reciclado de metales y polietileno en el diseño de concreto permeable para la provincia de Carabaya, influye de manera significativa en sus propiedades, permitiendo desarrollar un concreto con características adecuadas para aplicaciones estructurales y permeabilidad funcional, siempre que se respeten proporciones óptimas de adición.

Primera, el aumento de material reciclado, tanto de metales como de polietileno, reduce el asentamiento (slump) del concreto permeable, afectando su trabajabilidad. No obstante, las mezclas continúan clasificándose como poco trabajables, lo que indica que se mantiene su manejabilidad, aunque con menor fluidez.

Segunda, los resultados mostraron que con una adición moderada (0.2% metales y 0.5% polietileno) se logró una resistencia a la compresión similar o superior al patrón, destacándose un aumento en la resistencia a 28 días (hasta 180.91 kg/cm² para metales y 178.91 kg/cm² para polietileno), mientras que incrementos mayores ocasionaron disminución significativa y progresiva en la resistencia.

Tercera, los coeficientes de permeabilidad permanecieron dentro de rangos funcionales para concreto permeable pese a la adición de materiales reciclados. Se destacó que pequeñas cantidades de materiales reciclados no afectan negativamente la capacidad de drenaje, manteniendo la permeabilidad adecuada.

RECOMENDACIONES

Primera. se recomienda profundizar en la optimización de la dosificación de materiales reciclados en concreto permeable para encontrar el equilibrio óptimo entre trabajabilidad, resistencia y permeabilidad, con el fin de maximizar la sostenibilidad y funcionalidad del material en diferentes condiciones ambientales y de carga.

Segunda. se recomienda investigar el uso de aditivos plastificantes o modificadores que permitan mejorar la trabajabilidad del concreto permeable con adición de material reciclado de metales y polietileno, evaluando su impacto en el asentamiento y la homogeneidad de la mezcla sin comprometer las demás propiedades mecánicas y hidráulicas.

Tercera. se recomienda realizar estudios complementarios que analicen la microestructura del concreto permeable con materiales reciclados, mediante técnicas como microscopia electrónica y espectroscopía, para comprender mejor los mecanismos de interacción y adhesión entre la matriz cementicia y los residuos, que influyen en la resistencia mecánica final.

Cuarta. es pertinente explorar variantes en la granulometría y en la mezcla de agregados reciclados para evaluar su efecto en la permeabilidad del concreto permeable, así como realizar ensayos a largo plazo bajo condiciones de carga y ciclos de humedad para simular la vida útil y durabilidad real del material en campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Concrete Institute. (2010). ACI 522R-10: Report on permeable concrete pavements. American Concrete Institute.
- Arias, F. (2012). El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica. Caracas: Episteme.
- Aznar, Caceres & Romero. (2018). Efecto de la metodología mobile learning en la enseñanza universitaria.
- Baldeon Ore, C. S. (2018). Análisis de las propiedades mecánicas del concreto permeable con adición de polietileno de baja densidad para senderos ecológicos. Lima: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto permeable con adición de polietileno de baja densidad para senderos ecológicos.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/34725>
- BORJA, S. (2012). METODOLOGIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INGENIERIA CIVIL.
- Cervantes, M., González, A., & Rodríguez, L. (2022). Desempeño y durabilidad del concreto permeable en condiciones climáticas extremas. Revista Latinoamericana de Ingeniería y Tecnología, 15(4), 245-261.
- Cegara, S. J. (2019). Los métodos de investigación. España.
- Córdoba, J., Gómez, L., & Torres, F. (2020). Utilización de polietileno reciclado en concreto: Un estudio de sus beneficios y limitaciones. Revista Internacional de Materiales Reciclados, 3(1), 22-30.
- Duque, S. V. (2021). Desempeño de un concreto permeable elaborado con agregados reciclados para aplicación en senderos de tráfico liviano. Colombia: UNIVERSIDAD EIA. <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/4223>



- Fernández, A., Martínez, P., & Ramírez, S. (2021). Incorporación de materiales reciclados en concreto: Impacto en la sostenibilidad de la construcción. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 12(2), 85-99.
- Gómez, L., & Torres, F. (2020). Uso de plásticos reciclados en la mejora de propiedades mecánicas del concreto. *Construcción Sostenible y Materiales Reciclados*, 11(3), 170-179.
- Gómez Méndez, L. V., & Rúgeles López, K. A. (2023). Revisión de literatura sobre las propiedades mecánicas de concreto permeable adicionado con polipropileno y residuos de palma africana. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Ingeniería Civil, Villavicencio.
<https://hdl.handle.net/20.500.12494/53742>
- González, A., & Rodríguez, L. (2020). Características del concreto permeable para la gestión eficiente del agua. *Tecnología y Desarrollo Urbano*, 18(2), 112-125.
- González, A., Rodríguez, L., & Martínez, P. (2021). Concreto permeable en áreas urbanas: Beneficios y desafíos. *Revista Latinoamericana de Construcción y Tecnología*, 20(1), 99-115.
- Hernández & Baptista. (2014). Metodología de la investigación. Mc Graw Hill. México.
- Hernández, J., García, M., & Rodríguez, A. (2022). Resistencia a la compresión del concreto con metales reciclados: Estudio comparativo. *Revista de Ingeniería y Materiales Reciclados*, 9(4), 112-121.
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 9(17).
- López, E. (2000). NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO. LIMA: ANGEL GOMEZ.
- López, E. (2005). SUPERVISION DEL CONCRETO EN OBRA. INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA.



- Martínez, P., González, A., & Rodríguez, L. (2021). Concreto permeable y su impacto en la gestión de aguas pluviales urbanas. *Revista de Construcción y Desarrollo Sostenible*, 8(2), 55-68.
- Mestas, N., & Hernández, J. B. (2018). Concreto permeable reforzado con un aditivo a base de reciclados de poliestireno. *Perspectivas De La Ciencia Y La Tecnología*, 1(2), 18-29. <https://revistas.uaq.mx/index.php/perspectivas/article/view/170>
- Nicomedes. (2018). Tipo de investigación.
- Oliva, A., & Morales, D. (2021). Integración de metales reciclados en concreto para mejorar su resistencia. *Revista de Materiales Reciclados y Construcción*, 6(3), 45-58.
- Oliva, A., & Ramírez, S. (2021). Utilización de materiales reciclados en la producción de concreto: Un análisis de costos y eficiencia. *Revista Brasileña de Construcción Sostenible*, 7(5), 22-34.
- Ortiz Zapata, F. (2023). Evaluación de las propiedades de un concreto permeable utilizando residuos de construcción y demolición para su utilización en pavimentos especiales en el distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque, 2020. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/6946>
- Oruna García, E. D. (2022). Diseño de concreto permeable en vías del parque Grau para mitigar las inundaciones temporales de Juliaca - 2022. Juliaca: Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/113089>
- Oyola Rojas, B., & Romaní Noa, Y. F. (2020). Influencia de adición de fibras de tereftalato de polietileno reciclable en las propiedades de concreto permeable para pavimento de tráfico liviano. Lima: Universidad Peruana Unión. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4071>
- Rivera, G. (2002). CONCRETO SIMPLE. LIMA: LIMA.



- Salazar, R., & Rodríguez, L. (2020). El concreto permeable como solución a la gestión de aguas pluviales en la región andina. *Revista de Ingeniería y Tecnología Ambiental*, 11(2), 45-59.
- Salazar, R., González, A., & Rodríguez, L. (2021). Sostenibilidad y eficiencia en la gestión de aguas pluviales mediante concreto permeable. *Revista Internacional de Infraestructura Verde*, 19(4), 12-25.
- Sánchez, L., & López, F. (2021). Impacto del concreto permeable en la reducción de inundaciones urbanas. *Revista de Infraestructura y Gestión del Agua*, 10(1), 65-79.
- Sánchez, L., Ramírez, S., & González, A. (2022). Incorporación de materiales reciclados en concreto: Un enfoque hacia la sostenibilidad y la reducción de residuos. *Revista de Tecnología y Gestión Ambiental*, 15(3), 123-135.
- Sánchez, L., Rodríguez, A., & González, A. (2022). Futuro del concreto reciclado: Oportunidades y desafíos. *Revista de Innovación y Construcción Sostenible*, 10(1), 35-47.
- Sánchez, L., & Ramírez, S. (2020). Desafíos en la incorporación de materiales reciclados en concreto: Efectos en la trabajabilidad. *Revista de Ingeniería de Materiales Reciclados*, 14(2), 78-89.
- Suaña Apaza, J. D. (2021). Evaluación del concreto permeable adicionando virutas de acero para la sostenibilidad del pavimento en el Jr. Moquegua de la ciudad de Juliaca, 2021. Juliaca: Universidad Cesar Vallejo.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/76554>
- Torres, A. (2004). *Curso Básico de Tecnología del Concreto Para Ingenieros Civiles*. LIMA: UNI.
- Yuste, M. (2015). *Introducción a la investigación científica*. México: Editorial Alfaomega.



ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

TÍTULO:INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
Problema General: ¿Cuál es la incidencia de la incorporación de material reciclado de metales y polietileno sobre las propiedades de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya 2024?	Objetivo General: Evaluar la incidencia de la incorporación de material reciclado de metales y polietileno sobre las propiedades de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya 2024.	Hipótesis General: La incidencia de la incorporación de material reciclado de metales y polietileno será positiva en las propiedades de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya 2024.	Variable Independiente Material Reciclado de Metales y Polietileno Dimensiones: <i>Tipo de material, % de adición.</i>	Fichas y Herramientas de Laboratorio
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente <i>Propiedades del concreto permeable</i> Dimensiones: <i>Asentamiento Resistencia a la compresión Coeficiente de permeabilidad</i>	
¿De qué manera la incorporación de material reciclado de metales y polietileno incide en el asentamiento de la mezcla de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya 2024?	Determinar la manera en que la incorporación de material reciclado de metales y polietileno incide en el asentamiento de la mezcla de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya 2024.	1La incorporación de material reciclado de metales y polietileno incidirá de forma regular en el asentamiento de la mezcla de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya.		
¿De qué manera la adición de material reciclado de metales y polietileno impacta en la resistencia a la compresión de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya 2024?	Determinar la manera en que la adición de material reciclado de metales y polietileno impacta en la resistencia a la compresión de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya 2024.	La adición de material reciclado de metales y polietileno impactará de manera positiva en la resistencia a la compresión de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya.		
¿De qué manera el empleo de material reciclado de metales y polietileno influye en la permeabilidad de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya 2024?	Determinar la manera en que el empleo de material reciclado de metales y polietileno influye en la permeabilidad de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya 2024.	El empleo de material reciclado de metales y polietileno influirá de forma significativa en la permeabilidad de un diseño de concreto permeable en la provincia de Carabaya.		Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.

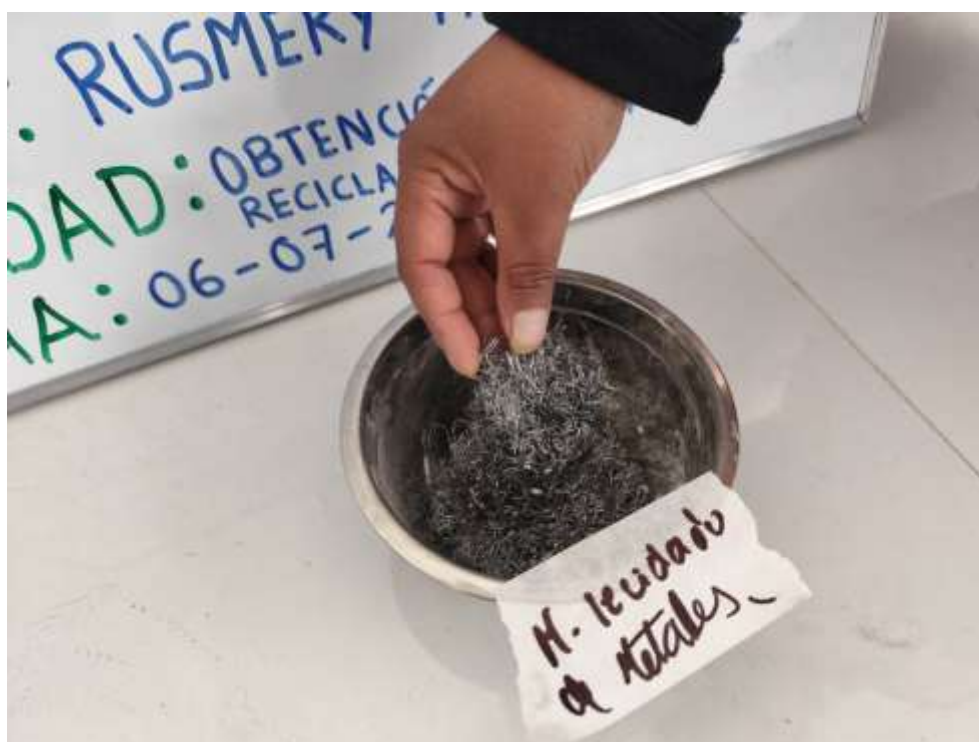
Anexo B. Panel fotográfico



Fotografía 1. Presentación de material reciclado de metales.



Fotografía 2. Corte de material reciclado de metales.



Fotografía 3. *Obtención de material reciclado de metales.*



Fotografía 4. *Presentación del polietileno.*



Fotografía 5. *Presentación del polietileno de baja densidad.*



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



PROYECTO : INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024
SOLICITANTE : Bach. RUSMERY PARICELA AMBROSIO
CANTERA : UNOCOLLA
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 1 JULIO DEL 2024

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 = 481.33
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00
					W	-Peso del picnómetro con agua = 1311.96
N° 8	122.36	24.47	24.47	75.53	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1622.59
N° 16	83.62	16.72	41.20	58.80	PESO ESPECÍFICO	
N° 30	99.74	19.95	61.14	38.86	Wc+B =	1812
N° 50	121.22	24.24	85.39	14.61	Wc+B-W =	189
N° 100	41.62	8.32	93.71	6.29	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	2.64 gr/cm ³
N° 200	15.65	3.13	96.84	3.16	ABSORCIÓN	
FONDO	15.79	3.16	100.00	0.00	B =	500.00
SUMA	500.00	100.00			B-A =	18.67
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	3.88 %
MF = MÓDULO DE FINEZA						3.06

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 = 782.25
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00
					W	-Peso del picnómetro con agua = 1311.96
1"	0	0.00	0.00	100.00	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1798.25
3/4"	0	0.00	0.00	100.00	PESO ESPECÍFICO	
1/2"	0	0.00	0.00	100.00	Wc+B =	2112
3/8"	1283	36.66	36.66	63.34	Wc+B-W =	314
1/4"	0	0.00			Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	2.55 gr/cm ³
N° 4	2216	63.31	99.97	0.03	ABSORCIÓN	
FONDO	1.00	0.03	100.00	0.00	B =	800.00
SUMA	3500.00	100.00			B-A =	17.75
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	2.27 %

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



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Mtro. Arnoldo Yana Torres
C.P. 07257

BIE: B004-00023348



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN 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 : INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

SOLICITANTE : Bach. RUSMERY PARICELA AMBROSIO

CANTERA : UNOCOLLA

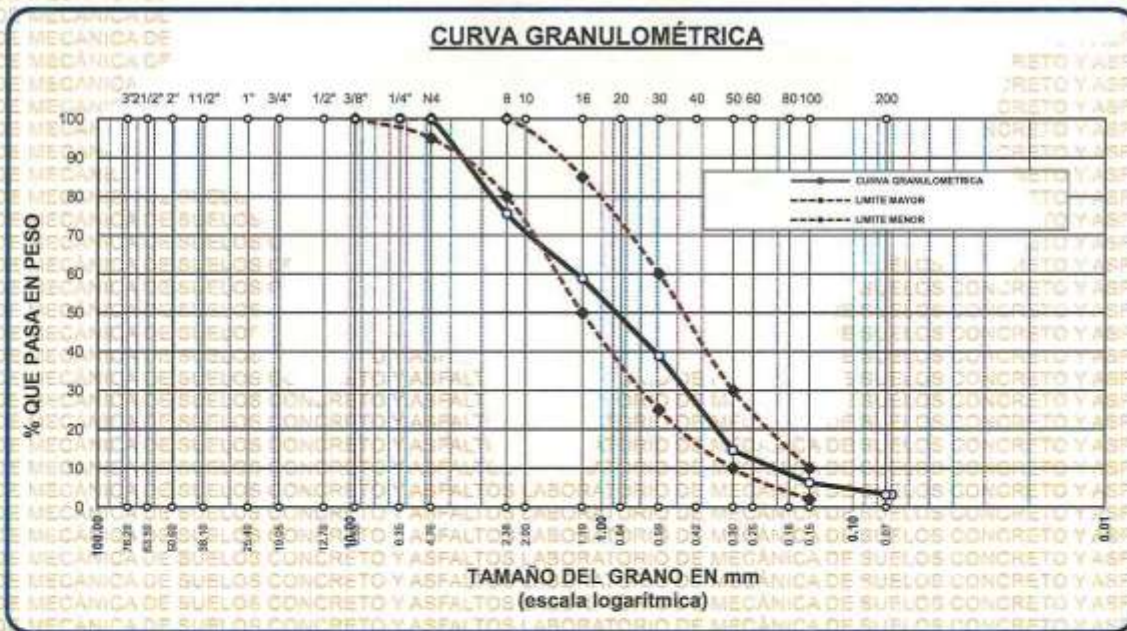
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 1 JULIO DEL 2024

TAMICES	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM							
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 %	Peso Inicial = 500 gr.
No8	2.380	122.36	24.47	24.47	75.53	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 3.06
No10	2.000						
No16	1.190	83.62	16.72	41.20	58.80	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	99.74	19.95	61.14	38.86	25 - 60 %	
No40	0.420						
No50	0.300	121.22	24.24	85.39	14.61	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	41.62	8.32	93.71	6.29	2-10%	
No200	0.074	15.65	3.13	96.84	3.16		
BASE		15.79	3.16	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		3.16					

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA





UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR 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 : INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

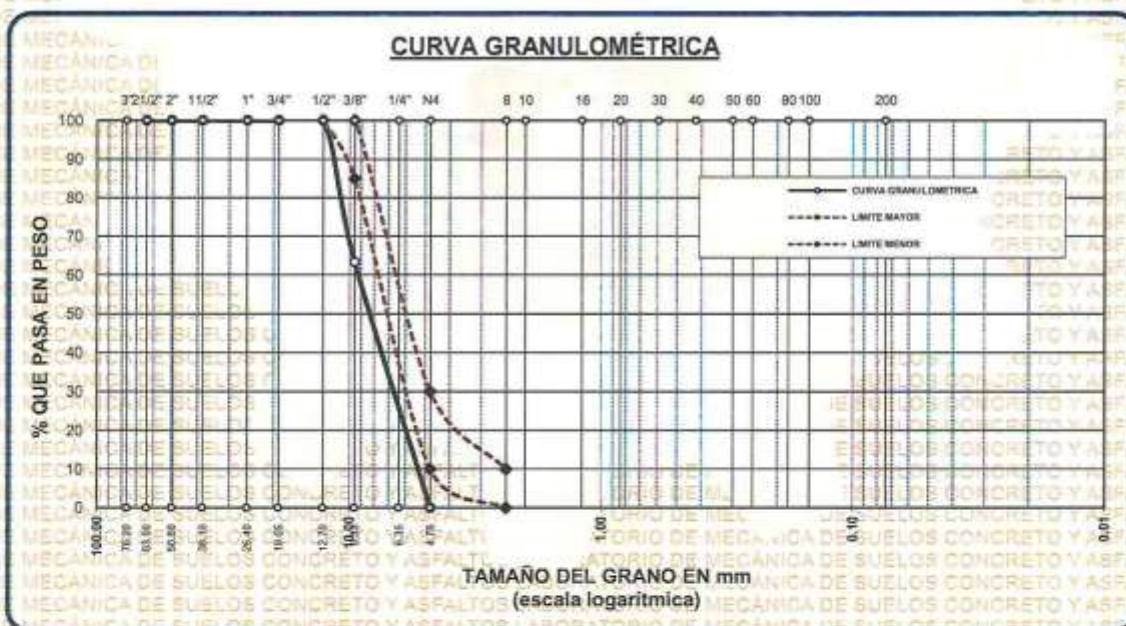
SOLICITANTE : Bach. RUSMERY PARICELA AMBROSIO

CANTERA : UNOCOLLA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 1 JULIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Inicial = 3500 gr.
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		Tamaño máx. nominal = 3/8"
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	100%T	OBSERVACIONES:
3/8"	9.525	1283.00	36.66	36.66	63.34	85 - 100 %	
1/4"	6.350						
Nº4	4.760	2216.00	63.31	99.97	0.03	10 - 30 %	
BASE		1.00	0.20	100.2	-0.2		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.03					





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 : INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

SOLICITANTE : Bach. RUSMERY PARICELA AMBROSIO

CANTERA : UNOCOLLA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 1 JULIO DEL 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO

Nº DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	512.32
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	481.36
PESO DEL TARRO (gr.)	44.25
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	468.07
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	437.11
PESO DEL AGUA (gr.)	30.96
% HUMEDAD	7.08

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

Nº DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	637.68
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	618.62
PESO DEL TARRO (gr.)	45.63
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	592.05
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	572.99
PESO DEL AGUA (gr.)	19.06
% HUMEDAD	3.33

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

Mato Amalinda Yana Torres

BIE: B004-00023348



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 : INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

SOLICITANTE : Bach. RUSMERY PARICELA AMBROSIO

CANTERA : UNOCOLLA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 1 JULIO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	1860 gr	1860 gr	1860 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3524 cm ³	3524 cm ³	3524 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	7170.00 gr	7175.00 gr	7180.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	5310.00 gr	5315.00 gr	5320.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.507 gr/cm ³	1.508 gr/cm ³	1.510 gr/cm ³
PROMEDIO	1.508 gr/cm ³		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	1860 gr	1860 gr	1860 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3524 cm ³	3524 cm ³	3524 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	7690.00 gr	7695.00 gr	7700.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5830.00 gr	5835.00 gr	5840.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.654 gr/cm ³	1.656 gr/cm ³	1.657 gr/cm ³
PROMEDIO	1.656 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAS INGENIERÍA CIVIL

Mtro. Arnoldo Yano Torres
C.P. 103207

BIE: B004-00023348



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 : INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

SOLICITANTE : Bach. RUSMERY PARICELA AMBROSIO

CANTERA : UNOCOLLA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

FECHA : 1 JULIO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	1597 gr	1597 gr	1597 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2722 cm ³	2722 cm ³	2722 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	5990.00 gr	5995.00 gr	6000.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4393.00 gr	4398.00 gr	4403.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.614 gr/cm ³	1.616 gr/cm ³	1.618 gr/cm ³
PROMEDIO	1.616 gr/cm ³		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	1597 gr	1597 gr	1597 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2722 cm ³	2722 cm ³	2722 cm ³
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	6345.00 gr	6350.00 gr	6355.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	4748.00 gr	4753.00 gr	4758.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.744 gr/cm ³	1.746 gr/cm ³	1.748 gr/cm ³
PROMEDIO	1.746 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M. Sc. Arnaldo Iona Torres
CIP: 303257

BIE: 8004-00023348



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



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

PROYECTO : INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024
SOLICITANTE : Bach. RUSMERY PARICELA AMBROSIO
CANTERA : UNOCOLLA
UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FECHA : 1 JULIO DEL 2024

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI-R522r-10

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 175 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días
entonces la resistencia promedio $F'cr = 245 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 0"

SE UTILIZARÁ EL CEMENTO RUMI PORTLAND TIPO IP

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

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

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.55	2.64
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1656	1746
P.U. Suelto	1508	1616
% de Absorción	2.27	3.88
% de Humedad Natural	3.33	7.08
Modulo de Fineza	-	3.06

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. La relación agua cemento se obtiene de las tablas proporcionadas por el ACI 522: **0.30**
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un DMN: **$3/8"$ (9.53mm)**
3. Contenido de vacíos: **USO N° 8 $C_v = 17 \%$**
4. Determinación de volumen de pasta: **0.28 Ligeramente compactado**
5. Cálculo de volúmenes

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

$$\text{Vol. A. Grueso (Vag)} = 0.55$$

$$\text{A. grueso} = 1413.68 \text{ kg}$$



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

Mtro. Arnaldo Yana Torres

B/E: B004-00023348



6. Cantidad de cemento

Cemento = 371.95 kg

Volumen de cemento = 0.128 m³

Cont. de Agua = 142.69 kg

Vol. de Agua = 0.142 m³

Volumen total de sólidos = 0.82 m³

7. Considerando un Porcentaje de Finos

Porcentaje de Finos: 5 %

Vol. A. Grueso (Vag) = 0.53 Vol. A. Grueso (Vag) = 0.0267

A grueso = 1337.98 kg A. fino = 68.36 kg

Confirmar porcentajes de vacíos

18 % OK

8. Corrección por absorción, humedad y aportes

Aporte A. Grueso 1338 * 0.029 = 38.80

Aporte A. Fino 68.95 * 0.056 = 3.86

Total Aportes = 42.663

Agua Efectiva: 98.697 lt/m³

Valores de diseño corregidos por humedad:

A Grueso Húmedo 1339 * 1.048 = 1402.937 kg/m³

A Grueso Fino 68.87 * 1.008 = 69.420 kg/cm³

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)
Cemento	371.950	1.000	371.950
Agua	142.690	0.384	98.697
Agreg. Grueso	1337.980	3.597	1402.937
Agreg. Fino	68.360	0.184	69.420
Aire	18.0 %		18.0 %

8.75 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

OBSERVACIONES:

*LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD NACIONAL CAJAMARCA
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Mtr. Arnoldo Yara Torres

BIE: B004-00023348



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: INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

SOLICITANTE: BACHILLER RUSMERY PARICELA AMBROSIO

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

FECHA: JULIO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON POLIETILENO 2,0%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	19227	15,01	176,95	108,66	175	02/07/2024	09/07/2024	7	62,09
2	BRIQUETA DE PRUEBA	19202	14,98	176,24	108,95	175	02/07/2024	09/07/2024	7	62,26
3	BRIQUETA DE PRUEBA	19156	14,98	176,24	108,69	175	02/07/2024	09/07/2024	7	62,11
4	BRIQUETA DE PRUEBA	19098	15,01	176,95	107,93	175	02/07/2024	09/07/2024	7	61,67
5	BRIQUETA DE PRUEBA	19212	14,98	176,24	109,01	175	02/07/2024	09/07/2024	7	62,29
Promedio De Esf. Rotura					108,65					62,08

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	23224	14,98	176,24	131,77	175	02/07/2024	16/07/2024	14	75,30
2	BRIQUETA DE PRUEBA	23235	14,98	176,24	131,83	175	02/07/2024	16/07/2024	14	75,33
3	BRIQUETA DE PRUEBA	23302	15,01	176,95	131,89	175	02/07/2024	16/07/2024	14	75,25
4	BRIQUETA DE PRUEBA	23258	15,01	176,95	131,44	175	02/07/2024	16/07/2024	14	75,11
5	BRIQUETA DE PRUEBA	23196	14,98	176,24	131,61	175	02/07/2024	16/07/2024	14	75,21
Promedio De Esf. Rotura					131,67					75,24

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	28069	14,98	176,24	158,26	175	02/07/2024	30/07/2024	28	91,01
2	BRIQUETA DE PRUEBA	28106	14,98	176,24	159,47	175	02/07/2024	30/07/2024	28	91,13
3	BRIQUETA DE PRUEBA	28155	15,02	177,19	158,90	175	02/07/2024	30/07/2024	28	90,80
4	BRIQUETA DE PRUEBA	28625	14,98	176,24	162,42	175	02/07/2024	30/07/2024	28	92,81
5	BRIQUETA DE PRUEBA	27896	15,01	176,95	157,65	175	02/07/2024	30/07/2024	28	90,09
Promedio De Esf. Rotura					159,54					91,17

OBSERVACIONE:

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



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

Ing. Yanis Jara Jara
FICP 12/11/2024

BIE: B004-00023348



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 : INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

SOLICITANTE : BACHILLER RUSMERY PARICELA AMBROSIO

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

FECHA : JULIO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON POLIETILENO 1,5%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	21166	15,01	176,95	119,62	175	02/07/2024	09/07/2024	7	68,35
2	BRIQUETA DE PRUEBA	21202	14,98	176,24	120,30	175	02/07/2024	09/07/2024	7	68,74
3	BRIQUETA DE PRUEBA	21146	14,98	176,24	119,98	175	02/07/2024	09/07/2024	7	68,56
4	BRIQUETA DE PRUEBA	21222	15,01	176,95	119,93	175	02/07/2024	09/07/2024	7	68,53
5	BRIQUETA DE PRUEBA	21303	14,98	176,24	120,87	175	02/07/2024	09/07/2024	7	69,07

Promedio De Esf. Rotura 120,14 68,65

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	24587	14,98	176,24	139,51	175	02/07/2024	16/07/2024	14	79,72
2	BRIQUETA DE PRUEBA	24432	14,98	176,24	138,63	175	02/07/2024	16/07/2024	14	79,22
3	BRIQUETA DE PRUEBA	24635	15,01	176,95	139,22	175	02/07/2024	16/07/2024	14	79,55
4	BRIQUETA DE PRUEBA	24388	15,01	176,95	137,82	175	02/07/2024	16/07/2024	14	78,76
5	BRIQUETA DE PRUEBA	24806	14,98	176,24	140,75	175	02/07/2024	16/07/2024	14	80,43

Promedio De Esf. Rotura 139,18 79,53

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	29541	14,98	176,24	167,61	175	02/07/2024	30/07/2024	28	95,78
2	BRIQUETA DE PRUEBA	29465	14,98	176,24	167,18	175	02/07/2024	30/07/2024	28	95,53
3	BRIQUETA DE PRUEBA	29524	15,02	177,19	166,63	175	02/07/2024	30/07/2024	28	95,22
4	BRIQUETA DE PRUEBA	29206	14,98	176,24	165,71	175	02/07/2024	30/07/2024	28	94,89
5	BRIQUETA DE PRUEBA	29213	15,01	176,95	165,09	175	02/07/2024	30/07/2024	28	94,34

Promedio De Esf. Rotura 166,45 95,11

OBSERVACIONE:

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C. INVESTIGADOR
Ing. Arnoldo Yana Torres
CIP: 103257

BIE: B004-00023348



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: INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024.

SOLICITANTE: BACHILLER RUSMERY PARICELA AMBROSIO.

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

FECHA: JULIO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON POLIETILENO 0,5%

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 DE PRUEBA	22405	15,01	176,95	126,62	175	02/07/2024	09/07/2024	7	72,35
2	BRIQUETA DE PRUEBA	22396	14,98	176,24	127,07	175	02/07/2024	09/07/2024	7	72,61
3	BRIQUETA DE PRUEBA	22205	14,98	176,24	125,89	175	02/07/2024	09/07/2024	7	71,99
4	BRIQUETA DE PRUEBA	22103	15,01	176,95	124,91	175	02/07/2024	09/07/2024	7	71,38
5	BRIQUETA DE PRUEBA	21998	14,98	176,24	124,82	175	02/07/2024	09/07/2024	7	71,32

Promedio De Esf. Rotura 125,68 71,93

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 DE PRUEBA	27011	14,98	176,24	153,26	175	02/07/2024	16/07/2024	14	87,58
2	BRIQUETA DE PRUEBA	27102	14,98	176,24	153,78	175	02/07/2024	16/07/2024	14	87,87
3	BRIQUETA DE PRUEBA	26885	15,01	176,95	151,82	175	02/07/2024	16/07/2024	14	86,76
4	BRIQUETA DE PRUEBA	26462	15,01	176,95	149,54	175	02/07/2024	16/07/2024	14	85,45
5	BRIQUETA DE PRUEBA	26796	14,98	176,24	152,04	175	02/07/2024	16/07/2024	14	86,88

Promedio De Esf. Rotura 152,09 86,91

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 DE PRUEBA	30545	14,98	176,24	173,31	175	02/07/2024	30/07/2024	28	99,04
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30602	14,98	176,24	173,63	175	02/07/2024	30/07/2024	28	99,22
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30306	15,02	177,19	171,04	175	02/07/2024	30/07/2024	28	97,74
4	BRIQUETA DE PRUEBA	30685	14,98	176,24	173,99	175	02/07/2024	30/07/2024	28	99,42
5	BRIQUETA DE PRUEBA	30712	15,01	176,95	173,56	175	02/07/2024	30/07/2024	28	99,18

Promedio De Esf. Rotura 173,11 98,92

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



Ing. Arnoldo Varga Torres
C.I. 103257

BIE: B004-00023348



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR 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 : INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024.

SOLICITANTE : BACHILLER RUSMERY PARICELA AMBROSIO

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

FECHA : JULIO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON MATERIAL RECICLADO DE METALES AL 0,6%

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 DE PRUEBA	18689	15,01	176,95	105,62	175	02/07/2024	09/07/2024	7	60,35
2	BRIQUETA DE PRUEBA	18205	14,98	176,24	103,29	175	02/07/2024	09/07/2024	7	59,03
3	BRIQUETA DE PRUEBA	17623	14,98	176,24	99,99	175	02/07/2024	09/07/2024	7	57,14
4	BRIQUETA DE PRUEBA	17385	15,01	176,95	98,13	175	02/07/2024	09/07/2024	7	56,08
5	BRIQUETA DE PRUEBA	17958	14,98	176,24	101,89	175	02/07/2024	09/07/2024	7	58,22
Promedio De Esf. Rotura					101,79					58,16

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 DE PRUEBA	22405	14,98	176,24	127,13	175	02/07/2024	16/07/2024	14	72,64
2	BRIQUETA DE PRUEBA	22202	14,98	176,24	125,97	175	02/07/2024	16/07/2024	14	71,98
3	BRIQUETA DE PRUEBA	21985	15,01	176,95	124,24	175	02/07/2024	16/07/2024	14	71,00
4	BRIQUETA DE PRUEBA	22368	15,01	176,95	126,40	175	02/07/2024	16/07/2024	14	72,23
5	BRIQUETA DE PRUEBA	22412	14,98	176,24	127,16	175	02/07/2024	16/07/2024	14	72,67
Promedio De Esf. Rotura					126,18					72,10

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 DE PRUEBA	28067	14,98	176,24	159,25	175	02/07/2024	30/07/2024	28	91,00
2	BRIQUETA DE PRUEBA	27562	14,98	176,24	156,39	175	02/07/2024	30/07/2024	28	89,36
3	BRIQUETA DE PRUEBA	27862	15,02	177,19	157,25	175	02/07/2024	30/07/2024	28	89,86
4	BRIQUETA DE PRUEBA	28102	14,98	176,24	159,45	175	02/07/2024	30/07/2024	28	91,11
5	BRIQUETA DE PRUEBA	26982	15,01	176,95	152,48	175	02/07/2024	30/07/2024	28	87,13
Promedio De Esf. Rotura					156,86					89,89

OBSERVACIONE:

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CIP INGENIERÍA CIVIL

Ing. Augusto Iona Torres
FICP - CIP INGENIERÍA CIVIL

BIE: B004-00023348



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES 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: INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

SOLICITANTE: BACHILLER RUSMERY PARICELA AMBROSIO

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

FECHA: JULIO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON MATERIAL RECICLADO DE METALES AL 0.4%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	φ cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	BRIQUETA DE PRUEBA	20105	15,01	176,95	113,62	175	02/07/2024	09/07/2024	7	64,93
2	BRIQUETA DE PRUEBA	20098	14,98	176,24	114,04	175	02/07/2024	09/07/2024	7	65,16
3	BRIQUETA DE PRUEBA	20055	14,98	176,24	113,79	175	02/07/2024	09/07/2024	7	65,02
4	BRIQUETA DE PRUEBA	20121	14,98	176,24	114,17	175	02/07/2024	09/07/2024	7	65,24
5	BRIQUETA DE PRUEBA	20068	15,01	176,95	113,41	175	02/07/2024	09/07/2024	7	64,81

Promedio De Esf. Rotura 113,80

65,03

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	φ cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	BRIQUETA DE PRUEBA	23562	14,98	176,24	133,69	175	02/07/2024	16/07/2024	14	76,39
2	BRIQUETA DE PRUEBA	23815	14,98	176,24	135,13	175	02/07/2024	16/07/2024	14	77,21
3	BRIQUETA DE PRUEBA	23796	15,01	176,95	134,48	175	02/07/2024	16/07/2024	14	76,84
4	BRIQUETA DE PRUEBA	23868	14,98	176,24	135,43	175	02/07/2024	16/07/2024	14	77,39
5	BRIQUETA DE PRUEBA	23795	14,98	176,24	135,01	175	02/07/2024	16/07/2024	14	77,15

Promedio De Esf. Rotura 134,75

77,00

19	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	φ cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	%
1	BRIQUETA DE PRUEBA	28729	15,01	176,95	162,36	175	02/07/2024	30/07/2024	28	92,78
2	BRIQUETA DE PRUEBA	28836	15,01	176,95	162,96	175	02/07/2024	30/07/2024	28	93,12
3	BRIQUETA DE PRUEBA	28995	14,98	176,24	164,52	175	02/07/2024	30/07/2024	28	94,01
4	BRIQUETA DE PRUEBA	28978	14,98	176,24	164,42	175	02/07/2024	30/07/2024	28	93,95
5	BRIQUETA DE PRUEBA	28902	15,01	176,95	163,33	175	02/07/2024	30/07/2024	28	93,33

Promedio De Esf. Rotura 163,52

93,44

OBSERVACION

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELÁSQUEZ"
FICP - CA. INGENIERÍA CIVIL

Armando Iana Torres
CIP: 103257

BIE: B004-00023348



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 : INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

SOLICITANTE : BACHILLER RUSMERY PARICELA AMBROSIO

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

FECHA : JULIO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON MATERIAL RECICLADO DE METALES AL 0,2%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	φ cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	BRIQUETA DE PRUEBA	20989	15,01	176,95	118,62	175	02/07/2024	09/07/2024	7	67,78
2	BRIQUETA DE PRUEBA	20956	14,98	176,24	118,90	175	02/07/2024	09/07/2024	7	67,94
3	BRIQUETA DE PRUEBA	20895	14,98	176,24	118,56	175	02/07/2024	09/07/2024	7	67,75
4	BRIQUETA DE PRUEBA	20889	14,98	176,24	118,52	175	02/07/2024	09/07/2024	7	67,73
5	BRIQUETA DE PRUEBA	20926	15,01	176,95	118,26	175	02/07/2024	09/07/2024	7	67,58
Promedio De Esf. Rotura					118,57					67,76

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	φ cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	BRIQUETA DE PRUEBA	25413	15,01	176,95	143,62	175	02/07/2024	16/07/2024	14	82,07
2	BRIQUETA DE PRUEBA	25388	15,01	176,95	143,53	175	02/07/2024	16/07/2024	14	82,02
3	BRIQUETA DE PRUEBA	25821	14,98	176,24	146,51	175	02/07/2024	16/07/2024	14	83,72
4	BRIQUETA DE PRUEBA	25883	14,98	176,24	146,86	175	02/07/2024	16/07/2024	14	83,92
5	BRIQUETA DE PRUEBA	25865	15,01	176,95	146,17	175	02/07/2024	16/07/2024	14	83,53
Promedio De Esf. Rotura					145,34					83,05

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	φ cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'C Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	BRIQUETA DE PRUEBA	29196	15,01	176,95	165,00	175	02/07/2024	30/07/2024	28	94,28
2	BRIQUETA DE PRUEBA	29202	14,98	176,24	165,69	175	02/07/2024	30/07/2024	28	94,68
3	BRIQUETA DE PRUEBA	29199	14,98	176,24	165,67	175	02/07/2024	30/07/2024	28	94,67
4	BRIQUETA DE PRUEBA	29360	14,98	176,24	166,59	175	02/07/2024	30/07/2024	28	95,19
5	BRIQUETA DE PRUEBA	29165	15,01	176,95	164,82	175	02/07/2024	30/07/2024	28	94,18
Promedio De Esf. Rotura					165,55					94,60

OBSERVACIONES

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C. [Firma]
Ing. Arnoldo Yana Torres

BIE: B004-00023348



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

INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

SOLICITANTE

BACHILLER RUSMERY PARICELA AMBROSIO

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

JULIO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CONCRETO CONVENCIONAL

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	22102	14,98	178,24	125,41	175	02/07/2024	09/07/2024	7	71,66
2	BRIQUETA DE PRUEBA	21926	14,98	176,24	124,41	175	02/07/2024	09/07/2024	7	71,09
3	BRIQUETA DE PRUEBA	21836	15,01	176,95	123,40	175	02/07/2024	09/07/2024	7	70,52
4	BRIQUETA DE PRUEBA	21863	14,98	176,24	124,05	175	02/07/2024	09/07/2024	7	70,89
5	BRIQUETA DE PRUEBA	21896	14,98	176,24	124,24	175	02/07/2024	09/07/2024	7	70,99
Promedio De Esf. Rotura					124,30					71,03

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	26149	14,98	176,24	148,37	175	02/07/2024	16/07/2024	14	84,78
2	BRIQUETA DE PRUEBA	26202	14,98	176,24	148,67	175	02/07/2024	16/07/2024	14	84,95
3	BRIQUETA DE PRUEBA	26352	15,01	176,95	148,92	175	02/07/2024	16/07/2024	14	85,10
4	BRIQUETA DE PRUEBA	26216	15,01	176,95	148,15	175	02/07/2024	16/07/2024	14	84,86
5	BRIQUETA DE PRUEBA	26188	14,98	176,24	148,59	175	02/07/2024	16/07/2024	14	84,91
Promedio De Esf. Rotura					148,54					84,88

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	31430	15,01	176,95	177,62	175	02/07/2024	30/07/2024	28	101,50
2	BRIQUETA DE PRUEBA	31396	15,01	176,95	177,43	175	02/07/2024	30/07/2024	28	101,39
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30902	14,98	176,24	175,34	175	02/07/2024	30/07/2024	28	100,19
4	BRIQUETA DE PRUEBA	30911	14,98	176,24	175,39	175	02/07/2024	30/07/2024	28	100,22
5	BRIQUETA DE PRUEBA	30907	15,01	176,95	174,67	175	02/07/2024	30/07/2024	28	99,81
Promedio De Esf. Rotura					176,09					100,62

OBSERVACIONE

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
JEFATURA
[Firma]

BIE: B004-00023348



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



PROYECTO: INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CAYABAMA 2024
SOLICITANTE: BACHILLER RUSMERY PARICELA AMBROSIO
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA: JULIO DEL 2024

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE + POLIETILENO AL 2.0%

N°	DESCRIPCIÓN	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (L)	Área de la muestra (A)	Área del cilindro de carga (a)	Alt. De la columna de agua (h1)	Alt. De la tubería de salida (h2)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg) k	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg) k
1	BRIQUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	15.00	13.00	30.00	176.62	19.63	158.00	1.00	1.30	12.95
2	BRIQUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	14.97	15.00	30.00	178.02	19.63	159.00	1.00	1.12	11.18
3	BRIQUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	15.03	15.00	30.00	177.19	19.63	158.00	1.00	1.12	11.22

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (L)	Área de la muestra (A)	Área del cilindro de carga (a)	Alt. De la columna de agua (h1)	Alt. De la tubería de salida (h2)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg) k	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg) k
1	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.88	18.00	30.00	176.62	19.63	150.00	1.00	1.04	10.44
2	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.75	15.00	30.00	178.02	19.63	148.00	1.00	1.10	11.02
3	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.96	12.00	30.00	177.19	19.63	149.00	1.00	1.39	13.66

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra (φ)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (L)	Área de la muestra (A)	Área del cilindro de carga (a)	Alt. De la columna de agua (h1)	Alt. De la tubería de salida (h2)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg) k	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg) k
1	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.86	11.00	30.00	176.62	19.63	150.00	1.00	1.52	15.19
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.96	12.00	30.00	178.02	19.63	152.00	1.00	1.38	13.85
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.92	16.00	30.00	177.19	19.63	146.00	1.00	1.04	10.35

BIE: B004-00023348

W2520023348 Vicerrectorado de Investigación
FICP - C.A. Ingeniería Civil
Mr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 109257





UNIVERSIDAD ANÓNIMA "HÉCTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIÉTFENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CAJAMARCA 2024

SOLICITANTE: BACHILLER RUSMERY PARELLA AMBROSIO

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

FECHA: JULIO DEL 2024

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE + POLIÉTFENO AL 15%

N°	DESCRIPCIÓN	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm²)	Área del cilindro de carga (cm²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	15.07	30.00	176.62	19.63	180.00	1.00	1.06	10.58
2	BRIQUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	14.97	30.00	178.02	19.63	148.00	1.00	1.18	11.41
3	BRIQUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	14.89	30.00	177.19	19.63	156.00	1.00	1.40	13.99

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm²)	Área del cilindro de carga (cm²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.89	30.00	176.62	19.63	148.00	1.00	1.11	11.11
2	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.85	30.00	178.02	19.63	145.00	1.00	1.10	10.98
3	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.92	30.00	177.19	19.63	152.00	1.00	1.28	12.84

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm²)	Área del cilindro de carga (cm²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.93	30.00	176.62	19.63	142.00	1.00	1.38	13.77
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.99	30.00	178.02	19.63	145.00	1.00	1.18	11.76
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.95	30.00	177.19	19.63	148.00	1.00	1.19	11.86

BIE: B004-00023348

UNIVERSIDAD ANÓNIMA "HÉCTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAJAMARCA
Mg. Arnoldo Jara Torres
CIP: 103257





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



PROYECTO: INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

SOLICITANTE: BACHELER RUSMERY PARCELA AMBROSIO

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

FECHA: JULIO DEL 2024

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE + POLIETILENO AL 0.5%

N°	DESCRIPCIÓN	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra (p)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm²)	Área del cilindro de carga (cm²)	Alt. De la columna de agua (cm)	h1	Alt. De la tubería de salida (cm)	h2	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRICUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	15.07	15.00	30.00	176.62	19.63	160.00	160.00	1.00	1.00	1.13	11.28
2	BRICUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	14.98	15.00	30.00	178.02	19.63	159.00	159.00	1.00	1.00	1.12	11.18
3	BRICUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	15.02	15.00	30.00	177.19	19.63	162.00	162.00	1.00	1.00	1.13	11.27

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra (p)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm²)	Área del cilindro de carga (cm²)	Alt. De la columna de agua (cm)	h1	Alt. De la tubería de salida (cm)	h2	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRICUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	15.08	16.00	30.00	176.62	19.63	160.00	160.00	1.00	1.00	1.06	10.59
2	BRICUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	15.02	14.00	30.00	178.02	19.63	142.00	142.00	1.00	1.00	1.17	11.71
3	BRICUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.98	16.00	30.00	177.19	19.63	153.00	153.00	1.00	1.00	1.04	10.45

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra (p)	Tiempo (Seg)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm²)	Área del cilindro de carga (cm²)	Alt. De la columna de agua (cm)	h1	Alt. De la tubería de salida (cm)	h2	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRICUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	15.05	13.00	30.00	176.62	19.63	150.00	150.00	1.00	1.00	1.29	12.85
2	BRICUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.96	14.00	30.00	178.02	19.63	140.00	140.00	1.00	1.00	1.17	11.68
3	BRICUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.98	14.00	30.00	177.19	19.63	170.00	170.00	1.00	1.00	1.22	12.19

INVESTIGADOR: RUSMERY PARCELA AMBROSIO
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
M.Sc. Mando Juan Torres
CIP: 1033257



BIE: B004-00023348



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÉZPES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA ZORA
SOLICITANTE: BACHILLER RUSMERY PARICELA AMBROSIO
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA: JULIO DEL 2024



ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE + MATERIAL RECICLADO DE METALES AL 0.6%

N°	DESCRIPCIÓN	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra (mm)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm²)	Área del cilindro de carga (cm²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
				ϕ	L	A	a	h1	h2	k	k
1	BRICUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	15.07	30.00	176.62	19.63	156.00	1.00	1.30	12.95
2	BRICUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	14.99	30.00	178.02	19.63	149.00	1.00	1.05	10.49
3	BRICUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	15.02	30.00	177.19	19.63	155.00	1.00	1.12	11.17

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra (mm)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm²)	Área del cilindro de carga (cm²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
				ϕ	L	A	a	h1	h2	k	k
1	BRICUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.89	30.00	176.62	19.63	150.00	1.00	1.29	12.85
2	BRICUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.92	30.00	178.02	19.63	148.00	1.00	1.03	10.33
3	BRICUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.83	30.00	177.19	19.63	152.00	1.00	1.11	11.13

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra (mm)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm²)	Área del cilindro de carga (cm²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
				ϕ	L	A	a	h1	h2	k	k
1	BRICUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.96	30.00	176.62	19.63	150.00	1.00	1.52	15.19
2	BRICUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.86	30.00	178.02	19.63	140.00	1.00	1.26	12.57
3	BRICUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.84	30.00	177.19	19.63	148.00	1.00	1.11	11.07

BIE: B004-00023348

INGRESO AL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN
FICP, CIVIL, INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
M.S.C. J. TORRES
FICP, CIVIL, INGENIERÍA CIVIL

INGRESO AL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN
FICP, CIVIL, INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
M.S.C. J. TORRES
FICP, CIVIL, INGENIERÍA CIVIL

INGRESO AL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN
FICP, CIVIL, INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
M.S.C. J. TORRES
FICP, CIVIL, INGENIERÍA CIVIL

INGRESO AL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN
FICP, CIVIL, INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
M.S.C. J. TORRES
FICP, CIVIL, INGENIERÍA CIVIL

INGRESO AL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN
FICP, CIVIL, INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
M.S.C. J. TORRES
FICP, CIVIL, INGENIERÍA CIVIL



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

PROYECTO: INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIÉTERO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CAJAMARCA 2024.
SOLICITANTE: BACHILLER RUSMEYER PARELLA AMBROSIO
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA: JULIO DEL 2024



ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE + MATERIAL RECICLADO DE METALES AL 0.4%

N°	DESCRIPCIÓN	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra	Longitud de la muestra	Área de la muestra	Área del cilindro de carga	Alt. De la columna de agua	Alt. De la tubería de salida	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	06/07/2024	7	14.92	30.00	176.62	19.63	148.00	1.00	1.11	1.11
2	BRIQUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	14.97	30.00	178.02	19.63	152.00	1.00	1.04	10.39
3	BRIQUETA DE PRUEBA	03/07/2024	7	14.80	30.00	177.19	19.63	150.00	1.00	1.11	11.10

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra	Longitud de la muestra	Área de la muestra	Área del cilindro de carga	Alt. De la columna de agua	Alt. De la tubería de salida	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.93	30.00	176.62	19.63	142.00	1.00	1.18	11.80
2	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.88	30.00	178.02	19.63	144.00	1.00	1.10	10.96
3	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.92	30.00	177.19	19.63	148.00	1.00	1.11	11.07

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra	Longitud de la muestra	Área de la muestra	Área del cilindro de carga	Alt. De la columna de agua	Alt. De la tubería de salida	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.94	30.00	176.62	19.63	143.00	1.00	1.27	12.73
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.88	30.00	178.02	19.63	140.00	1.00	1.28	12.87
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.98	30.00	177.19	19.63	142.00	1.00	1.18	11.76

RECIBIDO EN LA OFICINA DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ING. ANTONIO YAGO TORRES
CIP 103257

BIE: B004-00023348



UNIVERSIDAD NACIONAL "NÉSTOR CERECES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUJOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

SOLICITANTE: BACHELLER RUSMERY PARELLA AMBROSIO

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

FECHA: JULIO DEL 2024

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE + MATERIAL RECICLADO DE METALES AL 0.2%

N°	DESCRIPCIÓN	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra (cm)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm²)	Área del cilindro de carga (cm²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	15.07	30.00	176.62	19.63	160.00	1.00	1.00	9.95
2	BRIQUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	14.96	30.00	178.02	19.63	152.00	1.00	1.11	11.08
3	BRIQUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	14.98	30.00	177.19	19.63	155.00	1.00	1.05	10.49

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra (cm)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm²)	Área del cilindro de carga (cm²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.93	30.00	176.62	19.63	160.00	1.00	1.06	10.58
2	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	15.07	30.00	178.02	19.63	158.00	1.00	0.99	9.85
3	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.98	30.00	177.19	19.63	153.00	1.00	1.04	10.45

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra (cm)	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm²)	Área del cilindro de carga (cm²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	15.05	30.00	176.62	19.63	160.00	1.00	1.21	12.08
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	15.02	30.00	178.02	19.63	140.00	1.00	1.26	12.57
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.98	30.00	177.19	19.63	170.00	1.00	1.22	12.19

UNIVERSIDAD NACIONAL "NÉSTOR CERECES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUJOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
Ing. Aracely Yung Torres
C.R. 1033257

BIE: B004-00023348



UNIVERSIDAD NACIONAL "MIGUEL GARCÉS VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECIKLADO DE METALES Y POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CAJAMAYA 2024

SOLICITANTE: BACHILLER RUSMERY PARICELA AMBRÓSIO

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

FECHA: JULIO DEL 2024

ENSAJO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE MUESTRA PATRON

N°	DESCRIPCIÓN	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de curva (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	15.07	30.00	176.82	19.63	160.00	1.00	1.06	10.68
2	BRIQUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	14.97	30.00	178.02	19.63	148.00	1.00	1.18	11.81
3	BRIQUETA DE PRUEBA	09/07/2024	7	14.89	30.00	177.19	19.63	156.00	1.00	1.40	13.99
										1.21	12.12

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de curva (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.93	30.00	176.82	19.63	160.00	1.00	1.06	10.58
2	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.85	30.00	178.02	19.63	142.00	1.00	1.09	10.93
3	BRIQUETA DE PRUEBA	16/07/2024	14	14.81	30.00	177.19	19.63	153.00	1.00	1.29	12.86
										1.15	11.46

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro de la muestra	Longitud de la muestra (cm)	Área de la muestra (cm ²)	Área del cilindro de curva (cm ²)	Alt. De la columna de agua (cm)	Alt. De la tubería de salida (cm)	Coefficiente de permeabilidad (cm/seg)	Coefficiente de permeabilidad (mm/seg)
1	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	15.05	30.00	176.82	19.63	150.00	1.00	1.39	13.92
2	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.89	30.00	178.02	19.63	140.00	1.00	1.63	16.55
3	BRIQUETA DE PRUEBA	30/07/2024	28	14.98	30.00	177.19	19.63	170.00	1.00	1.55	15.52
										1.53	15.26

INGENIERO CIVIL RUSMERY PARICELA AMBRÓSIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FECHA: 14/07/2024

BIE: 8004-00023348



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 29-12-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: RUSMERY PARICELA AMBROSIO

Dirección: Jr. FEDERICO VILLAREAL Mz. O Lt. 10A

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 76379891

Teléfono: 950 761 537

email: rusmerypa263@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: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐

Tesis ☒

Trabajo de Suficiencia Profesional ☐

Trabajo Académico ☐

Título: INCIDENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIAL RECICLADO DE METALES Y

POLIETILENO SOBRE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE CONCRETO

PERMEABLE EN LA PROVINCIA DE CARABAYA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCRETO PERMEABLE, MATERIAL RECICLADO DE METALES, POLIETILENO

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

☒ Internacional

☐ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

29-12-2025

Fecha