TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

# EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

**TESIS PRESENTADO POR:**

**Bach. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO CIVIL**

JULIACA – PERÚ

2026

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

# EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : Dr. RONALD MADERA TERÁN

PRIMER MIEMBRO : Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 0247-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 30 de abril del 2026

**VISTO:** El expediente **N° 2026-CU-003128** presentado por el (la) Bachiller: **JULIO CESAR HUARAKA MAMANI** 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. **JULIO CESAR HUARAKA MAMANI,** quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025**, 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. RONALD MADERA TERÁN
- **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- **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, **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA.**

**ARTICULO TERCERO**. – **APROBAR,** la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **JULIO CESAR HUARAKA MAMANI;** del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Jueves 07 de mayo del 2026
- **HORA** : 08:00 hr
- **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.

Dr. Ronald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
Interesado (a)



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 0098-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 28 de enero del 2026

**VISTO:** El expediente **N° 2026-CU-12691** por el señor (a): **JULIO CESAR HUARAKA MAMANI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – **N° 1146-2025**-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato **N° 11 - 2026** 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 señor (a): **JULIO CESAR HUARAKA MAMANI,** ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025**, 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. Wilfredo David Supo Pacori** 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° 11 - 2026 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES.**

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN,** presentado por el señor (a): **JULIO CESAR HUARAKA MAMANI,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES,** en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la), **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA.**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DECANO – JULIACA – PUNO
Dr. Ronald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR – JULIACA – PUNO
Dr. Fritz Willy Manani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2026
interesado (a)



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV



# RESOLUCIÓN DECANAL N° 1295-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 15 de octubre del 2025

**VISTO:** El expediente **N° 2025-CU-9453**, presentado por el señor (a) **JULIO CESAR HUARAKA MAMANI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – **N° 961-2025**-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato **N° 137 - 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): **JULIO CESAR HUARAKA MAMANI** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 137 - 2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025.**

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **JULIO CESAR HUARAKA MAMANI,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES.**

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

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA.**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS
Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
turnitin Página 1 de 159 - Portada
Identificador de la entrega trn:oid:::13016:601960661
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# JULIO CESAR HUARAKA MAMANI

## EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS...

Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

### Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::13016:601960661

Fecha de entrega
22 jun 2026, 14:23 GMT-5

Fecha de descarga
23 jun 2026, 20:50 GMT-5

Nombre del archivo
T036_43256196_T.docx

Tamaño del archivo
25.8 MB

146 páginas

25.081 palabras

139.191 caracteres

turnitin Página 1 de 159 - Portada
Identificador de la entrega trn:oid:::13016:601960661
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

# 20% 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

13% 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.


OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

## Metadatos Complementarios

| Título de la tesis | |
|---|---|
| **EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025** | |
| **Datos de autor** | |
| Nombres y apellidos | JULIO CESAR HUARAKA MAMANI |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 43256196 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0009-0000-1764-2462 |
| **Datos de asesor** | |
| Nombres y apellidos | OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 02371550 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0009-0005-6613-6925 |
| **Datos del jurado** | |
| **Presidente del jurado** | |
| Nombres y apellidos | RONALD MADERA TERÁN |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02429150 |
| **Miembro del jurado 1** | |
| Nombres y apellidos | ARNALDO YANA TORRES |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 41414676 |
| **Miembro del jurado 2** | |
| Nombres y apellidos | 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<br>País: Perú<br>Departamento: Puno<br>Provincia: San Román<br>Distrito: San Miguel<br>Latitud: S 15° 28′ 43”<br>Longitud: O 70° 07′ 37”<br><br><br>https://maps.app.goo.gl/sRv2M7R1wK3qJ4nL7 |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación | Octubre 2025 – Abril 2026 |
| URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería | **Ingeniería Civil**<br>https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00<br><br>**Ingeniería de Materiales**<br>https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00 |



TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JULIO CESAR HUARAKA MAMANI, identificado con DNI Nro. 43256196, 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:

EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025

Asesorado por: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

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 suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

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

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

Juliaca 28 de mayo del 2026

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)

Huella

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
http://repositorio.uancv.edu.pe
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

## DEDICATORIA

Este trabajo se lo quiero dedicar a mi madre Isabel por todo su apoyo, comprensión y confianza. A mis hermanos que me demostraron que en todo momento cuento con ellos, lo que me permitió seguir adelante para hacer realidad los objetivos trazados. Esta tesis representa el esfuerzo, dedicación y la perseverancia para seguir adelante con mis proyectos.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la sabiduría, la salud y la fortaleza para alcanzar este logro.

A mi familia por su amor, paciencia y apoyo incondicional sin el cual este esfuerzo no habría sido posible.

A mi asesor por su valioso tiempo, orientación y consejo. Gracias por compartir su conocimiento y por motivarme a seguir adelante.

A mis amigos y todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de esta tesis.

# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA** ..... i
**AGRADECIMIENTO** ..... ii
**ÍNDICE GENERAL** ..... i
**ÍNDICE DE TABLAS** ..... iv
**ÍNDICE DE FIGURAS** ..... vi
**RESUMEN** ..... vii
**ABSTRACT** ..... viii
**INTRODUCCIÓN** ..... ix

**CAPÍTULO I**
**EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

1.1 Análisis de la situación problemática ..... 11
1.2 Planteamiento del problema ..... 13
1.2.1 Problema general ..... 13
1.2.2 Problemas específicos ..... 13
1.3 Objetivos de la investigación ..... 13
1.3.1 Objetivo general ..... 13
1.3.2 Objetivos específicos ..... 14
1.4 Justificación de la investigación ..... 14
1.4.1 Justificación técnica ..... 14
1.4.2 Justificación económica ..... 15
1.4.3 Justificación social ..... 15
1.4.4 Justificación ambiental ..... 16
1.5 Hipótesis de la investigación ..... 17
1.5.1 Hipótesis general ..... 17
1.5.2 Hipótesis específicas ..... 17
1.6 Variables e indicadores ..... 17
1.6.1 Variable independiente ..... 17
1.6.2 Variable dependiente ..... 18
1.7 Operacionalización de variables ..... 19

## CAPÍTULO II
## MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación ..... 20
2.1.1 Antecedentes internacionales ..... 20
2.1.2 Antecedentes nacionales ..... 22
2.1.3 Antecedentes locales ..... 24
2.2 Bases teóricas ..... 26
2.2.1 Los adoquines ..... 26
2.2.1.1 Producciones de adoquines ..... 27
2.2.1.2 Ventajas de los adoquines ..... 28
2.2.1.3 Aplicaciones de los adoquines ..... 30
2.2.1.4 Tipos de adoquines ..... 31
2.2.1.5 Componentes del adoquín ..... 33
2.2.2 Parámetros físico-mecánicos que deben cumplir los adoquines ..... 36
2.2.2.1 Tolerancia dimensional ..... 36
2.2.2.2 Absorción en los adoquines ..... 37
2.2.2.3 Resistencia a compresión en adoquines ..... 38
2.2.2.4 Resistencia a flexión en los adoquines ..... 40
2.2.3 El cerámico reciclado triturado ..... 41
2.2.4 El polvo de concreto reciclado ..... 42
2.3 Marco conceptual ..... 45
2.3.1. Adoquín ..... 45
2.3.2. Cerámico reciclado triturado ..... 45
2.3.3. Polvo de concreto reciclado ..... 45
2.3.4. Propiedades de adoquines de concreto ..... 46

## CAPÍTULO III
## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación ..... 47
3.2 Tipo de investigación ..... 48
3.3 Nivel de investigación ..... 49
3.4 Diseño de la investigación ..... 49
3.5 Método de la investigación ..... 50
3.6 Población y muestra de la investigación ..... 50
3.6.1 Población ..... 50

3.6.2 Muestra ..... 51
3.7 Técnicas e instrumentos ..... 52
3.7.1 Técnicas ..... 52
3.7.2 Instrumentos ..... 52
3.8 Validación y confiabilidad del instrumento ..... 53
3.8.1 Validación ..... 53
3.8.2 Confiabilidad ..... 54
3.9 Plan de recolección de datos ..... 54
3.9.1 Análisis e interpretación de los resultados ..... 73

**CAPÍTULO IV**

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 Resultados obtenidos ..... 75
4.1.1 Propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto (fc = 320 kg/cm²) ..... 77
4.1.2 Efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades físicas de los adoquines ..... 80
4.1.3 Impacto de la adición de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas de los adoquines ..... 89
4.2 Discusión de Resultados ..... 95
CONCLUSIONES ..... 97
RECOMENDACIONES ..... 99
BIBLIOGRAFÍA ..... 100
ANEXOS ..... 107

# ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1** *Operacionalización de variables* ..... 19
**Tabla 2** *Tolerancias permitidas en las dimensiones* ..... 37
**Tabla 3** *Tolerancias permitidas en la absorción* ..... 38
**Tabla 4** *Parámetros de resistencias compresivas del adoquín* ..... 39
**Tabla 5** *Parámetros de resistencias a flexión del adoquín* ..... 40
**Tabla 6** *Cantidades de muestras* ..... 52
**Tabla 7** *Dosificación para la elaboración del adoquín* ..... 75
**Tabla 8** *Dosificación con 3% de cerámico reciclado triturado* ..... 75
**Tabla 9** *Dosificación con 6% de cerámico reciclado triturado* ..... 76
**Tabla 10** *Dosificación con 3% de polvo de concreto reciclado* ..... 76
**Tabla 11** *Dosificación con 6% de polvo de concreto reciclado* ..... 76
**Tabla 12** *Observación de las variaciones en las dimensiones del adoquín de diseño* ... 77
**Tabla 13** *Evaluación de las absorciones de los adoquines de diseño* ..... 78
**Tabla 14** *Evaluación de los adoquines de diseño sometidas a cargas de compresión* .. 79
**Tabla 15** *Observación de las variaciones en las dimensiones del adoquín con 3% de CRET* ..... 80
**Tabla 16** *Observación de las variaciones en las dimensiones del adoquín con 6% de CRET* ..... 81
**Tabla 17** *Observación de las variaciones en las dimensiones del adoquín con 3% de PCOR* ..... 82
**Tabla 18** *Observación de las variaciones en las dimensiones del adoquín con 6% de PCOR* ..... 83
**Tabla 19** *Comparativa de variaciones en las dimensiones del adoquín* ..... 84
**Tabla 20** *Evaluación de las absorciones de los adoquines con 3% de CRET* ..... 84
**Tabla 21** *Evaluación de las absorciones de los adoquines con 6% de CRET* ..... 85
**Tabla 22** *Evaluación de las absorciones de los adoquines con 3% de PCOR* ..... 86
**Tabla 23** *Evaluación de las absorciones de los adoquines con 6% de PCOR* ..... 87
**Tabla 24** *Evaluación de las absorciones de los adoquines* ..... 88
**Tabla 25** *Evaluación de los adoquines con 3% CRET, sometidas a cargas de compresión* ..... 90
**Tabla 26** *Evaluación de los adoquines con 6% CRET, sometidas a cargas de compresión* ..... 91
**Tabla 27** *Evaluación de los adoquines con 3% PCOR, sometidas a cargas de compresión* ..... 92

**Tabla 28** *Evaluación de los adoquines con 6% PCOR, sometidas a cargas de compresión* ..... 93

**Tabla 29** *Evaluación de los adoquines, sometidas a cargas de compresión* ..... 94

# ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** *Tipos de adoquines* ..... 33
**Figura 2** *Cerámico reciclado triturado* ..... 56
**Figura 3** *Polvo de concreto* ..... 58
**Figura 4** *Evaluación de las absorciones de los adoquines de diseño* ..... 78
**Figura 5** *Evaluación de los adoquines de diseño sometidas a cargas de compresión* ... 79
**Figura 6** *Evaluación de las absorciones de los adoquines con 3% de CRET* ..... 85
**Figura 7** *Evaluación de las absorciones de los adoquines con 6% de CRET* ..... 86
**Figura 8** *Evaluación de las absorciones de los adoquines con 3% de PCOR* ..... 87
**Figura 9** *Evaluación de las absorciones de los adoquines con 6% de PCOR* ..... 88
**Figura 10** *Evaluación de las absorciones de los adoquines* ..... 89
**Figura 11** *Evaluación de los adoquines con 3% CRET, sometidas a cargas de compresión* ..... 90
**Figura 12** *Evaluación de los adoquines con 6% CRET, sometidas a cargas de compresión* ..... 91
**Figura 13** *Evaluación de los adoquines con 3% PCOR, sometidas a cargas de compresión* ..... 92
**Figura 14** *Evaluación de los adoquines con 6% PCOR, sometidas a cargas de compresión* ..... 93
**Figura 15** *Evaluación de los adoquines, sometidas a cargas de compresión* ..... 94

# RESUMEN

Esta investigación, titulada "Efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades de adoquines de concreto elaborados en el distrito de San Miguel 2025", tuvo como objetivo principal analizar el impacto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades de los adoquines de concreto. Se implementó un diseño experimental con enfoque cuantitativo, nivel explicativo y de tipo aplicada. Los resultados obtenidos demostraron que la incorporación de estos materiales reciclados tiene un impacto positivo en las propiedades de los adoquines. Los adoquines fabricados con 3% de cerámico reciclado triturado mostraron una resistencia a la compresión de 330.63 kg/cm² a los 28 días, mientras que los adoquines con 6% de polvo de concreto reciclado alcanzaron 341.23 kg/cm², superando los 324.79 kg/cm² del adoquín patrón de diseño. Estos resultados confirman que el uso de materiales reciclados no solo mejora la calidad y la sostenibilidad de los adoquines, sino que también contribuye a la optimización de los recursos en la construcción. En conclusión, la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en la fabricación de adoquines de concreto representa una alternativa viable para mejorar sus propiedades mecánicas y físicas, promoviendo la sostenibilidad en la construcción en el Distrito de San Miguel.

**Palabras Clave:** Cerámico reciclado triturado, Polvo de concreto reciclado, Adoquines de concreto y Propiedades físicas y mecánicas.

# ABSTRACT

This study, titled "Effect of Incorporating Crushed Recycled Ceramic and Recycled Concrete Powder on the Properties of Concrete Pavers Manufactured in the San Miguel 2025 District," had as its primary objective to analyze the impact of incorporating crushed recycled ceramic and recycled concrete powder on the properties of concrete pavers. A quantitative, explanatory, applied experimental design was implemented. The results demonstrated that the incorporation of these recycled materials has a positive impact on the properties of the pavers. Pavers manufactured with 3% crushed recycled ceramic exhibited a compressive strength of 330.63 kg/cm² at 28 days, while pavers with 6% recycled concrete powder reached 341.23 kg/cm², exceeding the 324.79 kg/cm² of the design standard paver. These results confirm that the use of recycled materials not only improves the quality and sustainability of the pavers but also contributes to the optimization of resources in construction. In conclusion, the incorporation of crushed recycled ceramic and recycled concrete powder in the manufacture of concrete pavers represents a viable alternative for improving their mechanical and physical properties, promoting sustainability in construction in the District of San Miguel.

**Keywords:** Crushed recycled ceramic, recycled concrete powder, concrete pavers, and physical and mechanical properties.

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la construcción sostenible ha ganado relevancia a nivel global, debido a la creciente necesidad de mitigar el impacto ambiental derivado de la explotación de recursos naturales. Dentro de las múltiples alternativas que se han presentado, el reciclaje de materiales de construcción y demolición juega un papel fundamental, ya que permite no solo reducir los residuos generados, sino también disminuir la demanda de recursos no renovables. En este contexto, el uso de materiales provenientes del reciclaje en la producción de adoquines, se considera una alternativa de gran promesa para promover la sostenibilidad en la industria de la construcción.

El Distrito de San Miguel, enfrenta un proceso de urbanización y expansión que incrementa la demanda de materiales para pavimentación y construcción. Los adoquines, ampliamente utilizados en la pavimentación de calles y espacios públicos, presentan una oportunidad para incorporar materiales reciclados, como el cerámico triturado y el polvo de concreto reciclado, con el fin de reducir el impacto ambiental asociado a la construcción tradicional.

Este estudio tiene como objetivo principal evaluar el efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades de los adoquines de concreto elaborados en el Distrito de San Miguel. La investigación se enfoca en analizar cómo estos materiales reciclados influyen en características clave como la resistencia y la absorción de agua de los adoquines, aspectos cruciales para garantizar la funcionalidad y longevidad de las pavimentaciones.

La adopción de materiales reciclados en la fabricación de adoquines tiene el potencial no solo de mejorar, sino de transformar las propiedades, sino que también contribuye a la gestión eficiente de los residuos generados en la construcción y demolición, favoreciendo el desarrollo de prácticas más sostenibles en la industria local. Además, este

estudio busca aportar información relevante para la comunidad científica y técnica sobre las posibilidades de integración de estos materiales reciclados en la construcción urbana.

El trabajo se organiza de manera que comienza con un análisis exhaustivo de la literatura existente, específicamente enfocándose en el empleo de materiales reciclados en la producción de concreto. A continuación, se proporciona una explicación detallada sobre el proceso experimental utilizado para la creación de los adoquines, destacando los métodos y procedimientos que se llevaron a cabo. Posteriormente, se realiza una evaluación de los datos obtenidos durante el estudio, analizando de manera crítica los resultados para comprender cómo los residuos reciclados pueden influir en las características del concreto. Finalmente, se presentan las conclusiones derivadas de este análisis, donde se abordan tanto los beneficios como las limitaciones de utilizar estos materiales reciclados en la fabricación de adoquines, proporcionando una visión equilibrada y fundamentada sobre su viabilidad y efectos.

# CAPÍTULO I

# EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 Análisis de la situación problemática

En la actualidad, la construcción es una de las principales industrias a nivel global, pero también es una de las que causa los impactos ecológicos más notables debido al consumo intensivo de recursos naturales y la producción masiva de residuos. El adoquín, uno de los materiales más utilizados en la construcción, no es ajeno a esta problemática, ya que su fabricación requiere grandes cantidades de cemento, agua y agregados naturales, lo que contribuye a la degradación de los ecosistemas y al agotamiento de los recursos minerales. Esta situación ha generado la necesidad urgente de desarrollar soluciones que permitan mitigar estos efectos adversos y promover prácticas más sostenibles en la industria de la construcción (Zacarias, 2022).

A nivel internacional, el reciclaje de residuos de construcción ha sido identificado como una de las alternativas clave para enfrentar el impacto ambiental de la industria de la construcción. Según el informe de la Fundación Europea para la Eficiencia Energética (2021), aproximadamente el 40% de los residuos que se generan globalmente provienen de actividades de construcciones. De este porcentaje, una parte significativa corresponde a residuos de concreto, cerámica y otros materiales que podrían ser reciclados y reutilizados. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por aumentar el reciclaje, la utilización

de estos materiales reciclados en la producción de nuevos productos de construcción, como adoquines de concreto, sigue siendo limitada debido a la falta de normativas claras, la resistencia al cambio de las industrias tradicionales y las preocupaciones sobre el rendimiento de los materiales reciclados (Zacarias, 2022).

A nivel nacional, Perú enfrenta una situación similar, donde la construcción es una de las fuentes clave para el impulso económico, pero también una de las que más genera residuos. Según (MINAM), los residuos de construcción y demolición representan más del 30% de los residuos sólidos generados anualmente en el país. Si bien existen iniciativas en algunas regiones para promover el reciclaje de estos materiales, el uso de cerámico reciclado y polvo de concreto reciclado en la construcción, especialmente en la fabricación de adoquines de concreto, no ha sido suficientemente investigado ni implementado de manera generalizada. Esta falta de desarrollo en el ámbito del reciclaje de materiales de construcción representa una oportunidad perdida tanto para la industria como para la protección del medio ambiente (Vasquez 2024).

En el Distrito de San Miguel, la situación no es diferente. A pesar de ser una zona con un crecimiento poblacional y urbano significativo, el reciclaje de residuos de construcción sigue siendo una práctica poco común. La necesidad de pavimentar calles y caminos urbanos se incrementa a medida que la población crece, pero la industria de la construcción en la región sigue dependiendo principalmente de materiales vírgenes, lo que conlleva altos costos ambientales y económicos. El uso de materiales reciclados en la fabricación de adoquines de concreto, como el cerámico reciclado triturado y el polvo de concreto reciclado, representa una alternativa sostenible que podría reducir la demanda de recursos naturales, disminuir los residuos y mejorar la economía local, pero la falta de estudios que demuestren su viabilidad y eficacia en las condiciones específicas de la región hace que esta alternativa no sea ampliamente adoptada.

Esta situación problemática plantea la necesidad de investigar de manera específica el impacto que tendría la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo

de concreto reciclado en las propiedades de los adoquines, tanto a nivel local como nacional e internacional.

## 1.2 Planteamiento del problema

### *1.2.1 Problema general*

¿Cuál es el efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades de adoquines de concreto elaborados en el distrito de San Miguel 2025?

### *1.2.2 Problemas específicos*

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto (fc = 320 kg/cm²) elaborado en el distrito de San Miguel?
2. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en diferentes porcentajes sobre las propiedades físicas de los adoquines de concreto fabricado en el distrito de San Miguel?
3. ¿Cuál es el impacto de la adición de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en distintos porcentajes sobre la resistencia a compresión de los adoquines de concreto elaborado en el distrito de San Miguel?

## 1.3 Objetivos de la investigación

### *1.3.1 Objetivo general*

Analizar el efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades de adoquines de concreto elaborados en el distrito de San Miguel 2025.

### *1.3.2 Objetivos específicos*

1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto (fc = 320 kg/cm²) elaborado en el distrito de San Miguel.
2. Analizar el efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en diferentes porcentajes sobre las propiedades físicas de los adoquines de concreto fabricado en el distrito de San Miguel.
3. Evaluar el impacto de la adición de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en distintos porcentajes sobre la resistencia a compresión de los adoquines de concreto elaborado en el distrito de San Miguel.

## 1.4 Justificación de la investigación

### *1.4.1 Justificación técnica*

La integración de materiales reciclados en la producción de adoquines de concreto es una práctica que ha ganado protagonismo en el sector constructivo, especialmente en la búsqueda de soluciones sostenibles para la industria de la construcción. El cerámico reciclado triturado y el polvo de concreto reciclado son materiales que, al ser incorporados en la mezcla del concreto, pueden modificar significativamente sus propiedades, como la resistencia.

Desde una perspectiva técnica, esta investigación permite estudiar en detalle el impacto de estos materiales reciclados en las propiedades mecánicas y físicas de los adoquines de concreto, evaluando su efectividad en condiciones locales, como las del Distrito de San Miguel, en Puno. Este estudio puede generar datos científicos que respalden el uso de cerámico reciclado y polvo de concreto reciclado como agregados en la fabricación de adoquines, proporcionando una alternativa viable desde el punto de vista de la ingeniería y el diseño de pavimentos, con base en materiales más sostenibles y accesibles. Además, los resultados obtenidos podrán ser útiles para la formulación de

normativas técnicas nacionales que regulen el uso de estos materiales reciclados en la construcción.

### *1.4.2 Justificación económica*

El uso de materiales reciclados en la elaboración de adoquines de concreto no solo tiene ventajas desde el punto de vista técnico, sino que también representa una oportunidad económica significativa. La extracción y el procesamiento de los agregados naturales utilizados en la producción de concreto convencional son costosos, tanto en términos de recursos como de transporte. Al incorporar cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado, se disminuye la dependencia de materiales vírgenes, lo que puede reducir los costos de producción de los adoquines de concreto.

A nivel local, el Distrito de San Miguel podría beneficiarse económicamente de la implementación de esta práctica, ya que se reducirían los costos asociados al transporte de materiales naturales desde otras zonas. Además, la reutilización de residuos de construcción contribuye a la reducción de los costos de disposición de estos residuos, generando un doble beneficio económico: reducción de costos en la producción de materiales y en la gestión de residuos. Esta investigación permitirá evaluar si la incorporación de estos materiales reciclados es rentable a gran escala, lo que podría ser clave para su adopción masiva en la industria constructiva.

### *1.4.3 Justificación social*

Desde una perspectiva social, la implementación de materiales reciclados en la construcción de adoquines tiene el potencial de generar múltiples beneficios. Primero, este enfoque promueve la creación de empleo local relacionado con la recolección, procesamiento y reutilización de residuos de construcción, contribuyendo a la economía circular dentro del distrito de San Miguel. La utilización de residuos reciclados puede fomentar la capacitación y el desarrollo de nuevas habilidades en la población local, lo que, a su vez, contribuye al crecimiento de la industria de la construcción sostenible.

Asimismo, el uso de adoquines de concretos fabricados con materiales reciclados puede mejorar la infraestructura urbana en San Miguel, ofreciendo pavimentos de calidad para la población, reduciendo las desigualdades en el acceso a espacios públicos adecuados, y contribuyendo al bienestar general. Al hacer más accesibles los adoquines reciclados, se promueve una cultura de construcción sostenible, sensibilizando a la comunidad sobre la importancia de la reutilización de materiales y su impacto positivo en la calidad de vida.

### *1.4.4 Justificación ambiental*

Teniendo en cuenta que el cambio climático y la degradación medioambiental se han convertido en problemas acuciantes a escala mundial, la base medioambiental de este estudio es especialmente pertinente. Es una de las contribuciones más significativas a la explotación de los recursos naturales y a la generación de residuos de la que es responsable el sector constructivo. La utilización de cerámica triturada reciclada y polvo de hormigón reciclado no solo ayuda a reducir la demanda de recursos naturales, sino que también contribuye a la gestión medioambientalmente responsable de los residuos generados por las construcciones.

La incorporación de estos materiales reciclados ayuda a reducir la cantidad de residuos que se envía a los vertederos o se deja en la naturaleza, lo que a su vez contribuye a reducir la huella de carbono que deja el sector de la construcción. Además, al aprovechar los residuos de la zona, como el hormigón y la cerámica, se evita la necesidad de transportarlos a largas distancias, lo que reduce aún más la contaminación asociada al transporte. De acuerdo con los principios de la economía circular y con el objetivo de promover la sostenibilidad a nivel local y regional, el estudio contribuirá al desarrollo de nuevas soluciones para reducir el impacto medioambiental de la construcción.

## 1.5 Hipótesis de la investigación

### *1.5.1 Hipótesis general*

El efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado mejorarán las propiedades de adoquines de concreto elaborados en el distrito de San Miguel 2025.

### *1.5.2 Hipótesis específicas*

1. Las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto (fc = 320 kg/cm²) elaborados en el distrito de San Miguel cumplirán con los estándares y especificaciones establecidos para la producción de adoquines de alta calidad en el distrito.
2. La incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en diferentes porcentajes mejorará las propiedades físicas (como la absorción de agua y la variación dimensional) de los adoquines de concretos fabricados en el distrito de San Miguel.
3. La adición de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en distintos porcentajes incrementará significativamente la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto elaborados en el distrito de San Miguel.

## 1.6 Variables e indicadores

### *1.6.1 Variable independiente*

- Cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado.
  - Incorporación de cerámico reciclado triturado en 3% y 6%.
  - Incorporación de polvo de concreto reciclado en 3% y 6%.

### *1.6.2 Variable dependiente*

- Propiedades del Adoquines de Concreto.
  - Propiedades físicas.
  - Propiedad mecánica.

## 1.7 Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

| Variables | Definiciones | Dimensiones | Indicadores | Valor final | Instrumentos | Tipo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VI: -Cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado. | El cerámico reciclado triturado (CRET) y el polvo de concreto reciclado (PCOR) son materiales obtenidos del reciclaje de residuos de cerámica y concreto, los cuales se incorporan al concreto con el fin de mejorar sus propiedades, hacer más sostenible el proceso de fabricación y reducir el impacto ambiental. | Porcentaje de aditivos reciclados | 3% y 6% de cerámico reciclado triturado | 0%<br>3%<br>6% | Balanza para medición de peso, equipo para mezcla de materiales reciclados | Nominal |
| | | | 3% y 6% de polvo de concreto reciclado. | 0%<br>3%<br>6% | | Nominal |
| VD: - Propiedades del Adoquines de Concreto. | Las propiedades del adoquín de concreto son las características físicas y mecánicas del material, como la resistencia a la compresión, la absorción de agua y la variación dimensional, que determinan su desempeño y durabilidad en condiciones de uso en obras de pavimentación. | Propiedad mecánica | Resistencia a compresión. | KG/CM2<br>320 kg/cm2 | Dispositivos y herramientas de laboratorio. | Continuas |
| | | Propiedades físicas | Absorción de agua. | %<br>>7% | Normativas (NTP 399.604 y NTP 339.611) | Continuas |
| | | | Variación dimensional. | % | | |

# CAPÍTULO II

# MARCO TEÓRICO

## 2.1 Antecedentes de la investigación

### *2.1.1 Antecedentes internacionales*

Según Vila (2025) en su estudio titulado "Propiedades físico-mecánicas de adoquines de hormigón producidos en Uruguay", el objetivo de este trabajo es analizar las propiedades físico-mecánicas de los adoquines de producción nacional, con el fin de generar una base de datos que refleje la calidad de la producción local y contribuya a la actualización de la normativa vigente. Para lograr este objetivo, se evaluaron las principales propiedades de interés, tales como la absorción de agua, densidad, resistencia a la compresión, módulo de rotura, tracción indirecta por compresión y desgaste. Además, se analizó la variabilidad de los resultados obtenidos y su correlación con la resistencia compresiva, que es el principal parámetro de la norma vigente. En cuanto a la absorción de agua, la mayoría de los adoquines ensayados cumplieron con el límite normativo nacional establecido (≤ 7 % para resultados individuales), aunque se identificó que este umbral es relativamente laxo. Por esta razón, se sugiere revisar y ajustar el límite hacia un valor más restrictivo, posiblemente cercano al 6 %. La densidad en estado seco de los adoquines se encontró dentro del rango habitual para el hormigón convencional, oscilando entre 2080 kg/m³ y 2337 kg/m³. Sin embargo, se observó una variabilidad

considerablemente mayor a la indicada en las normas para hormigón endurecido, con un valor de 105,2 kg/m³ en los adoquines frente a 21,5 kg/m³ en el caso del hormigón convencional. En términos de resistencia compresiva, el 40 % de los moldes ensayados presentó valores inferiores a los 35 MPa establecidos en la norma UNIT 787, lo que indica una deficiencia en la calidad de algunos de los adoquines producidos. Los resultados también mostraron una adecuada correlación entre la resistencia a la compresión y el resto de las propiedades evaluadas, con la excepción de la resistencia al desgaste, lo que sugiere que, aunque el material puede ser adecuado en cuanto a resistencia estructural, no siempre cumple con los requisitos de durabilidad esperados en condiciones de uso.

Según Carriazo y Solar (2024) en su investigación denominada "Evaluación de adoquines para uso peatonal fabricados con residuos agroindustriales y de construcción y demolición bajo la norma invias 510-13", se evaluaron adoquines fabricados con residuos de construcción y demolición (RCD) y con fibra de coco de la agroindustria, comparándolos con adoquines tradicionales en términos de sus cualidades, conforme a las normas técnicas colombianas. Para ello, se revisó la literatura existente con el fin de determinar las proporciones adecuadas de concreto, fibra de coco y RCD que optimizaran las cualidades de los adoquines. Además, se caracterizaron las propiedades de las fibras de coco y se evaluaron las características granulométricas y de sanidad del RCD triturado, siguiendo las normativas NTC-176 y NTC-97. Una vez determinadas las proporciones y las características de los materiales, se fabricaron lotes de adoquines con diferentes combinaciones de RCD y fibra de coco. Posteriormente, se realizaron ensayos de flexo-tracción y absorción de agua para evaluar su desempeño. Los resultados obtenidos en las pruebas de flexo-tracción mostraron resistencias de 4,4 MPa para los adoquines fabricados solo con RCD, 4,7 MPa para los elaborados con fibra de coco, y 4,3 MPa para los que combinaban ambos materiales. Estos valores superaron el mínimo exigido por la norma (4,2 MPa), aunque fueron inferiores a los 8,5 MPa de los adoquines tradicionales de concreto. En cuanto a la capacidad de absorción de agua, los adoquines de RCD

mostraron un valor de 5,8%, los de fibra de coco un 6,1%, y los combinados con ambos materiales 5,5%. Los adoquines tradicionales de concreto presentaron un valor de 4,1%, todos por debajo del límite máximo de 7% establecido por la norma.

### *2.1.2 Antecedentes nacionales*

Según Terrones y Yalan (2024) en su estudio denominado "Diseño de adoquín artesanal con incorporación de desperdicios de concreto y porcelanato, destinado a pisos peatonales en espacios exteriores e interiores en proyectos de construcción social", se centra en investigar la resistencia de muestras de adoquines fabricados a partir de residuos de hormigón y baldosas de porcelánico. El objetivo final de esta investigación es utilizar estas muestras para el tránsito peatonal en viviendas sociales. En la actualidad, los proyectos de construcción producen una cantidad significativa de residuos que no se utilizan de manera adecuada. Entre estos residuos se encuentran el hormigón y las baldosas de porcelana. Es posible reciclar estos materiales y utilizarlos en la producción de adoquines artesanales, lo que supone una alternativa sostenible para la creación de espacios públicos en zonas comunes. Basándose en investigaciones previas sobre el uso de materiales comparables para la fabricación de adoquines, así como en datos proporcionados por censos nacionales que muestran el tipo de material que predomina en los suelos de Lima, Perú, la definición de las variables del estudio se basó en ambas fuentes. Esta información fue crucial para determinar los límites de la investigación y determinar si los adoquines construidos a partir de estos materiales de desecho son viables. De acuerdo con la información recopilada, se construyó una muestra de treinta y seis adoquines y se utilizaron tres dosificaciones diferentes: hormigón con un tres por ciento, un cuatro por ciento y un cinco por ciento de baldosas de porcelana. Se realizó una prueba de resistencia física a estas mezclas, centrándose principalmente en la resistencia a la compresión, con el fin de medir su resistencia general. Los resultados de las pruebas indicaron que la resistencia a la compresión de los adoquines aumentaba en proporción a

la cantidad de baldosas de porcelana incluida en la mezcla. Esto indica que los adoquines son capaces de cumplir con los estándares esenciales para su uso en el tráfico peatonal.

Según Bances (2024) en su estudio denominado "Análisis de la resistencia a compresión de adoquines peatonales con sustitución de agregados por concreto reciclado de pavimentos rígidos en proporciones del 5%, 10% y 15% - Cajamarca 2023", examina la cuestión de la escasa reutilización de los residuos. Se trata de un tema que lleva mucho tiempo siendo objeto de debate. La tasa de reciclaje es bastante baja en muchos países, incluido el nuestro, a pesar de que hay algunas naciones que gestionan estos materiales mediante reciclaje completo. En este contexto, el propósito de este análisis es estudiar la resistencia compresiva de los adoquines para pavimentación peatonal que tienen una resistencia característica de f'c = 320 kg/cm2. Estos adoquines tienen agregados que han sido parcialmente sustituidos por concreto reciclado obtenido de la demolición de pavimentos rígidos. En la metodología aplicada se utiliza un enfoque cuantitativo y un diseño experimental. Tanto la población como la muestra están compuestas por cuarenta y dos muestras diferentes de adoquines. A continuación, se presentan los hallazgos obtenidos en las pruebas de resistencia compresiva: A0 (cero por ciento) = 409,73 kg/cm2 (cien por ciento), A1 (cinco por ciento) = 404,45 kg/cm2 (98,71 por ciento), A2 (diez por ciento) = 401,85 kg/cm2 (98,08 por ciento) y A3 (15 por ciento) = 397,14 kg/cm2 (96,93 por ciento). Dado que cumple con las normas establecidas por la NTP399.611 hasta un reemplazo del 15 % de los agregados, el reciclaje de concreto en la construcción de pavimentos tipo I tiene un impacto favorable, tal y como se afirma en la conclusión.

Según Sanchez (2023) en su estudio denominado "Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentaje", el objetivo de este estudio era investigar el impacto que los agregados y los residuos de baldosas cerámicas tenían en la resistencia a la compresión de los adoquines. Además, se analizaron los parámetros físicos de los agregados y los

residuos de baldosas cerámicas. Con el fin de identificar las propiedades de estos materiales, se llevaron a cabo una serie de experimentos de laboratorio y, a partir de los resultados obtenidos, se construyeron las combinaciones que correspondían a dichas propiedades. Se añadieron tres porcentajes diferentes de baldosas cerámicas a los adoquines durante el proceso de fabricación: 5 %, 10 % y 15 %. Cuando se realizaron las pruebas de resistencia a la compresión después de 28 días, se obtuvieron los siguientes resultados: 317,81 kg/cm2 para los adoquines de referencia, 321,14kg/cm2 con un 5 % de adición de baldosas cerámicas, 302,48kg/cm2 con un 10 % y 284,83 kg/cm2 con un 15 %. En comparación con los adoquines de referencia, que tenían una resistencia a la compresión de 317,81kg/cm2, los resultados demostraron que la adición del 5 % de baldosas cerámicas daba lugar a un aumento de la resistencia a la compresión. Esto se ajusta a las normas establecidas por la norma NTP399.611, que estipula que la resistencia mínima debe ser de 290kg/cm2 en promedio y de 320kg/cm2 para los resultados individuales. La inserción de un 5 % de baldosas cerámicas no solo da lugar a un aumento de la resistencia de los adoquines, sino que también los hace adecuados para su uso en proyectos que requieren criterios técnicos particulares. Esto queda demostrado por el hecho de que su resistencia mejora. Como resultado de que la diferencia de precio entre las baldosas cerámicas y los adoquines tradicionales no supera los 1557 soles, se determinó que la producción de adoquines que incorporan baldosas cerámicas es posible desde el punto de vista económico. Como resultado de ello, parece que la utilización de residuos cerámicos como producto para la producción de adoquines en proyectos de construcción podría ser una propuesta económicamente viable y responsable con el medio ambiente.

### *2.1.3 Antecedentes locales*

Según Ticona (2024) en su investigación titulada "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de adoquines elaborados con la adición de material reciclado para pavimentos articulados en la provincia de San Román", el objetivo general es analizar

cómo la incorporación de material reciclado influye en las cualidades de los adoquines utilizados en pavimentos articulados. En el transcurso de esta investigación, se utiliza una metodología cuantitativa, con énfasis tanto en la explicación como en la aplicación, y se utiliza una estructura de diseño experimental. Se incluyeron en la población de la investigación adoquines construidos con diferentes cantidades de material reciclado. En primer lugar, se evaluaron las características físicas de la cantera de Isla. En el caso del agregado fino, se determinó que el peso específico era de 2,65 g/cm3, mientras que en el caso del agregado grueso era de 2,72 g/cm3. Los porcentajes de absorción del agregado fino fueron del 4,89 %, mientras que los del agregado grueso fueron del 3,12 %. Además, se determinaron los pesos unitarios de los agregados tanto en su forma suelta como compactada. Esto se hizo para confirmar que los agregados cumplían con los criterios necesarios para la producción de los adoquines. Durante las pruebas de resistencia a la compresión, se observó que la adición del 10 % de MR daba lugar a las siguientes resistencias: 159,87kg/cm2 a los 7 días, 193,82kg/cm2 a los 14 días y 234,15kg/cm2 a los 28 días. Estos valores se obtuvieron después de someter el material a las pruebas de resistencia a la compresión. Cuando el MR era del treinta por ciento, las resistencias eran las siguientes: 150,86kg/cm2, 200,81kg/cm2 y 223,10kg/cm2, respectivamente. Los resultados de este estudio indican que la integración de material reciclado tiene un efecto beneficioso sobre las cualidades mecánicas de los adoquines. El mejor porcentaje de sustitución es del 10 %, y los adoquines alcanzan su resistencia máxima de 234,15kg/cm2 después de 28 días. En conclusión, los resultados de la investigación indican que la utilización de material reciclado en la producción de adoquines no solo tiene mejorías de las cualidades de los adoquines, sino que también sirve como alternativa sostenible para la construcción de pavimentos entrelazados, contribuyendo así a la gestión de residuos y a la preservación del ambiente.

## 2.2 Bases teóricas

### *2.2.1 Los adoquines*

Los adoquines son elementos prefabricados de concreto, que están formados por una mezcla precisa de agua, cemento, agregado fino y agregado grueso. Estos componentes están diseñados para resistir altas cargas de compresión, lo que les otorga una gran capacidad para soportar fuerzas significativas. Para garantizar su calidad y funcionalidad, los materiales utilizados en su fabricación deben cumplir con estrictos estándares y normas técnicas, los cuales son validados mediante rigurosos ensayos realizados en laboratorios especializados en la industria de la construcción (Andrango et al., 2023).

La fabricación de adoquines permite obtener diferentes niveles de resistencia, los cuales se ajustan dependiendo del tipo de uso previsto. En otras palabras, la resistencia de un adoquín varía de acuerdo con las cargas que debe soportar, las cuales están directamente relacionadas con el grosor del adoquinado. Este tipo de pavimentación es versátil y se emplea en una amplia variedad de espacios, desde calles y avenidas urbanas con poco tráfico, hasta zonas que pueden estar expuestas a un tránsito de vehículos pesados. La adaptación de estos materiales a distintos tipos de tráfico es clave para asegurar la durabilidad y eficiencia de las vías pavimentadas con adoquines (Sallo & De La Cruz, 2024).

La mayoría de los adoquines se fabrican en diferentes grosores, adaptados a las necesidades específicas de tránsito de las zonas donde se van a instalar. El grosor más común es de 6 centímetros, que es ideal para áreas con tráfico ligero, como calles residenciales o caminos poco transitados. Para áreas con un tránsito moderado, como avenidas de mediana circulación, se suelen utilizar adoquines con un grosor de 8 centímetros. En el caso de zonas con tráfico pesado, como caminos industriales o calles principales por donde circulan grandes camiones, los adoquines de 10 centímetros de espesor son la opción más adecuada. Este rango de grosores asegura que los adoquines

sean capaces de soportar las cargas dinámicas y estáticas de los vehículos sin sufrir daños o deterioro prematuro (Sanchez, 2023).

Una característica esencial en la fabricación de adoquines es que todos los bloques deben tener dimensiones uniformes. Cualquier diferencia en el tamaño o la forma de los adoquines podría interferir con la correcta distribución de las cargas a través de las juntas, lo que podría provocar que la superficie pavimentada se debilite con el tiempo. A pesar de que se busca esta uniformidad, es habitual que se permitan ciertas variaciones en las medidas. Por ejemplo, se acepta una tolerancia de +/- 2 milímetros en las dimensiones de largo y ancho de los adoquines, y una tolerancia de hasta +/- 5 milímetros en el espesor. Estas pequeñas variaciones son necesarias para adaptarse a las limitaciones inherentes al proceso de fabricación y no deberían afectar significativamente la funcionalidad del pavimento (Hernandez, 2023).

Es fundamental que todos los adoquines de un mismo tipo sean de tamaño y forma consistentes para garantizar una instalación adecuada. Cuando los adoquines se colocan correctamente, permiten que el pavimento se ensamble de manera estable y eficiente, lo que facilita su desmontaje o reemplazo en caso de ser necesario. Un diseño y fabricación coherente también optimiza la durabilidad y el rendimiento del pavimento a largo plazo, proporcionando una solución fiable y resistente en áreas con diferentes requisitos de tránsito (Rathivarman et al., 2025).

#### 2.2.1.1 Producciones de adoquines

La fabricación de adoquines se lleva a cabo en modernas plantas de producción de concreto, donde se emplean técnicas avanzadas y se implementa un estricto control tecnológico para asegurar la calidad del producto final. Gracias a los avances en la tecnología de fabricación y a la precisión en la formulación de los componentes utilizados, cada adoquín es el resultado de un proceso altamente especializado que busca garantizar una calidad que cumpla con los más altos estándares del sector. El control minucioso de cada etapa del proceso de producción, desde la mezcla de los materiales hasta la

fabricación final, es clave para obtener un producto que no solo sea funcional, sino también duradero y resistente a las condiciones climáticas y al desgaste del tráfico (Trujillo, 2024).

En cuanto a los componentes de los adoquines, estos se producen mediante la adición de pigmentos al hormigón, lo que permite una gama variada de colores en el producto final. Esta característica otorga una gran versatilidad estética a los adoquines, permitiendo que sean utilizados no solo por su resistencia y durabilidad, sino también por su capacidad para adaptarse visualmente a distintos tipos de espacios. Los colores pueden ser seleccionados de acuerdo con las necesidades o el diseño de cada proyecto, lo que resulta especialmente útil en la creación de ambientes atractivos en espacios públicos como galerías, plazas, parques y otras áreas urbanas. Esta variedad cromática también contribuye a mejorar la apariencia general de las zonas urbanas, integrando el pavimento de manera armoniosa con el entorno y creando espacios más agradables tanto para los residentes como para los visitantes (Agurto, 2023).

#### 2.2.1.2 Ventajas de los adoquines

Los adoquines de concreto ofrecen una serie de ventajas notables que los hacen una opción muy atractiva tanto en términos constructivos como estéticos. Estas ventajas abarcan desde la facilidad de instalación hasta su capacidad para soportar diferentes tipos de tráfico y condiciones del terreno. A continuación, se detallan las principales ventajas que proporcionan los adoquines de concreto:

1. No requiere mano de obra altamente calificada: A diferencia de otros métodos de pavimentación que exigen trabajadores con habilidades especializadas, la instalación de adoquines no demanda una capacitación avanzada. Esto facilita la contratación de personal local y reduce los costos asociados con la capacitación, haciendo que el proceso de construcción sea más accesible (Ore, 2023).
2. Fácil mantenimiento y bajo costo: Una de las mayores ventajas de los adoquines es que requieren poco mantenimiento, lo que se refleja en una reducción de costos a largo plazo. Si algún adoquín se daña o presenta desgaste, se puede reemplazar

fácilmente sin afectar al resto del pavimento. Esto también contribuye a mantener bajos los costos de reparación (Ore, 2023).

3. Adaptabilidad a curvas y pendientes: Los adoquines tienen una gran versatilidad cuando se trata de adaptarse a diferentes formas y configuraciones de terreno. Pueden colocarse con facilidad en curvas y pendientes, lo que los hace ideales para su uso en áreas urbanas donde las calles no siempre son perfectamente rectas o planas. Esta capacidad de adaptación mejora la flexibilidad del diseño de los espacios públicos y privados (Ore, 2023).
4. Apto para todo tipo de tráfico: Ya sea para áreas con tráfico ligero, como calles residenciales, o para lugares que soportan un tránsito pesado, como avenidas principales o zonas industriales, los adoquines de concreto son lo suficientemente resistentes para soportar diferentes tipos de carga sin comprometer su integridad. Esto los convierte en una opción duradera e idóneo para una gran diversidad de aplicaciones (Ore, 2023).
5. Facilidad para desmontar y recuperar: Los adoquines permiten un fácil desmontaje y recuperación sin dañar el material. Esto es una ventaja significativa cuando se requieren modificaciones o renovaciones en las instalaciones, ya que no es necesario destruir la estructura pavimentada. Los adoquines se pueden retirar, almacenar y reutilizar en futuras obras, lo que reduce los residuos y contribuye a la sostenibilidad (Risco, 2022).
6. Resistencia, capacidad portante y flexibilidad: Los adoquines de concreto no solo son fuertes, sino que también tienen una alta capacidad para adaptarse a las deformaciones del terreno. A medida que el suelo debajo de ellos puede experimentar movimientos o asentamientos, los adoquines se ajustan de manera flexible, evitando fisuras o daños estructurales. Esto les otorga una durabilidad superior en condiciones cambiantes del terreno (Risco, 2022).
7. Requiere pocas maquinarias y herramientas sencillas: La instalación de adoquines es un proceso relativamente simple que no requiere maquinaria pesada ni equipos

complejos. Las herramientas necesarias para colocar los adoquines son bastante accesibles y pueden incluir solo un par de palas, un nivel y una máquina vibradora para compactar la base. Esto reduce los costos operativos y hace que el proceso sea más eficiente (Risco, 2022).

Los adoquines exhiben una serie de ventajas que los hacen ideales para una variedad de aplicaciones urbanísticas. Su facilidad de instalación, adaptabilidad, bajo mantenimiento y capacidad para soportar diferentes cargas y condiciones del terreno los convierten en una opción óptima para pavimentación, especialmente en áreas que requieren durabilidad y flexibilidad (Narváez et al., 2025).

#### 2.2.1.3 Aplicaciones de los adoquines

Los adoquines de concreto, debido a su versatilidad y durabilidad, tienen una amplia gama de aplicaciones que abarcan desde usos decorativos hasta aquellos de alto rendimiento. Estos elementos de pavimentación son altamente adaptables, lo que permite su utilización en diferentes contextos, tanto en áreas de bajo tránsito como en zonas que requieren soportar cargas pesadas. Su capacidad para distribuir las cargas de manera eficiente y su facilidad de instalación los convierten en una opción preferida para distintos tipos de pavimentación. Es importante destacar que la presión de transmisión varía dependiendo del uso y las necesidades específicas del espacio, lo que implica que los adoquines deben ser seleccionados y diseñados de manera particular para cada tipo de proyecto (Pizoń et al., 2025).

En su aplicación en veredas, los adoquines ofrecen una solución resistente y estéticamente agradable, ideal para zonas peatonales de bajo tránsito, como áreas residenciales o parques tranquilos. Estas pavimentaciones no solo proporcionan un paso cómodo para los peatones, sino que también permiten diseños decorativos que mejoran la apariencia de las calles y áreas públicas. De igual manera, en plazas y ciclovías, los adoquines permiten crear un ambiente funcional y seguro para los usuarios. Su diseño

modular facilita el ensamblaje en curvas y configuraciones irregulares, adaptándose perfectamente al espacio (Özalp et al., 2016)

Cuando se trata de pavimentos interiores en condominios, los adoquines pueden ser utilizados para crear ambientes agradables en zonas comunes, como pasillos o patios internos. Estos espacios, que suelen tener poco tránsito, se benefician de la durabilidad y facilidad de mantenimiento de los adoquines. Además, en zonas como paraderos de taxis, veredas de parques, cruces peatonales o estaciones de servicio, donde el tránsito es moderado, los adoquines cumplen con la función de ofrecer una superficie resistente y estable que puede soportar el paso frecuente de personas y vehículos ligeros sin perder sus características de rendimiento y estética (Barrionuevo, 2025).

En áreas de tráfico liviano, como calles o intersecciones que conectan zonas urbanas con caminos de mayor circulación, los adoquines ofrecen una solución práctica y eficiente. Además, en lugares donde las demandas de carga son más altas, como patios de carga en puertos, patios de contenedores o plataformas de aeropuertos, los adoquines se emplean debido a su capacidad para resistir grandes presiones. Estos adoquines de mayor grosor y resistencia son capaces de soportar el peso de camiones, maquinaria pesada y equipos de carga sin sufrir daños, garantizando la integridad de la pavimentación en condiciones extremas (Llatas, 2024).

La aplicación de adoquines de concreto es extremadamente amplia y flexible, adaptándose a una variedad de necesidades y condiciones de tráfico. Desde pavimentos decorativos en áreas peatonales de bajo tráfico hasta pavimentos de alto rendimiento en zonas de carga pesada, los adoquines se ajustan perfectamente a los requisitos específicos de cada proyecto, brindando una solución durable, funcional y estéticamente agradable (Jácome et al., 2022).

#### 2.2.1.4 Tipos de adoquines

Los adoquines se dividen en tres categorías principales, las cuales están determinadas tanto por el tipo de uso que se les dará como por su capacidad para soportar

diferentes niveles de carga. Esta clasificación permite elegir el tipo de adoquín adecuado para cada tipo de proyecto, asegurando así su durabilidad y funcionalidad en las condiciones específicas de tráfico y carga a las que estarán expuestos. A continuación, se describen las tres clases de adoquines, de acuerdo con su capacidad de resistencia y aplicación (Vasquez 2024).

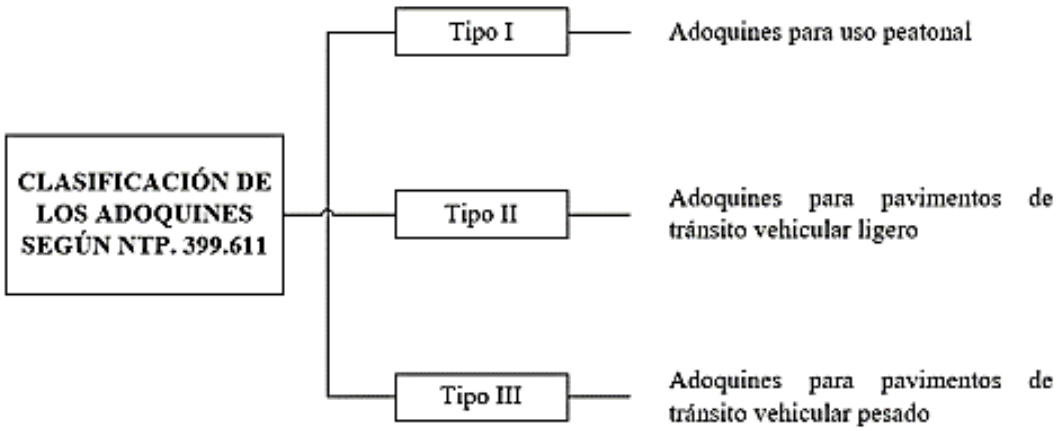
1. **Tipo I**: Este tipo de adoquín está diseñado para áreas con tráfico ligero, donde las cargas no son excesivas y las exigencias estructurales no son tan altas. Los adoquines Tipo I son ideales para pavimentaciones en zonas residenciales o parques, donde el tránsito se compone principalmente de peatones y vehículos ligeros, como bicicletas o pequeños automóviles. Su capacidad de carga es suficiente para soportar estas condiciones, y su uso se limita generalmente a espacios donde no se espera un tráfico vehicular intenso ni grandes presiones sobre el pavimento (Alva, 2023).
2. **Tipo II**: Los adoquines Tipo II están pensados para soportar un nivel intermedio de carga. Son adecuados para áreas con tráfico moderado, como avenidas de mediana circulación, calles secundarias o caminos de acceso a zonas comerciales o industriales ligeras. Estos adoquines ofrecen una mayor resistencia que los Tipo I, permitiendo el paso de vehículos más pesados sin comprometer la integridad de la pavimentación. Gracias a su equilibrio entre resistencia y costo, los adoquines Tipo II se utilizan en una amplia variedad de entornos urbanos donde el tránsito no es tan intenso, pero aún se requiere una mayor capacidad de carga (Cabrera & Gutierrez, 2024).
3. **Tipo III**: Los adoquines Tipo III son los más robustos y están diseñados para soportar las cargas más altas. Estos adoquines son adecuados para zonas con tráfico pesado, como carreteras principales, áreas industriales, plataformas de carga en puertos, estaciones de servicio, o incluso aeropuertos, donde se requiere una resistencia extrema ante el paso frecuente de camiones pesados, maquinaria y otros vehículos de gran tonelaje. Los adoquines Tipo III tienen una mayor

capacidad de carga y están diseñados para resistir la presión constante y el desgaste que producen las cargas pesadas, lo que los convierte en la mejor opción para pavimentar zonas con altos requisitos de rendimiento estructural (Cabrera & Gutierrez, 2024).

La clasificación de los adoquines en tres tipos responde a las diferentes exigencias de cada tipo de espacio, tráfico y carga. Elegir el tipo adecuado es esencial para garantizar la durabilidad y funcionalidad del pavimento en cualquier tipo de proyecto, ya sea en áreas de bajo tráfico o en zonas de alta demanda estructural (Ovalle, 2021).

**Figura 1**

*Tipos de adoquines*




***Nota.*** Tomada de (NTP 399.611).

### 2.2.1.5 Componentes del adoquín

- **Cemento**

El cemento es un material fundamental en la fabricación de adoquines de concreto. Se obtiene a través de un proceso de pulverización de una mezcla de piedra caliza y arcilla que, tras ser sometida a altas temperaturas en un horno, produce un polvo fino. Este polvo, al mezclarse con agua, forma una pasta que actúa como aglutinante para unir otros materiales de construcción, tales como ladrillos, bloques y piedras. La pasta resultante crea estructuras sólidas y resistentes, lo que hace que el cemento sea un elemento

indispensable en la construcción, garantizando la durabilidad y estabilidad de las estructuras. Su función principal es unir y dar cohesión a los materiales, permitiendo la formación de elementos resistentes que pueden soportar grandes cargas y condiciones diversas (Rodriguez, 2024).

- **Agua**

El agua es otro de los componentes esenciales en la elaboración del concreto. Es vital tanto para la mezcla como para el proceso de curado del hormigón, y debe cumplir con ciertas características para asegurar la calidad del producto final. Idealmente, el agua manejada debe ser potable, pura y libre de impurezas que puedan alterar las propiedades del concreto, como aceites, ácidos, sales minerales o sustancias orgánicas. Cualquier contaminante presente en el agua puede tener efectos negativos sobre la mezcla del concreto, los elementos de empotramiento o incluso el acero de refuerzo, comprometiendo la durabilidad y resistencia del pavimento. Por esta razón, el agua debe ser cuidadosamente seleccionada para evitar que se altere la composición y las propiedades del concreto, garantizando así un acabado de calidad (Cabrera, 2022).

- **Agregados**

Los agregados son sustancias que se aplican en la fabricación de adoquines y en la mezcla de concreto. Se clasifican principalmente en dos tipos: agregados finos y agregados gruesos. Estos materiales pueden ser extraídos de fuentes naturales, como arena y grava, o de origen artificial, como la piedra pulverizada. Los agregados son fundamentales para darle cuerpo al concreto, proporcionando volumen y resistencia. Se utilizan en combinación con cemento y agua para formar una mezcla que se pueda moldear y curar adecuadamente (Cabrera, 2022).

- **Clasificación de Agregados**

1. Agregados finos: Son aquellos que provienen de la disgregación de materiales naturales o artificiales que pasan por un tamiz de 9,51 milímetros (3/8"). Estos agregados finos suelen ser arenas que, debido a su tamaño pequeño, permiten una buena distribución y una mezcla más homogénea en la fabricación del concreto (Jácome & Maldonado, 2023).
2. Agregados gruesos: Se refieren a aquellos materiales retenidos en un tamiz de 4,75 milímetros (número #4), que se obtienen a través de la disgregación natural o mecánica de piedras. Los agregados gruesos proporcionan la estructura y la rigidez al concreto, permitiendo que este sea más resistente a las cargas (Chafloque, 2025).

- **Propiedades**

Las propiedades son esenciales para determinar la calidad del concreto. Una de las principales características es la granulometría, que hace referencia a la distribución del tamaño de las partículas de los agregados. Esta se determina mediante un proceso llamado prueba granulométrica, que consiste en tamizar el árido a través de mallas con diferentes tamaños, como 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", entre otras, según la normativa NTP 400.037 (2018) (Coico, 2024).

1. (TM): El tamaño máximo se refiere al tamiz más grande que retiene el árido grueso, limitando el tamaño de las partículas más grandes que pueden ser utilizadas en la mezcla.
2. (TMN): Este es el tamiz más pequeño donde se produce la primera retención de partículas, determinando el tamaño adecuado para asegurar una mezcla equilibrada y resistente.
3. Módulo de fineza: Es una cifra numérica que evalúa la distribución del tamaño de partículas dentro de un agregado. Esta medida es importante porque refleja la proporción de partículas finas y gruesas, lo que influye directamente en las

propiedades del concreto. Un módulo de fineza adecuado garantiza que el concreto tenga una textura uniforme y una resistencia óptima (Perez, 2024).

La combinación de estos componentes cemento, agua y agregados es esencial para producir adoquines de concreto de alta calidad. Cada uno de estos materiales debe ser cuidadosamente seleccionado y procesado para asegurar que el concreto sea resistente, duradero y adecuado para las cargas y condiciones específicas a las que estará expuesto. La atención a la proporción y la calidad de cada uno de estos componentes es crucial para la integridad de la pavimentación y la eficiencia en la construcción de estructuras urbanas y de infraestructura (Carreño, 2025).

### *2.2.2 Parámetros físico-mecánicos que deben cumplir los adoquines*

Los adoquines deben cumplir con ciertos parámetros físico-mecánicos para garantizar su desempeño y durabilidad en las diferentes aplicaciones en las que se utilizan. Estos parámetros están definidos por normas técnicas que aseguran la calidad del producto final y su capacidad para soportar las condiciones a las que estará expuesto durante su vida útil. Uno de los estándares más relevantes para la fabricación de adoquines es la Norma Técnica Peruana, que establece especificaciones claras sobre tolerancias dimensionales y parámetros de absorción (Montoya & Nejer, 2024).

#### 2.2.2.1 Tolerancia dimensional

Uno de los aspectos clave en la producción de adoquines es la tolerancia dimensional, la cual hace referencia a las variaciones permitidas en las dimensiones de los adoquines con respecto a sus medidas estándar. Estas tolerancias deben ser estrictamente respetadas para asegurar que los adoquines encajen correctamente durante su instalación y que la superficie pavimentada sea uniforme y resistente. Según la NTP 399.611:2017, todos los adoquines deben cumplir con las tolerancias dimensionales específicas, y se establecen los límites máximos para cada medida de longitud, ancho y espesor.

La siguiente tabla presenta las tolerancias máximas permitidas para cada dimensión de los adoquines:

**Tabla 2**

*Tolerancias permitidas en las dimensiones*

| Parámetro | Longitudinal(mm) | Ancho(mm) | Espesores(mm) |
|---|---|---|---|
| Tolerancia | +- 1.6 | +- 1.6 | +- 3.2 |

***Nota.*** Tomada de NTP 399.611

Estas tolerancias aseguran que las unidades de adoquines mantengan una consistencia adecuada en su tamaño, lo que facilita su colocación y contribuye a la estabilidad y durabilidad del pavimento. Las pequeñas variaciones en las dimensiones permiten un margen para imperfecciones naturales que puedan surgir durante el proceso de fabricación sin comprometer la calidad del producto final

#### 2.2.2.2 Absorción en los adoquines

Otro parámetro esencial en la fabricación de adoquines es la absorción del material, que hace referencia a la cantidad de agua que el adoquín es capaz de absorber durante un determinado tiempo. La absorción de agua en los adoquines es un factor crítico porque afecta directamente su resistencia y durabilidad. Un adoquín con alta absorción de agua podría ser más susceptible a daños por congelamiento y descongelamiento, así como a la pérdida de resistencia con el tiempo (Vila, 2022).

La NTP 399.611 también establece los parámetros de absorción que deben cumplir los adoquines para garantizar que sean adecuados para su uso. Dependiendo del tipo de adoquín, se determinan los siguientes límites para la absorción de agua:

**Tabla 3**

*Tolerancias permitidas en la absorción*

| Tipos de Adoquines | Absorción (3 unidades) (máx.) (%) | Absorción * Unidad (máx.) (%) |
|---|---|---|
| Tipo I y II | 6 | 7.5 |
| Tipo III | 5 | 7 |

***Nota.*** Tomada de NTP 399.611

La absorción máxima indicada para los adoquines de Tipo I y II es del 6% en promedio y hasta un 7.5% en una unidad individual, mientras que para los adoquines de Tipo III se permite una absorción máxima del 5% en promedio y un 7% en unidades individuales. Estos límites son fundamentales para asegurar que los adoquines puedan resistir las condiciones de humedad y exposición sin comprometer su integridad estructural (Cornejo, 2023).

Cumplir con los parámetros físico-mecánicos establecidos por la NTP 399.611 es crucial para garantizar que los adoquines de concreto sean funcionales, duraderos y resistentes. La tolerancia dimensional asegura que los adoquines sean de tamaño adecuado y se ajusten correctamente durante la instalación, mientras que los parámetros de absorción garantizan que el material tenga la resistencia necesaria frente a la humedad y otros factores ambientales. Estos estándares son esenciales para ofrecer productos de calidad que puedan soportar las demandas de tráfico y condiciones ambientales de manera eficiente a lo largo del tiempo (Tacuri, 2022).

#### 2.2.2.3 Resistencia a compresión en adoquines

Uno de los aspectos más cruciales para valorar la calidad de los adoquines de concreto es su resistencia. Este parámetro resulta determinante, ya que define la capacidad de los adoquines para el soporte de cargas y fuerzas sin que sufran rupturas o deformaciones. Asegurar que los adoquines puedan resistir de manera efectiva las presiones y tensiones a las que estarán expuestos a lo largo de su vida útil es esencial,

particularmente en áreas donde el tráfico vehicular es intenso o en zonas industriales, donde las demandas de resistencia son considerablemente mayores. La resistencia compresiva se expresa en términos de (MPa) y se determina mediante pruebas de laboratorio, en las cuales se evalúa la cantidad máxima de presión que un adoquín puede soportar antes de que falle o se rompa, lo que permite conocer su capacidad estructural en condiciones de carga extremas (Barrueta, 2024).

Según la NTP 399.611:2017, se establecen criterios específicos para la resistencia a la compresión de los adoquines, los cuales varían dependiendo del tipo de adoquín y su aplicación. Los adoquines se clasifican en tres, de acuerdo con el uso que se les dará y las cargas que deben soportar. A continuación, se presentan los valores de resistencia mínima a la compresión para cada tipo de adoquín, de acuerdo con la normativa:

**Tabla 4**

*Parámetros de resistencias compresivas del adoquín*

| Tipo de Adoquín | Espesor Nominal (mm) | Promedio de 3 Unidades MPa (kg/cm2) | Unidad Individual MPa (kg/cm2) |
|---|---|---|---|
| **Tipo I (Peatonal)** | 40-60 | 31 (320) | 28 (290) |
| **Tipo II (Vehicular Ligero)** | 60, 80 y 100 | 41(420), 37(380) y 35(360) | 37(380), 33(340) y 32(325) |
| **Tipo III (Vehicular Pesado, Patios Industriales o de Contenedores)** | ≥ 80 | 55 (561) | 50 (510) |

***Nota.*** Tomada de NTP 399.611

La resistencia compresiva de los adoquines es un parámetro crucial para garantizar que el pavimento sea capaz de resistir las cargas a las que será sometido a lo largo del tiempo. Los valores de resistencia a la compresión varían según el tipo de adoquín, y es esencial seleccionar el tipo adecuado para cada aplicación específica, ya sea para zonas peatonales, de tráfico ligero o de tráfico pesado. Cumplir con estos criterios asegura que los adoquines mantendrán su integridad estructural y seguirán ofreciendo un rendimiento óptimo durante su vida útil, proporcionando un pavimento duradero y seguro para los usuarios (Pupuche, 2024).

#### 2.2.2.4 Resistencia a flexión en los adoquines

La resistencia a flexión es otro criterio esencial en la evaluación de los adoquines, ya que determina su capacidad para soportar las tensiones provocadas por el peso o las cargas aplicadas de manera transversal, sin sufrir fisuras o fracturas. Este parámetro es fundamental para asegurar que los adoquines sean capaces de mantener su integridad estructural incluso cuando se someten a esfuerzos de flexión, que pueden ocurrir, por ejemplo, cuando vehículos pesados transitan sobre ellos o cuando el adoquín experimenta cambios de temperatura y humedad.

Según las normativas establecidas por la ITINTEC 339.124:1988, se define un valor mínimo de resistencia a flexión que no debe ser inferior a 4.9 MPa (50 kg/cm²). Esto significa que, independientemente del tipo de adoquín, todos deben cumplir con este estándar básico para garantizar que el pavimento sea capaz de soportar las cargas y las fuerzas de flexión que ocurrirán en su uso diario, especialmente en áreas de tránsito vehicular (Carrasco & Delgado, 2024).

**Tabla 5**

*Parámetros de resistencias a flexión del adoquín*

| Clase de Adoquín | Espesor Mínimo (mm) | Resistencia Mínima a Flexión (MPa) (kg/cm2) | Promedio de 3 Adoquines (MPa) (kg/cm2) | Mínimo de un Adoquín Individual |
|---|---|---|---|---|
| **Clase A (Uso Industrial y Tránsito Pesado)** | 80 | 5.4 (55) | 5.4 (55) | 4.6 (46.8) |
| **Clase B (Uso en Tránsito Liviano)** | 80 | 4.1 (42) | 4.1 (42) | 3.5 (35.7) |
| **Clase C (Uso Peatonal)** | 60 | 4.1 (42) | 4.1 (42) | 3.5 (35.7) |

*Nota.* Tomada de NTP 399.611

La resistencia a flexión es un parámetro crucial para la durabilidad y la funcionalidad de los adoquines en varios contextos. Dependiendo del tipo de uso y las cargas esperadas en la zona, los adoquines deben cumplir con ciertos estándares de resistencia para

asegurar que no sufran daños por esfuerzos de flexión. Ya sea para zonas industriales con tránsito pesado, zonas urbanas de tránsito moderado o áreas peatonales, es esencial seleccionar el tipo de adoquín adecuado para garantizar una pavimentación segura y duradera. El cumplimiento de los parámetros establecidos por las normativas como la ITINTEC 339.124:1988 asegura que los adoquines mantendrán su funcionalidad y resistencia a lo largo del tiempo (Zacarias, 2022).

### *2.2.3 El cerámico reciclado triturado*

El cerámico reciclado triturado es un material compuesto derivado de la reutilización de residuos cerámicos, como azulejos, ladrillos, tejas y otros productos cerámicos desechados. Este material, al ser triturado y procesado adecuadamente, se convierte en un agregado fino o grueso que puede ser utilizado en diversos procesos de construcción, sustituyendo parcialmente otros materiales tradicionales, como la grava o la arena, lo que contribuye a la reducción de residuos y al fomento de prácticas más sostenibles en la industria de la construcción (Regalado, 2025).

El proceso de reciclaje de cerámica triturada comienza con la recolección de los residuos cerámicos, que suelen ser desechados durante la fabricación de productos cerámicos o al final de la vida útil de estos. Los materiales son luego sometidos a un proceso de trituración, donde se descomponen en fragmentos más pequeños, lo que permite su fácil manipulación y utilización en aplicaciones posteriores. Dependiendo del tamaño de la trituración, el cerámico reciclado triturado puede ser clasificado en diferentes tamaños de partículas, lo que determina su uso en diversas aplicaciones, como en la fabricación de concretos, morteros, pavimentos y rellenos, entre otros (Regalado, 2025).

Una de las principales ventajas del cerámico reciclado triturado es su sostenibilidad. El uso de este material contribuye a la reducción de la generación de residuos sólidos por parte de la industria cerámica y la construcción, evitando que estos materiales acaben en vertederos y, en su lugar, se reincorporen en la cadena productiva. Además, su utilización en lugar de materiales vírgenes, como la grava o la arena, permite una disminución de la

extracción de recursos naturales, lo que resulta en un impacto favorable para el medio ambiente, reduciendo la huella ecológica de las actividades de construcción (Sanchez, 2023).

En términos de propiedades mecánicas, el cerámico reciclado triturado tiene la capacidad de mejorar la resistencia y la durabilidad de ciertos productos de construcción, ya que los fragmentos cerámicos son inherentemente duros y resistentes. Se ha comprobado que, cuando se utiliza en mezclas de concreto o mortero, el cerámico reciclado triturado puede aportar propiedades como la reducción de la permeabilidad y la mejora de la adherencia, lo que contribuye a la mejora de la calidad de las estructuras construidas. Sin embargo, es importante señalar que su capacidad de adherencia puede ser menor que la de otros agregados tradicionales, lo que puede requerir ajustes en la formulación del concreto o mortero en el que se utilice (Santos, 2018).

Desde el punto de vista económico, el cerámico reciclado triturado puede representar una opción más asequible en comparación con los agregados convencionales. Esto se debe a que su producción no requiere la extracción y procesamiento de nuevos materiales, lo que reduce los costos asociados con la adquisición de los recursos. Además, el uso de este material puede promover la creación de mercados locales de reciclaje, generando nuevas oportunidades de negocio y empleo en la comunidad (Santos, 2018).

### *2.2.4 El polvo de concreto reciclado*

El polvo de concreto reciclado es un material derivado del proceso de reciclaje del concreto usado, que consiste en triturar y procesar los desechos de concreto provenientes de estructuras demolidas, pavimentos antiguos o restos sobrantes de la fabricación de elementos de concreto. Este polvo es el resultado de la trituración de fragmentos de concreto, en donde las partículas más finas, generadas durante el proceso de molienda, se convierten en un producto que, al igual que otros materiales reciclados, tiene aplicaciones valiosas en la construcción y otros sectores industriales (Robles, 2023).

El proceso de obtención del polvo de concreto reciclado comienza con la recolección de los restos de concreto desechado. Estos desechos pueden provenir de diversas fuentes, como demolición de edificios, pavimentos deteriorados, o sobrantes de producción. Los fragmentos de concreto son luego sometidos a un proceso de trituración, donde se descomponen en partículas de varios tamaños. Posteriormente, las partículas más finas, que componen el polvo de concreto, se separan mediante tamizado o sistemas de clasificación, generando un material con características específicas de tamaño y composición.

El polvo de concreto reciclado tiene una serie de ventajas que lo convierten en un material de interés creciente, especialmente en el contexto de la construcción sostenible. En primer lugar, su carácter ecológico es un aspecto fundamental. El reciclaje de concreto contribuye a disminuir el volumen de residuos sólidos producidos por la industria de la construcción, evitando que los desechos de concreto terminen en vertederos y, en su lugar, reincorpora este material en el ciclo productivo. Este proceso contribuye significativamente a la reducción del impacto ambiental asociado con la construcción, promoviendo un uso más eficiente de los recursos y disminuyendo la necesidad de extraer y procesar nuevos materiales como la grava o la arena (Medina, 2025).

En términos de propiedades mecánicas, el polvo de concreto reciclado puede ser utilizado como agregado fino en la fabricación de concreto nuevo o en la producción de morteros. Su alta resistencia y durabilidad inherentes al concreto original pueden aportar mejoras en las cualidades del concreto reciclado, como la mejora de la adherencia, la resistencia a la compresión y la reducción de la permeabilidad. Sin embargo, es importante destacar que el uso del polvo de concreto reciclado requiere un adecuado control de la mezcla, ya que su incorporación puede influir en la trabajabilidad y en la capacidad de adherencia del concreto, lo que a veces puede requerir ajustes en la formulación del material (Medina, 2025).

El polvo de concreto reciclado representa una opción más asequible y accesible en comparación con los materiales vírgenes. Esto se debe a que su producción no requiere

el procesamiento de nuevos recursos naturales, lo que disminuye los costos asociados con su adquisición. Además, al ser un material derivado de residuos de concreto, su utilización en proyectos de construcción puede contribuir a la reducción de costos en las obras, promoviendo un modelo de construcción más rentable y sostenible (Medina, 2025).

El polvo de concreto reciclado también puede emplearse en diversas aplicaciones más allá de la construcción. Por ejemplo, se puede incorporar en la producción de bloques de concreto, pavimentos, adoquines, y materiales de cimentación, entre otros. Su versatilidad y la creciente demanda por materiales sostenibles han impulsado su utilización no solo en grandes proyectos de infraestructura, sino también en la fabricación de productos de menor escala, como materiales de construcción prefabricados (Obando & Machuca, 2023).

Además, el polvo de concreto reciclado es útil en el campo de la ingeniería civil para la estabilización de suelos y la mejora de terrenos. Al ser un material con una cierta cantidad de material fino, puede mejorar las propiedades de los suelos inestables, ayudando en la construcción de caminos, terraplenes y otras infraestructuras de soporte.

El polvo de concreto reciclado es un material altamente sostenible que no solo fomenta la disminución de residuos y la conservación de los recursos naturales, sino que también ofrece propiedades mecánicas que lo hacen útil en la construcción de diversos tipos de infraestructura. Su uso está en constante expansión, ya que incentiva la transición hacia el impulso de la economía circular en la industria constructiva, y a medida que se perfeccionan los procesos de reciclaje, se espera que este material juegue un papel aún más importante en la construcción de un futuro más ecológico, eficiente y rentable (Obando & Machuca, 2023).

## 2.3 Marco conceptual

### a.- Adoquín

Un adoquín es un bloque de pavimentación, generalmente hecho de concreto, piedra o material cerámico, utilizado para cubrir superficies exteriores como calles, plazas, aceras y caminos. Su principal función es proporcionar una estructura resistente, duradera y estéticamente agradable para el tráfico vehicular o peatonal. Los adoquines se caracterizan por su forma generalmente rectangular o cuadrada, lo que permite un ensamblaje modular, y se colocan de manera intercalada sin necesidad de mortero, lo que facilita su mantenimiento y reparación. Además, los adoquines suelen ser diseñados para soportar cargas pesadas, resistir la abrasión y ofrecer una buena adherencia en condiciones climáticas diversas.

### b.- Cerámico reciclado triturado

El cerámico reciclado triturado (CRT) es otro tipo de material reciclado que se obtiene a partir de residuos cerámicos de la construcción y demolición, como azulejos, ladrillos y otros productos cerámicos. Este material, al igual que el concreto reciclado, ofrece la posibilidad de ser incorporado en nuevas mezclas de concreto. Su uso en la fabricación de adoquines de concreto puede modificar sus propiedades, como la resistencia a la compresión y la porosidad. Diversos estudios sugieren que la incorporación de CRT en concreto puede aumentar la durabilidad y mejorar la estética de los productos terminados, además de reducir el impacto ambiental.

### c.- Polvo de concreto reciclado

El polvo de concreto reciclado (PCCR) se obtiene de la trituración de fragmentos finos del concreto demolido y tiene propiedades similares a la de la arena natural. Su inclusión en la mezcla de concreto no solo proporciona una alternativa económica, sino que también puede mejorar algunas propiedades del concreto, como la cohesión y la

trabajabilidad. Sin embargo, su impacto en la resistencia final del concreto puede variar según la cantidad utilizada y la calidad del material reciclado. La incorporación de polvo de concreto reciclado puede ser particularmente beneficiosa en la fabricación de adoquines, donde las características de superficie y acabado son cruciales.

**d.- Propiedades de adoquines de concreto**

Los adoquines de concreto son productos de pavimentación de gran resistencia que se utilizan comúnmente en calles, plazas, caminos y otras infraestructuras urbanas. Las propiedades de los adoquines, tales como la resistencia compresiva, la durabilidad, la absorción de agua y la resistencia a las heladas, son fundamentales para asegurar su desempeño a largo plazo en condiciones de uso intensivo. La incorporación de materiales reciclados, como el cerámico reciclado triturado y el polvo de concreto reciclado, puede modificar estas propiedades, lo que hace necesario un análisis exhaustivo para evaluar su efectividad.

# CAPÍTULO III

# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Conjunto de procedimientos y métodos que orientan el desarrollo de la investigación. Estas metodologías proporcionan un marco estructurado que permite desarrollar un estudio sistemático y riguroso para responder a las preguntas de investigación planteadas. Dependiendo del tipo de estudio, la metodología seleccionada puede incluir una combinación de métodos cualitativos o cuantitativos, diseño experimental, no experimental, entre otros, que se eligen según los objetivos y la naturaleza del problema investigado. La elección correcta de la metodología garantiza la consistencia y veracidad de los resultados. El propósito principal de la metodología es asegurar que el proceso investigativo sea coherente y lógico, lo que permitirá llegar a conclusiones objetivas y fundamentadas. Este enfoque no solo se limita a la recopilación y análisis, sino que también abarca la forma en que se descifra la información y cómo se presenta a la comunidad académica (Alfonso et al., 2020).

## 3.1 Enfoque de la investigación

Se basa en la recolección y análisis de datos numéricos con el fin de establecer patrones, tendencias o relaciones estadísticas entre variables. Este enfoque permite realizar mediciones precisas y objetivas, lo que facilita la generalización de los resultados

a una población más amplia. A través de herramientas, los investigadores obtienen datos que pueden ser procesados y analizados mediante técnicas estadísticas avanzadas. El análisis cuantitativo se enfoca en la relación causa-efecto y busca probar hipótesis preestablecidas de forma empírica. Además, este enfoque se caracteriza por su énfasis en la objetividad y la replicabilidad, ya que los datos recolectados deben ser consistentes y verificables a través de diferentes momentos y lugares (Alfonso et al., 2020).

Se considera de enfoque cuantitativo porque busca medir y analizar numéricamente el efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades de los adoquines de concreto.

## 3.2 Tipo de investigación

La investigación aplicada se centra en la búsqueda de soluciones prácticas a problemas concretos de la sociedad, la industria o cualquier otra área específica de interés, la investigación aplicada se preocupa por la implementación directa de estos conocimientos en contextos reales. Su propósito principal es resolver situaciones problemáticas y generar cambios tangibles en el entorno, a través de la aplicación de métodos científicos para abordar desafíos específicos y concretos. Este tipo de investigación juega un papel fundamental en el desarrollo tecnológico y en la mejora de procesos. Este tipo de investigación se caracteriza por su carácter pragmático, ya que se enfoca en intervenir en la realidad para generar soluciones efectivas y eficientes (Pimienta et al., 2018).

Es de tipo de investigación aplicada porque tiene como objetivo resolver un problema concreto y práctico relacionado con la mejora de las propiedades de los adoquines de concreto mediante el uso de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado.

## 3.3 Nivel de investigación

El nivel explicativo tiene como objetivo principal, comprender las causas y efectos de un fenómeno específico, el nivel explicativo busca determinar las relaciones causales entre variables. Este nivel se enfoca en identificar los factores que influyen en la ocurrencia de un fenómeno y cómo esos factores se interrelacionan. Así, el investigador no solo describe los hechos, sino que también explica el "por qué" de los mismos, lo que permite desarrollar teorías o modelos que se pueden aplicar en diferentes contextos. Para alcanzar este nivel explicativo, se utilizan métodos de investigación más complejos, que incluyen la formulación de hipótesis y su posterior verificación a través de la recolección de datos (Pimienta et al., 2018).

Es de nivel explicativo porque busca comprender y detallar las relaciones causales entre la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en los adoquines de concreto, y cómo estos aditivos afectan sus propiedades.

## 3.4 Diseño de la investigación

El diseño de investigación experimental se identifica por la manipulación activa de variables para observar sus efectos en otras. En este enfoque, el investigador interviene directamente sobre una o más variables independientes para observar sus consecuencias en las variables dependientes, bajo condiciones controladas. Este diseño se utiliza principalmente cuando se intenta descubrir las conexiones causales entre variables, ya que permite controlar factores externos que podrían interferir en los resultados. Es común en estudios que requieren pruebas de hipótesis sobre la influencia directa de un factor específico. En una investigación experimental, los sujetos del estudio se dividen en diferentes grupos, como un grupo experimental y un grupo de control. Estos grupos son sometidos a condiciones controladas y sistemáticas para asegurar que cualquier cambio observado en la variable dependiente sea resultado de la manipulación de la variable independiente, y no de otros factores no controlados (Alfonso et al., 2020).

Es de diseño experimental porque se basa en la manipulación y control de variables específicas, como la cantidad de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado incorporados a los adoquines, para observar y medir el efecto de estos cambios en sus propiedades.

## 3.5 Método de la investigación

El método científico es sistemático y organizado para la resolución de problemas y la generación de conocimiento. Se basa en la observación, formulación de hipótesis, experimentación y análisis de datos, siguiendo una secuencia lógica para validar o refutar teorías preexistentes. A través de este proceso, los investigadores buscan obtener resultados objetivos y verificables que contribuyan al avance del conocimiento en diversas disciplinas. Este método se apoya en la puesta en práctica de principios de lógica y racionalidad para asegurar la fiabilidad y validez de los resultados obtenidos. La investigación científica no solo se centra en el proceso de recolección de datos, sino también en su interpretación rigurosa. El uso de técnicas adecuadas de análisis y la revisión crítica de los resultados son esenciales para garantizar que las conclusiones sean precisas y significativas (Pimienta et al., 2018).

Sigue un método científico porque se basa en la observación, formulación de hipótesis, experimentación controlada y análisis de resultados para responder a una pregunta de investigación.

## 3.6 Población y muestra de la investigación

### *3.6.1 Población*

En el ámbito de la investigación, la población se refiere al conjunto completo de elementos o individuos que comparten una característica específica que es de interés para el estudio. Este conjunto de datos abarca todas las unidades que se quieren investigar y cuyas características se desean conocer. La población puede ser finita o infinita,

dependiendo de la cantidad de elementos que la conformen, y puede estar compuesta por personas, objetos, sucesos o cualquier otro tipo de unidad de análisis que se ajuste al propósito del estudio. Cuando se realiza una investigación, es esencial definir claramente a qué grupo o conjunto se refiere la población, ya que los resultados obtenidos a partir de esta base servirán para hacer generalizaciones o inferencias (Alfonso et al., 2020).

La población está conformada por todos los adoquines de concreto elaborados en el Distrito de San Miguel, que podrían ser fabricados con diferentes proporciones de cerámico reciclado triturado (CRET) y polvo de concreto reciclado (PCOR).

### *3.6.2 Muestra*

Subconjunto seleccionado de una población que se utiliza para hacer inferencias sobre la población total. Este grupo debe ser representativo, lo que significa que sus características deben reflejar de manera precisa las características de la población de interés. La selección de la muestra debe realizarse mediante un proceso adecuado de muestreo, que puede ser aleatorio o no aleatorio, dependiendo del tipo de estudio y los objetivos de la investigación. El tamaño de la muestra depende de varios factores, como el nivel de precisión deseado, la variabilidad de los datos y los recursos disponibles. El uso de una muestra permite a los investigadores realizar estudios de manera más eficiente, ya que analizar a toda la población puede ser costoso o impracticable. Además, las conclusiones obtenidas de la muestra, si se selecciona adecuadamente, pueden ser generalizables a la población total, lo que otorga validez a los resultados (Alfonso et al., 2020).

La muestra está conformada por adoquines seleccionados que incorporan 3% y 6% de cerámico reciclado triturado (CRET) y polvo de concreto reciclado (PCOR), con el fin de evaluar el efecto de estos aditivos sobre las propiedades del concreto.

**Tabla 6**

*Cantidades de muestras*

| Unidades de muestras | | | |
|---|---|---|---|
| Detalles | Variación de dimensiones | Absorción | Resistencia a compresión |
| ADP | 4 | 4 | 4 |
| A+ 3% CRET | 4 | 4 | 4 |
| A+ 6% CRET | 4 | 4 | 4 |
| A+ 3% PCOR | 4 | 4 | 4 |
| A+ 6% PCOR | 4 | 4 | 4 |
| **Total** | **20** | **20** | **20** |

Se muestra las cantidades de las unidades para los ensayos de los adoquines.

## 3.7 Técnicas e instrumentos

### *3.7.1 Técnicas*

Métodos que los investigadores utilizan para recolectar y analizar los datos necesarios para su estudio. Estas técnicas pueden ser cualitativas o cuantitativas y están diseñadas para abordar diferentes tipos de problemas de investigación. Es fundamental elegir la técnica adecuada para asegurar que los datos recolectados sean pertinentes y suficientes para responder las hipótesis o preguntas planteadas en la investigación. La adecuada aplicación de estas técnicas asegura la validez y confiabilidad de los resultados, lo que contribuye al rigor científico del estudio (Pino, 2019).

- Análisis experimental.
- Técnica de muestreo.
- Medición y comparación.

### *3.7.2 Instrumentos*

Herramientas específicas que los investigadores utilizan para recolectar datos dentro de las técnicas seleccionadas. Estos instrumentos pueden ser cuestionarios,

encuestas, guías de entrevistas, escalas de medición, observación estructurada, entre otros, y deben ser diseñados de acuerdo con los objetivos y el marco teórico del estudio. La calidad de los instrumentos influye directamente en la validez y confiabilidad de los datos obtenidos. Un instrumento adecuado no solo debe ser fácil de aplicar, sino también garantizar que mida de manera precisa lo que se pretende estudiar. Es importante que los instrumentos sean validados antes de ser utilizados en el estudio para asegurarse de que realmente capturan la información necesaria. La validación se puede realizar mediante pruebas piloto o consultando con expertos en el tema. Además, los instrumentos deben ser confiables, es decir, deben producir resultados consistentes cuando se aplican en condiciones similares (Pino, 2019).

- Equipos para la preparación de muestras.
- Equipos para ensayos.
- Plantillas de Excel.

## 3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

### *3.8.1 Validación*

El método seguido para establecer si el instrumento de investigación que se está utilizando mide realmente lo que se pretende medir se denomina validación del instrumento de investigación. La evaluación de la capacidad del instrumento para captar con precisión las variables de interés, así como su relevancia y exactitud, son aspectos que se incluyen en este enfoque. Durante el proceso de validación, personal con conocimientos tanto en el área temática como en la metodología examina el instrumento para asegurarse de que los elementos o preguntas son pertinentes y están en consonancia con los objetivos del programa de investigación. Esta etapa es absolutamente necesaria para garantizar que los resultados recopilados son pertinentes y reflejan correctamente el fenómeno que se está examinando (Pimienta et al., 2018).

### *3.8.2 Confiabilidad*

La confiabilidad del instrumento de investigación se refiere a la consistencia y estabilidad de los resultados obtenidos al aplicar el mismo instrumento en condiciones similares. En otras palabras, un instrumento confiable debe producir los mismos resultados cuando se aplica varias veces en diferentes momentos o en situaciones semejantes. Esta característica es fundamental para garantizar que las mediciones obtenidas sean repetibles y no se vean influenciadas por factores externos o errores aleatorios. La confiabilidad está estrechamente relacionada con la precisión de los datos, ya que un instrumento confiable minimiza el margen de error en las mediciones (Pimienta et al., 2018).

## 3.9 Plan de recolección de datos

En este estudio, se propone un plan de análisis de datos estructurado en diferentes etapas para garantizar la obtención de resultados precisos y bien fundamentados.

**I Etapa:**

- Recolección de antecedentes e información bibliográfica sobre el uso de cerámico reciclado triturado (CRET) y polvo de concreto reciclado (PCOR) en la industria de la construcción.
- Revisión de normas y estándares aplicables a las propiedades de adoquines de concreto, como las normas de resistencia, absorción y variación dimensional.
- Selección y adquisición de materiales de cerámico reciclado triturado (CRET) y polvo de concreto reciclado (PCOR), así como los materiales base (cemento, arena y grava).

**II Etapa:**

- Elaboración de los diseños de mezcla para los adoquines patrón y para las mezclas con aditivos reciclados (3% y 6% de CRET y PCOR).

- Preparación de las muestras de adoquines según los diseños de mezcla definidos.
- Elaboración del prefabricado patrón y los adoquines con aditivos reciclados, garantizando la uniformidad de las muestras.

**III Etapa:**

- Realización de los ensayos de las muestras de adoquines a diferentes edades (7, 14 y 28 días) para medir las propiedades físicas y mecánicas:
    - Medición de la variación dimensional de los adoquines (alto, ancho y largo).
    - Ensayo de absorción de agua para determinar la capacidad de absorción de las muestras.
    - Prueba de resistencia a la compresión para evaluar la capacidad de los adoquines para resistir cargas.

**IV Etapa:**

- Análisis de los datos obtenidos de los ensayos de variación dimensional, absorción y resistencia a la compresión.
    - Comparación de los resultados de las muestras con materiales reciclados frente al adoquín patrón de diseño.
- Interpretación de los resultados para determinar cómo la incorporación de CRET y PCOR afecta las propiedades de los adoquines.
- Elaboración del capítulo cuatro con los hallazgos, conclusiones y recomendaciones para la industria de la construcción en el Distrito de San Miguel.

Este plan estratégico garantiza un análisis detallado y ordenado de los datos obtenidos a partir de los ensayos, permitiendo una interpretación precisa del impacto de los materiales reciclados en las propiedades de los adoquines de concreto.

- **<u>Procedimiento para la obtención de cerámico reciclado triturado de manera manual</u>**

Para obtener cerámico reciclado triturado de manera manual, se inició con la recolección de residuos cerámicos provenientes de demolición de viviendas o productos desechados. Es crucial seleccionar piezas libres de impurezas como cemento y madera, asegurando que el material sea exclusivamente cerámico. Luego, se realizó una limpieza a fondo utilizando agua para eliminar cualquier suciedad o material adherido.

Una vez limpio, el cerámico se trituro manualmente con herramientas como combo y martillos, rompiendo las piezas en fragmentos de tamaños mucho más pequeños.

Finalmente, los fragmentos triturados se clasifican mediante tamices para asegurar que el tamaño sea adecuado para su uso en mezclas de concreto, el material usado en esta investigación es la pasante la malla N°200. El cerámico reciclado triturado se almacena en un lugar seco y limpio hasta su posterior utilización en la fabricación de adoquines.

**Figura 2**

*Cerámico reciclado triturado*



El material empleado para esta investigación fue un aproximado de 2 kilos.

Según Fu & Lee, (2024) los Principales Componentes Químicos del cerámico reciclado fue de:

- Dióxido de Silicio ($SiO_2$): Es el componente mayoritario en los cerámicos reciclados, aportando rigidez y estabilidad estructural al material.
- Óxido de Aluminio ($Al_2O_3$): Proviene principalmente de la arcilla y mejora la refractariedad, es decir, la capacidad del material para resistir altas temperaturas sin degradarse.
- Óxido de Calcio (CaO) y Óxido de Magnesio (MgO): Presentes en menores proporciones, estos óxidos contribuyen a la formación de la fase vítrea, mejorando las propiedades de sinterización y durabilidad.
- Óxidos de Hierro ($Fe_2O_3$): Son responsables del color rojizo en muchos productos cerámicos, además de influir en la resistencia mecánica y la durabilidad del material.

❖ **Procedimiento para la Obtención de polvo de concreto reciclado de Manera Manual**

Para obtener polvo de concreto reciclado de manera manual, se inició con la recolección de residuos de concreto provenientes de demolición o desechos de construcciones de viviendas. Luego, se realiza una limpieza superficial para eliminar cualquier contaminante adherido a la superficie.

A continuación, se procedió con triturar el concreto utilizando herramientas manuales, como martillo y combo, rompiendo las piezas grandes en fragmentos más pequeños. Después, los fragmentos son molidos con un mortero y el combo, hasta obtener partículas finas que constituyan el polvo de concreto reciclado.

El polvo obtenido se tamiza para separar las partículas de mayor tamaño, asegurando que el material sea fino, este material fue usado todo lo pasante de la malla N°200.

**Figura 3**

*Polvo de concreto*



El material empleado para esta investigación fue un aproximado de 2 kilos.

Según Kaptan et al., (2024) el polvo de concreto reciclado triturado es una mezcla fina compuesta principalmente por:

- Óxido de Calcio (CaO): Proveniente del cemento, es un componente esencial que contribuye a la dureza y resistencia del concreto.
- Dióxido de Silicio ($SiO_2$): Se encuentra en las partículas finas del concreto y es fundamental para la reactividad puzolánica, mejorando la durabilidad del material.
- Trióxido de Azufre ($SO_3$): Este compuesto puede influir en la hidratación del cemento, aunque se encuentra en menores concentraciones.

❖ **Ensayos realizados**

**Ensayo de Granulometría**

Tiene como objetivo determinar la distribución del tamaño de las partículas de los agregados, tanto finos como gruesos. Esta prueba debe realizarse conforme a las normas

técnicas NTP 400.012 y NTP 400.037, que establecen los procedimientos, equipos y criterios necesarios para garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos.

- **1. Ensayo del Agregado Fino**

**Equipos y Materiales Utilizados:**

Para llevar a cabo el ensayo de granulometría del agregado fino, se emplean los siguientes equipos y herramientas:

- Brocha: Para limpiar los agregados y evitar la contaminación cruzada.
- Cucharón: Para tomar muestras representativas de los agregados.
- Taras: Recipientes donde se pesarán las muestras y los residuos de tamizado.
- Balanza eléctrica: Para pesar con precisión las muestras.
- Horno: Con temperatura constante de 110 ± 5°C, para secar el agregado fino antes de realizar el tamizado.
- Tamices: De diferentes tamaños, que incluyen 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100.

**Procedimiento:**

1. Se selecciona una muestra de agregado fino, que se pesará con la balanza eléctrica antes de proceder a su secado.
2. Según las especificaciones de la NTP 400.012, la muestra de agregado fino debe secarse durante un período de 24 horas. Este proceso asegura que el contenido de humedad del agregado se elimine por completo, permitiendo un tamizado más preciso.
3. Una vez secada la muestra, se procede al tamizado utilizando los diferentes tamices disponibles, comenzando con el de mayor tamaño y descendiendo progresivamente. Los tamices deben ser agitadas de forma circular durante un tiempo determinado, lo que facilita que las partículas de los agregados se separen según su tamaño.

4. Después de agitar cada tamiz, se pesa el material retenido en cada uno. Este paso es fundamental para poder calcular la distribución granulométrica. Los resultados de estos pesajes se registran para su posterior análisis.
5. Finalmente, con los datos obtenidos del pesaje de los materiales retenidos, se elabora la curva granulométrica utilizando la tabla establecida por la NTP 400.012. Esta curva nos permite visualizar cómo está distribuido el tamaño de las partículas del agregado fino, lo que es crucial para la correcta preparación de mezclas de concreto y otros materiales de construcción.

- **2. Ensayo del Agregado Grueso**

**Equipos y Materiales Utilizados:**

Para la granulometría del agregado grueso, se utilizan equipos similares a los empleados para el agregado fino, con algunas variaciones en los tamaños de los tamices:

- Brocha: Para limpiar los agregados y los tamices.
- Cucharón: Para tomar muestras representativas de los agregados gruesos.
- Taras: Recipientes para pesar las muestras.
- Balanza eléctrica: Para obtener pesajes precisos de las muestras.
- Horno: A una temperatura constante de 110 ± 5°C para secar el agregado grueso.
- Tamices: De tamaños 1/2", 3/8", 1/4", N°4, N°8 y N°16.

**Procedimiento:**

1. En este caso, se realiza un proceso previo de cuarteo para obtener una muestra representativa del agregado grueso. El cuarteo es un método de reducción de la muestra que permite obtener una porción homogénea de la misma. Se seleccionan muestras que tengan características similares para asegurar que los resultados sean representativos del lote completo.
2. Se procede a pesar la muestra seleccionada del cuarteo, esta muestra se llevará al horno para su secado.

3. Al igual que con el agregado fino, el grueso se seca en un horno a una temperatura constante de 110 ± 5°C durante 24 horas. Este proceso es esencial para eliminar la humedad que pueda interferir con el tamizado.
4. Una vez secada la muestra, se realiza el proceso de tamizado utilizando los tamices de los tamaños correspondientes, siguiendo el mismo procedimiento de agitación circular durante un tiempo determinado. Este proceso permite separar el agregado grueso en distintas fracciones según su tamaño.
5. Después de tamizar, se pesa el material retenido en cada tamiz. Este pesaje permite determinar la cantidad de material en cada fracción de tamaño.
6. Con los datos obtenidos del pesaje de los materiales retenidos en cada tamiz, se elabora la curva granulométrica siguiendo las especificaciones de la NTP 400.037, que establece los usos adecuados para este tipo de agregado. La curva granulométrica nos proporciona información detallada sobre la distribución del tamaño de las partículas del agregado grueso.
7. Finalmente, se determina el tamaño máximo de las partículas del agregado grueso, así como el tamaño máximo nominal, que son parámetros esenciales para el diseño de mezclas de concreto y otras aplicaciones donde se emplean agregados gruesos.

El ensayo de granulometría es fundamental para caracterizar adecuadamente los agregados, tanto finos como gruesos, y garantizar que cumplan con las especificaciones técnicas necesarias para su uso en la construcción. A través de un proceso sistemático de secado, tamizado y pesaje, se obtiene una curva granulométrica que permite conocer la distribución del tamaño de las partículas, lo que influye directamente en la calidad de los materiales y en el comportamiento de las mezclas de concreto.

Este procedimiento, realizado de acuerdo con las normas NTP 400.012 y NTP 400.037, asegura que los agregados sean adecuados para su aplicación en la construcción, contribuyendo a la durabilidad y resistencia de las estructuras.

**Procedimiento para la determinación del contenido de humedad**

El ensayo para determinar el contenido de humedad en el agregado debe realizarse conforme a los lineamientos y procedimientos establecidos en la norma técnica NTP 339.185, la cual describe detalladamente las condiciones y métodos para garantizar resultados precisos y confiables.

**Materiales y Equipos Utilizados:**

- Tara (recipiente de medida).
- Balanza electrónica con alta precisión para medir el peso de las muestras.
- Horno de secado con control de temperatura, ajustado a una temperatura constante de 110 +- 5°C.

**Procedimiento:**

1. El procedimiento comienza con la selección de una muestra representativa del agregado, que debe pesar al menos 500 gramos. Esta muestra se debe medir con precisión utilizando una balanza electrónica, garantizando que el peso inicial refleje correctamente la masa de la muestra en su estado húmedo.
2. Luego, la muestra húmeda se coloca cuidadosamente en un horno que previamente debe estar calibrado y ajustado a una temperatura constante. Es fundamental que el horno mantenga esta temperatura durante todo el proceso. La muestra permanecerá en el horno por un tiempo mínimo de 24 horas, asegurando que durante este período, el calor intensivo elimine por completo cualquier rastro de humedad del agregado.
3. Una vez completado el proceso de secado, la muestra se retira del horno con precaución. Se debe permitir que la muestra repose a temperatura ambiente por un tiempo adecuado antes de proceder con el pesaje. Este enfriamiento es crucial para evitar que el calor residual altere el peso final de la muestra, lo que podría generar una medición incorrecta.

4. Una vez enfriada, se realiza el pesaje de la muestra utilizando la balanza electrónica. El peso obtenido en este paso corresponde al peso de la muestra completamente seca.
5. Para calcular el contenido de humedad en el agregado, se utiliza la siguiente fórmula proporcionada por la norma técnica:

$$P = \frac{100\,(W - D)}{D}$$

Donde:

- P: Es el contenido total de humedad en porcentaje.
- W: Es el peso de la muestra húmeda original en gramos.
- D: Es el peso de la muestra seca en gramos, es decir, el peso después de ser secada en el horno.

Este cálculo permite obtener el porcentaje de humedad presente en el agregado fino, el cual es un parámetro fundamental en la preparación de mezclas de concreto, ya que la humedad puede afectar las proporciones de los componentes y, por ende, la calidad del material resultante.

**Ensayo de peso específico y absorción del agregado**

El ensayo de peso específico de masa y absorción es fundamental para determinar las propiedades físicas del agregado, específicamente su capacidad para absorber agua y su densidad. Este procedimiento debe realizarse siguiendo los lineamientos establecidos en las normas técnicas NTP400.022 (agregado fino) y NTP400.021 (agregado grueso). Ambas normas definen los métodos adecuados para garantizar resultados consistentes y precisos.

**1. Agregado Fino**

**Equipos y Materiales Utilizados:**

- Balanza de 0.5 g: Para realizar pesajes precisos de la muestra.
- Cono de absorción y pilón: Para medir la absorción de agua y compactar el material durante el ensayo.
- Horno con temperatura constante de 110 +- 5°C: Para secar el agregado fino antes y después del ensayo.
- Fiola de 500 $cm^3$: Utilizada para sumergir la muestra y medir el volumen desplazado por el agua.
- Recipiente: Para contener el agua y sumergir el agregado.

**Procedimiento:**

1. Se comienza pesando 500 gramos de agregado fino utilizando la balanza de precisión. Esta cantidad se selecciona para asegurar que los resultados sean representativos del material a evaluar. La muestra se coloca en el horno y se seca durante 24 horas a una temperatura constante de 110 ± 5°C, con el fin de eliminar cualquier humedad superficial o interna que pudiera afectar las mediciones.
2. Después de completar el secado, la muestra se retira del horno y se sumerge en agua durante 24 horas. Este proceso de saturación permite que el agregado absorba agua, lo cual es fundamental para medir su capacidad de absorción y determinar su peso específico en condiciones de humedad máxima.
3. Al día siguiente, la muestra se retira del agua y se extiende sobre un recipiente de superficie plana. A continuación, se expone a una corriente de aire moderada y se agita periódicamente para asegurar un secado homogéneo. Este paso ayuda a eliminar el exceso de agua sin dejar que el material se seque completamente.
4. Una vez que el agregado ha alcanzado un estado de saturación superficial, se realiza una nueva medición de su peso. Luego, se coloca un molde cónico y se aplica una presión uniforme mediante un pilón, dando 25 golpes en cada tercio del cono, en forma de tronco, hasta que la superficie superior quede nivelada.
5. Se retira el cono y se verifica que aproximadamente las tres cuartas partes del agregado queden asentadas. Esto permite determinar la presencia de humedad

libre y asegurar que el agregado esté correctamente preparado para el cálculo de su peso específico.

6. A continuación, la muestra se coloca en una fiola de 500 cm³, a la cual se le agrega agua para eliminar el aire atrapado. Se agita la fiola para asegurar que no queden burbujas de aire. Posteriormente, se deja reposar durante 24 horas.
7. El día siguiente se registra el peso de la fiola con la muestra sumergida. Finalmente, se coloca la fiola con la muestra en el horno durante 24 horas para determinar el peso seco de la muestra y calcular su absorción y peso específico.

**2. Agregado Grueso**

**Equipos y Materiales Utilizados:**

- Balanza de 0.5 g: Para pesar con precisión las muestras.
- Horno con temperatura constante de 110 ± 5°C: Para secar el agregado grueso.
- Canastilla: Utilizada para contener el agregado durante su inmersión en agua.
- Depósito de agua: Para sumergir el agregado y permitir la absorción.
- Franela: Para secar la muestra superficialmente antes de los pesajes.

**Procedimiento:**

1. Antes de comenzar con el ensayo, se debe realizar un lavado de la muestra de agregado grueso para eliminar cualquier impureza o residuo que pueda alterar los resultados. Este paso asegura que solo el material relevante sea medido.
2. Una vez que la muestra ha sido completamente limpia, se sumerge cuidadosamente en un recipiente lleno de agua, donde permanecerá durante un período de 24 horas. Este proceso de saturación es esencial, ya que permite que el agregado absorba el agua necesaria para alcanzar un equilibrio en su contenido de humedad, preparándose así para las siguientes etapas del análisis.
3. Después de completar el tiempo de inmersión, la muestra se retira del agua y se procede a secar su superficie externa con una franela suave, con el fin de eliminar el exceso de agua que se haya adherido a las partículas del agregado. Este paso

garantiza que solo se conserve la humedad interna del material para las mediciones posteriores.

4. Seguidamente, la muestra se coloca con cuidado en una canastilla de alambre, la cual es sumergida en agua a una temperatura controlada de 21°C. Este procedimiento es fundamental para determinar el peso de la muestra cuando se encuentra completamente saturada en agua, lo que nos permitirá calcular con precisión su densidad en estas condiciones específicas.
5. Tras haber obtenido el peso en agua, la muestra es retirada de la canastilla y colocada en un recipiente adecuado, para luego ser introducida en un horno precalentado a una temperatura constante de 110 ± 5°C. La muestra permanecerá en el horno durante 24 horas, proceso durante el cual se eliminará cualquier traza de humedad interna. Al finalizar este ciclo, se retira la muestra del horno y se deja reposar hasta que alcance la temperatura ambiente, para finalmente pesarse nuevamente.

Una vez completado el ensayo, se pueden realizar los cálculos de peso específico de masa y absorción a partir de los pesajes registrados durante las diferentes etapas del proceso. Los valores obtenidos permiten conocer la densidad del agregado y su capacidad para absorber agua, lo que es fundamental para su aplicación en la mezcla de concreto y otros materiales de construcción.

**Procedimiento para la elaboración de adoquines**

**Equipos y Materiales Utilizados:**

Para la producción de los adoquines de concreto de **tipo II** con dimensiones de **20*10*6 cm**, se utilizaron diversos equipos y materiales que aseguran una fabricación adecuada y de calidad. A continuación, se detallan los insumos utilizados en el proceso:

1. Molde: permiten la fabricación de adoquines con las dimensiones necesarias.
2. Balanza para el pesado de los agregados: Se utiliza para medir con precisión los materiales como arena, grava y otros agregados del concreto.

3. Balanza para el pesado de las adiciones: Permite pesar con precisión las adiciones que se incorporan al concreto.
4. Petróleo para el desencofrado: Este producto se emplea para lubricar los moldes y evitar que el concreto se adhiera a ellos durante el proceso de desmoldeo.

**Procedimiento de Elaboración:**

1. El primer paso en la fabricación del adoquín consiste en diseñar la mezcla adecuada para los adoquines. Este diseño debe realizarse tanto para el adoquín patrón como para aquellos que incluyen adiciones, de acuerdo con las características específicas de resistencia requerida. La mezcla debe estar formulada para garantizar que los adoquines cumplan con las normas de calidad y resistencia establecidas.
2. Una vez determinado el diseño de la mezcla, se procede al pesado de los materiales. Se miden cuidadosamente los agregados y las adiciones, utilizando las balanzas respectivas para cada tipo de insumo. Es fundamental que las cantidades de cada componente sean exactas para obtener una mezcla homogénea y de alta calidad.
3. Los componentes pesados se trasladan a la mezcladora de concreto de bandeja, donde se combinan hasta obtener una mezcla homogénea. El tiempo de mezcla debe ser el adecuado para asegurar que el cemento, los agregados y las adiciones se integren correctamente, logrando una consistencia uniforme que facilitará el proceso de moldeo.
4. Antes de verter la mezcla en los moldes, es necesario lubricarlos con petróleo. Este paso es esencial para evitar que el concreto se adhiera al molde durante el proceso de desmoldeo. El petróleo se aplica de manera uniforme en las superficies del molde.
5. Una vez que el molde está preparado, se vierte la mezcla de concreto de manera manual, llenando el molde hasta su parte superior. Se realiza el proceso de vibrado

durante unos segundos, lo que permite que el concreto se asiente de manera uniforme dentro del molde. Este paso ayuda a eliminar burbujas de aire y garantiza una distribución adecuada de la mezcla.

6. Después del primer vibrado, se verifica si el molde requiere más mezcla. En caso de ser necesario, se añade más concreto hasta alcanzar el nivel deseado, y se repite el proceso de vibrado.
7. Una vez que los moldes están completamente llenos, se coloca una carga sobre ellos para garantizar una compactación adecuada. A continuación, se inicia el vibrado final, que tiene una duración de 15 segundos. Este vibrado asegura que el concreto se distribuya correctamente y que los adoquines obtengan la densidad necesaria.
8. Después de completar el vibrado, los adoquines se retiran cuidadosamente. Se coloca en un área limpia y libre de contaminantes, donde se dejará reposar para permitir que el concreto fragüe adecuadamente. Este período de reposo es fundamental para que los adoquines comiencen a desarrollar la resistencia necesaria.
9. Para asegurar que los adoquines alcancen la resistencia adecuada y mantengan una calidad óptima, se realiza un proceso de curado durante un período de 7, 14 y 28 días. Este proceso de curado es esencial, ya que permite que el concreto continúe hidratándose y alcanzando sus propiedades mecánicas completas. Durante este tiempo, es necesario mantener los adoquines en condiciones controladas, evitando la exposición a factores que puedan afectar su calidad, como la desecación rápida o las altas temperaturas.

Este proceso garantiza la producción de adoquines de concreto de alta calidad, que cumplen con los estándares de resistencia y durabilidad requeridos. El adecuado diseño de mezcla, la precisión en los pesajes, el correcto proceso de mezclado y el curado adecuado son fundamentales para asegurar que los adoquines fabricados sean aptos para su uso en pavimentos y otras aplicaciones de construcción.

**Determinar las dimensiones de los especímenes**

Debe realizarse con precisión y de acuerdo con los criterios establecidos para asegurar la exactitud de las mediciones. El procedimiento incluye la medición de las dimensiones clave de cada espécimen, tales como el largo, el ancho, el espesor y cualquier otra dimensión relevante si fuera necesario. Cada una de estas dimensiones se debe medir con una aproximación al milímetro para obtener valores precisos.

**Procedimiento:**

1. Se deben medir las dimensiones del espécimen, que incluyen el largo, el ancho y el espesor. Si el espécimen presenta otras dimensiones significativas, también se deben medir. Para obtener la medición más precisa de cada dimensión, se realiza un mínimo de dos mediciones en los puntos medios de las aristas extremas de cada cara del espécimen. Esto asegura que las mediciones sean representativas y no estén influenciadas por posibles irregularidades o imperfecciones de la superficie.
2. Una vez obtenidas las mediciones de cada dimensión, se calcula el promedio de las mediciones realizadas para cada dimensión (largo, ancho y espesor). Este paso es crucial, ya que permite mitigar errores que puedan haber ocurrido durante el proceso de medición, garantizando un valor más confiable.
3. Después de obtener el promedio de cada dimensión de todos los especímenes de la muestra, se procede a calcular el porcentaje de variación para cada una de las dimensiones medidas (largo, ancho y espesor). La variación se calcula comparando el valor promedio obtenido con la dimensión nominal especificada para cada tipo de espécimen.
4. Para calcular el porcentaje de variación, se utiliza la siguiente fórmula

$$\text{Dimensión}\ (\%) = \frac{D_r - D_n}{D_n} \times 100$$

Donde:

- Dr: Dimensión real promedio, es decir, el valor promedio obtenido para cada dimensión medida del espécimen, expresado en mm o cm.
- Dn: Dimensión nominal, es el valor estándar o especificado para la dimensión correspondiente, también en mm o cm.

**Método de ensayo para la absorción del adoquín**

Es fundamental para evaluar su capacidad para absorber agua, lo que afecta directamente a su rendimiento en diversas aplicaciones, especialmente en condiciones de humedad. Este procedimiento debe llevarse a cabo siguiendo los lineamientos establecidos en las normas NTP 399.604 y ITINTEC 339.124 para garantizar resultados precisos y consistentes.

**Procedimiento:**

1. Los especímenes de adoquín se sumergen completamente en un recipiente con agua. La temperatura del agua debe mantenerse entre 15.6°C y 26.7°C para asegurar que la muestra se sature correctamente. La muestra debe permanecer sumergida durante 24 horas para permitir que el agregado absorba agua de manera uniforme.
2. Una vez transcurrido el período de inmersión, se retira el adoquín del agua. Después de la extracción, se deja reposar durante 1 minuto para que el agua no atrapada en la superficie de la muestra se drene naturalmente. Este tiempo de reposo es crucial para asegurar que el adoquín haya alcanzado un estado de saturación superficial.
3. Después de reposar, el adoquín se limpia cuidadosamente con un paño húmedo para eliminar el exceso de agua en la superficie. Este paso asegura que solo el agua absorbida internamente por el material sea tomada en cuenta en la medición de la masa saturada.

4. Tras la limpieza superficial, se pesa el adoquín para obtener su masa saturada. Este peso refleja la cantidad total de agua que ha sido absorbida por el adoquín durante el proceso de inmersión.
5. A continuación, el adoquín se coloca en un horno con una temperatura controlada de 100°C a 115°C durante 24 horas. Este proceso de secado tiene como objetivo eliminar toda el agua contenida en el adoquín, permitiendo obtener su masa seca.
6. Después de 24 horas de secado, se retira el adoquín del horno y se deja enfriar. Una vez a temperatura ambiente, se pesa nuevamente el adoquín para determinar su masa seca. Este valor es esencial para calcular el porcentaje de absorción del material.

$$\text{Absorción } (\%) = \frac{A-B}{B} \times 100$$

Donde:

- A: Masa saturada, que se obtiene después de las 24 horas de inmersión en agua, expresado en gramos (g) o kilogramos (kg).
- B: Masa seca, que se mide después de secarlo en el horno durante 24 horas, también expresado en gramos (g) o kilogramos (kg).

El cálculo proporciona el porcentaje de absorción del adoquín, lo que indica la cantidad de agua que el material ha absorbido en relación con su peso seco. Un alto porcentaje de absorción puede ser indicativo de un material poroso que podría ser más susceptible al daño por congelación y descongelación o a la infiltración de agua.

**Ensayo de resistencia en adoquines**

Es uno de los procedimientos más importantes para evaluar la calidad de los adoquines de concreto, ya que determina la capacidad del material para resistir fuerzas de compresión sin sufrir fallos. Este ensayo se lleva a cabo de acuerdo con los lineamientos establecidos en la norma técnica NTP 399.604, la cual proporciona las directrices para realizar la prueba de manera precisa y confiable.

**Equipos y Materiales Utilizados:**

Para la realización del ensayo de resistencia a la compresión, se requiere de los siguientes equipos y herramientas:

1. Prensa Hidráulica: Es el equipo principal utilizado para aplicar la carga de compresión sobre la muestra de adoquín.
2. Vernier o Calibrador: Instrumento utilizado para medir con precisión las dimensiones del adoquín, en particular su longitud y ancho.
3. Brocha: Utilizada para limpiar cualquier residuo o impureza de la muestra antes de realizar la medición.
4. Dos Placas Macizas de Acero: Se emplean para colocar la muestra en la prensa hidráulica y asegurar que la carga se distribuya de manera uniforme.

**Procedimiento:**

1. El proceso comienza con la extracción del adoquín del área de curado. Una vez retirado, se deja reposar durante unos minutos para que la muestra se estabilice a temperatura ambiente antes de proceder con las mediciones.
2. Utilizando el vernier o calibrador, se miden las dimensiones del adoquín, en particular su longitud (L) y su ancho (W). Estas mediciones son esenciales para determinar el área de la superficie donde se aplicará la carga. La medición debe ser precisa, ya que cualquier error podría afectar el cálculo de la resistencia a la compresión.
3. La muestra de adoquín debe ser centrada y alineada correctamente sobre la prensa hidráulica. Es importante que el adoquín se coloque en el centro de la prensa para asegurar que la carga se aplique de manera uniforme sobre toda su superficie.
4. Una vez que la muestra está correctamente posicionada, se enciende la prensa hidráulica. Esta prensa comenzará a aplicar una carga de manera gradual sobre el adoquín hasta que el material falle (es decir, hasta que no pueda soportar más la compresión y se rompa). Durante este proceso, es esencial monitorear la aplicación

de la carga para asegurar que se realice de acuerdo con los parámetros establecidos.

5. Cuando el adoquín falla, se registra el valor de la carga máxima que ha soportado antes de romperse. Este valor es crucial para el cálculo de la resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión se determina utilizando la siguiente fórmula proporcionada por la norma:

$$R = P/Ag$$

Donde:

- R: Esfuerzo a compresión de la muestra en kg/cm².
- P: Carga máxima soportada por la muestra en kg.
- Ag: Área bruta de la muestra en cm².

Este cálculo nos proporciona un valor crucial que refleja la resistencia a la compresión del adoquín, una propiedad que determina su habilidad para resistir presiones y cargas sin sufrir fracturas o deformaciones. Cuando la resistencia obtenida es alta, esto indica que el adoquín posee características de calidad superior, lo que le permite soportar adecuadamente las cargas que experimentará a lo largo de su vida útil en condiciones reales de uso. Este parámetro es fundamental para asegurar que el adoquín mantenga su integridad estructural incluso en situaciones de alto esfuerzo, garantizando su rendimiento a largo plazo en el entorno para el que fue diseñado.

### *3.9.1 Análisis e interpretación de los resultados*

El término «análisis e interpretación de resultados» se refiere al proceso de examinar los datos obtenidos de las pruebas realizadas en muestras de adoquines con el

fin de detectar patrones, tendencias y correlaciones significativas entre las variables investigadas.

En este procedimiento, los resultados del experimento se comparan con valores de referencia o normas que se han creado con el fin de evaluar la influencia que tienen factores independientes (como la integración de cerámica triturada reciclada y polvo de concreto reciclado) en las características de los adoquines. Como consecuencia de la interpretación de los datos, se pueden extraer conclusiones sobre la eficacia de los aditivos para mejorar atributos como la resistencia, la absorción y la variación dimensional. Además, la interpretación ofrece la base para la toma de decisiones y sugerencias en el campo de la ingeniería y la construcción.

# CAPÍTULO IV

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1 Resultados obtenidos

En este apartado se muestra los resultados para cada objetivo propuesto mediante tablas y gráficos.

- **Diseño de mesclas de los adoquines**

**Tabla 7**

*Dosificación para la elaboración del adoquín*

| Dosificación del adoquín de diseño (320 kg/cm2) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Detalles | Peso seco (kg/m$^3$) | Volum. | Peso húmedo (kg/m$^3$) | Volum. |
| Cemento | 410.00 | 1.00 | 410.00 | 1.00 |
| Agua | 205.00 | 0.50 | 205.30 | 0.50 |
| Agre. Grueso | 757.21 | 1.85 | 774.81 | 1.89 |
| Agre. Fino | 924.84 | 2.26 | 970.90 | 2.37 |

Se muestra el diseño de mezclas para el adoquín de diseño fc=320 kg/cm2.

**Tabla 8**

*Dosificación con 3% de cerámico reciclado triturado*

| Dosificación del adoquín con 3% de cerámico triturado | |
|---|---|
| **Detalles** | **Peso húmedo(kg/m3)** |
| Cemento | 410.00 |
| Agua | 205.30 |
| Agreg. Grueso | 774.81 |
| Agreg. Fino | 970.90 |
| 3% de cerámico reciclado triturado | 12.3 |

Se muestra la dosificación del adoquín añadiendo el 3% de cerámico reciclado triturado respecto al cemento.

**Tabla 9**

*Dosificación con 6% de cerámico reciclado triturado*

| Dosificación del adoquín con 6% de cerámico triturado | |
|---|---|
| **Detalles** | **Peso húmedo(kg/m3)** |
| Cemento | 410.00 |
| Agua | 205.30 |
| Agreg. Grueso | 774.81 |
| Agreg. Fino | 970.90 |
| 3% de cerámico reciclado triturado | 24.6 |

Se muestra la dosificación del adoquín añadiendo el 6% de cerámico reciclado triturado respecto al cemento.

**Tabla 10**

*Dosificación con 3% de polvo de concreto reciclado*

| Dosificación del adoquín con 3% de polvo de concreto reciclado | |
|---|---|
| **Detalles** | **Peso húmedo(kg/m3)** |
| Cemento | 410.00 |
| Agua | 205.30 |
| Agreg. Grueso | 774.81 |
| Agreg. Fino | 970.90 |
| 3% de polvo de concreto reciclado | 12.3 |

Se muestra la dosificación del adoquín añadiendo el 3% de polvo de concreto reciclado respecto al cemento.

**Tabla 11**

*Dosificación con 6% de polvo de concreto reciclado*

| Dosificación del adoquín con 6% de polvo de concreto reciclado | |
|---|---|
| **Detalles** | **Peso húmedo(kg/m3)** |
| Cemento | 410.00 |
| Agua | 205.30 |
| Agreg. Grueso | 774.81 |
| Agreg. Fino | 970.90 |
| 3% de polvo de concreto reciclado | 24.6 |

Se muestra la dosificación del adoquín añadiendo el 6% de polvo de concreto reciclado respecto al cemento.

### *4.1.1 Propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto (fc = 320 kg/cm²)*

**Tabla 12**

*Observación de las variaciones en las dimensiones del adoquín de diseño*

| Muestra | Medida 1 | Medida 2 | Medida 3 | Medida 4 | Promedio | V(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Alto(cm)** | | | |
| A.N-1 | 6.04 | 6.02 | 6.07 | 6.10 | 6.06 | 0.96 |
| A.N-2 | 6.04 | 6.02 | 6.08 | 6.03 | 6.04 | 0.71 |
| A.N-3 | 6.09 | 6.01 | 6.14 | 6.02 | 6.07 | 1.08 |
| A.N-4 | 6.07 | 6.08 | 6.06 | 6.12 | 6.08 | 1.38 |
| | | **PROMEDIO** | | | **6.06** | **1.03** |
| | | | **Ancho(cm)** | | | |
| A.N-1 | 10.03 | 10.07 | 10.15 | 10.07 | 10.08 | 0.80 |
| A.N-2 | 10.06 | 10.12 | 10.09 | 10.01 | 10.07 | 0.70 |
| A.N-3 | 10.05 | 10.03 | 10.12 | 10.07 | 10.07 | 0.67 |
| A.N-4 | 10.13 | 10.14 | 10.06 | 10.12 | 10.11 | 1.13 |
| | | **PROMEDIO** | | | **10.08** | **0.83** |
| | | | **Largo(cm)** | | | |
| A.N-1 | 20.11 | 20.03 | 20.11 | 20.13 | 20.10 | 0.47 |
| A.N-2 | 20.14 | 20.11 | 20.05 | 20.17 | 20.12 | 0.59 |
| A.N-3 | 20.11 | 20.08 | 20.15 | 20.03 | 20.09 | 0.46 |
| A.N-4 | 20.09 | 20.05 | 20.10 | 20.16 | 20.10 | 0.50 |
| | | **PROMEDIO** | | | **20.10** | **0.51** |

Las mediciones del adoquín de diseño muestran que las dimensiones promedio de alto, ancho y largo son 6.06 cm, 10.08 cm y 20.10 cm, respectivamente. En cuanto a la variación porcentual, el alto tiene una variación del 1.03%, el ancho del 0.83%, y el largo del 0.51%. Estas variaciones son menores, lo que indica que las dimensiones están bastante cercanas al valor nominal de 6*10*20 cm, garantizando una buena precisión en la fabricación del adoquín.

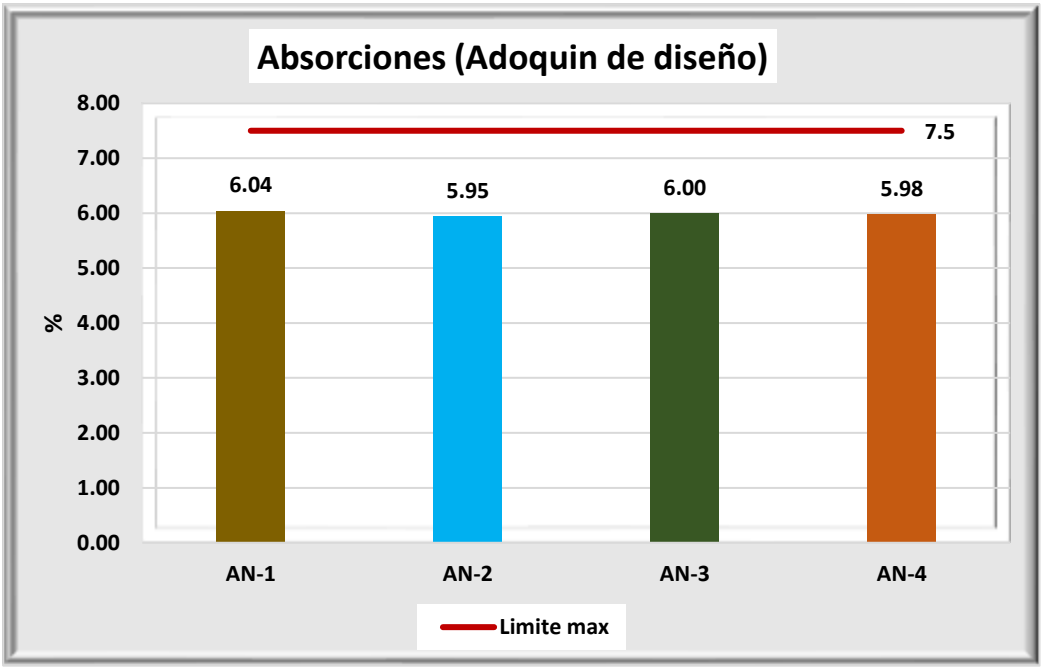
**Tabla 13**

*Evaluación de las absorciones de los adoquines de diseño*

| Absorciones de los adoquines de diseño | | | |
|---|---|---|---|
| **Muestra** | **Peso Seco (gr)** | **Peso Saturado (gr)** | **% Absorción** |
| A.N-1 | 2310.54 | 2450.14 | 6.04 |
| A.N-2 | 2321.14 | 2459.20 | 5.95 |
| A.N-3 | 2318.74 | 2457.78 | 6.00 |
| A.N-4 | 2327.44 | 2466.52 | 5.98 |
| **Promedio** | | | **5.99** |

**Figura 4**

*Evaluación de las absorciones de los adoquines de diseño*




Las mediciones de absorción de los adoquines de diseño muestran que el promedio de absorción es de 5.99%. Los valores varían ligeramente entre las muestras, siendo la muestra A.N-1 la que presenta la mayor absorción con un 6.04%, mientras que la muestra A.N-2 tiene la absorción más baja con un 5.95%. Todas las muestras se encuentran por debajo del límite máximo de absorción indicado.

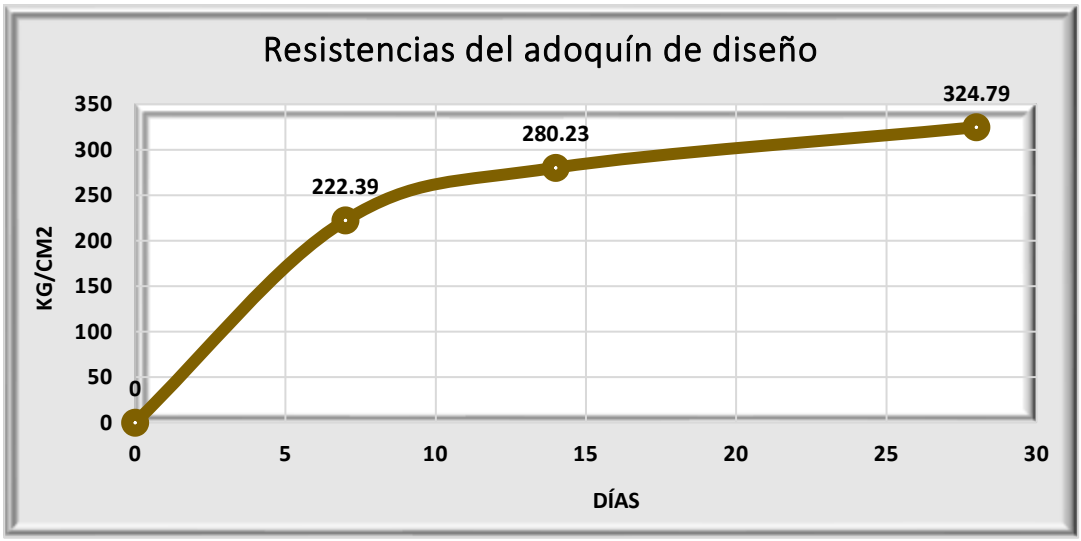
**Tabla 14**

*Evaluación de los adoquines de diseño sometidas a cargas de compresión*

| Resistencias compresivas del adoquín de diseño | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Detalles** | **Carga (kg)** | **Rotura (kg/cm2)** | **Promedio (kg/cm2)** | **Edad** |
| A.N-1 | 44299.87 | 221.50 | 222.39 | 7 días |
| A.N-2 | 44534.45 | 222.56 | | |
| A.N-3 | 44639.32 | 223.20 | | |
| A.N-4 | 44552.87 | 222.32 | | |
| A.N-1 | 56082.21 | 280.41 | 280.23 | 14 días |
| A.N-2 | 56091.34 | 279.34 | | |
| A.N-3 | 56169.87 | 280.29 | | |
| A.N-4 | 56172.24 | 280.86 | | |
| A.N-1 | 65811.12 | 324.82 | 324.79 | 28 días |
| A.N-2 | 65722.00 | 325.36 | | |
| A.N-3 | 65780.62 | 325.33 | | |
| A.N-4 | 65510.54 | 323.67 | | |

**Figura 5**

*Evaluación de los adoquines de diseño sometidas a cargas de compresión*




Se muestra la evolución de la resistencia de los adoquines de diseño sometidos a cargas de compresión a lo largo de 28 días. La resistencia inicial es de 222.39 kg/cm², aumentando rápidamente en los primeros días hasta alcanzar los 280.23 kg/cm² a los 14 días. Al final del período, la resistencia alcanza los 324.79 kg/cm², demostrando una mejora continua en la capacidad del material bajo carga.

### *4.1.2 Efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades físicas de los adoquines*

- **Variación dimensional**

**Tabla 15**

*Observación de las variaciones en las dimensiones del adoquín con 3% de CRET*

| Muestra | Medida 1 | Medida 2 | Medida 3 | Medida 4 | Promedio | V(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Alto(cm)** | | | | | | |
| A.N-1 | 6.08 | 6.14 | 6.01 | 6.06 | 6.07 | 1.21 |
| A.N-2 | 6.03 | 6.13 | 6.03 | 6.04 | 6.06 | 0.96 |
| A.N-3 | 6.10 | 6.09 | 6.01 | 6.07 | 6.07 | 1.13 |
| A.N-4 | 6.05 | 6.10 | 6.05 | 6.05 | 6.06 | 1.04 |
| | | **PROMEDIO** | | | **6.07** | **1.08** |
| **Ancho(cm)** | | | | | | |
| A.N-1 | 10.13 | 10.11 | 10.08 | 10.13 | 10.11 | 1.13 |
| A.N-2 | 10.08 | 10.14 | 10.11 | 10.01 | 10.09 | 0.85 |
| A.N-3 | 10.13 | 10.08 | 10.13 | 10.10 | 10.11 | 1.10 |
| A.N-4 | 10.11 | 10.03 | 10.10 | 10.12 | 10.09 | 0.90 |
| | | **PROMEDIO** | | | **10.10** | **0.99** |
| **Largo(cm)** | | | | | | |
| A.N-1 | 20.13 | 20.05 | 20.13 | 20.11 | 20.11 | 0.53 |
| A.N-2 | 20.12 | 20.14 | 20.07 | 20.15 | 20.12 | 0.60 |
| A.N-3 | 20.05 | 20.11 | 20.12 | 20.12 | 20.10 | 0.50 |
| A.N-4 | 20.10 | 20.18 | 20.11 | 20.14 | 20.13 | 0.66 |
| | | **PROMEDIO** | | | **20.11** | **0.57** |

Las dimensiones de los adoquines con 3% de CRET muestran que el promedio de alto es 6.07 cm, con una variación porcentual de 1.08%. El ancho promedio es de 10.10 cm, con una variación del 0.99%, y el largo promedio es de 20.11 cm, con una variación del 0.57%. Estos valores están bastante cercanos al valor nominal de 6*10*20 cm, lo que indica un buen control de calidad en las medidas.

**Tabla 16**

*Observación de las variaciones en las dimensiones del adoquín con 6% de CRET*

| Muestra | Medida 1 | Medida 2 | Medida 3 | Medida 4 | Promedio | V(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Alto(cm)** | | | |
| A.N-1 | 6.10 | 6.05 | 6.08 | 6.07 | 6.08 | 1.25 |
| A.N-2 | 6.09 | 6.07 | 6.07 | 6.06 | 6.07 | 1.21 |
| A.N-3 | 6.05 | 6.08 | 6.03 | 6.08 | 6.06 | 1.00 |
| A.N-4 | 6.06 | 6.10 | 6.03 | 6.07 | 6.07 | 1.08 |
| | | **PROMEDIO** | | | **6.07** | **1.14** |
| | | | **Ancho(cm)** | | | |
| A.N-1 | 10.04 | 10.01 | 10.00 | 10.11 | 10.04 | 0.40 |
| A.N-2 | 10.13 | 10.08 | 10.13 | 10.10 | 10.11 | 1.10 |
| A.N-3 | 10.08 | 10.14 | 10.11 | 10.01 | 10.09 | 0.85 |
| A.N-4 | 10.13 | 10.11 | 10.08 | 10.13 | 10.11 | 1.13 |
| | | **PROMEDIO** | | | **10.09** | **0.87** |
| | | | **Largo(cm)** | | | |
| A.N-1 | 20.08 | 20.09 | 20.14 | 20.19 | 20.13 | 0.63 |
| A.N-2 | 20.14 | 20.12 | 20.16 | 20.11 | 20.13 | 0.66 |
| A.N-3 | 20.13 | 20.18 | 20.12 | 20.13 | 20.14 | 0.70 |
| A.N-4 | 20.10 | 20.12 | 20.19 | 20.11 | 20.13 | 0.65 |
| | | **PROMEDIO** | | | **20.13** | **0.66** |

Las dimensiones de los adoquines con 6% de CRET (Cerámico Reciclado Triturado) presentan un promedio de 6.07 cm en el alto, con una variación porcentual del 1.14%. El ancho tiene un promedio de 10.09 cm y una variación del 0.87%, mientras que el largo promedio es de 20.13 cm con una variación de 0.66%. Estos valores son cercanos al valor nominal de 6*10*20 cm, lo que indica una buena estabilidad en las dimensiones del adoquín.

**Tabla 17**

*Observación de las variaciones en las dimensiones del adoquín con 3% de PCOR*

| Muestra | Medida 1 | Medida 2 | Medida 3 | Medida 4 | Promedio | V(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Alto(cm)** | | | |
| A.N-1 | 6.07 | 6.05 | 6.06 | 6.08 | 6.07 | 1.08 |
| A.N-2 | 6.04 | 6.07 | 6.09 | 6.07 | 6.07 | 1.13 |
| A.N-3 | 6.10 | 6.04 | 6.03 | 6.05 | 6.06 | 0.92 |
| A.N-4 | 6.10 | 6.02 | 6.07 | 6.04 | 6.06 | 0.96 |
| | | **PROMEDIO** | | | **6.06** | **1.02** |
| | | | **Ancho(cm)** | | | |
| A.N-1 | 10.07 | 10.05 | 10.04 | 10.09 | 10.06 | 0.63 |
| A.N-2 | 10.10 | 10.12 | 10.09 | 10.06 | 10.09 | 0.92 |
| A.N-3 | 10.10 | 10.07 | 10.10 | 10.10 | 10.09 | 0.93 |
| A.N-4 | 10.09 | 10.06 | 10.04 | 10.06 | 10.06 | 0.63 |
| | | **PROMEDIO** | | | **10.08** | **0.78** |
| | | | **Largo(cm)** | | | |
| A.N-1 | 20.17 | 20.13 | 20.12 | 20.15 | 20.14 | 0.71 |
| A.N-2 | 20.13 | 20.10 | 20.16 | 20.12 | 20.13 | 0.64 |
| A.N-3 | 20.19 | 20.19 | 20.18 | 20.10 | 20.17 | 0.82 |
| A.N-4 | 20.11 | 20.19 | 20.15 | 20.19 | 20.16 | 0.80 |
| | | **PROMEDIO** | | | **20.15** | **0.74** |

Las dimensiones de los adoquines con 3% de PCOR (Polvo de Concreto Reciclado) presentan un promedio de 6.06 cm en el alto, con una variación porcentual de 1.02%. El ancho tiene un promedio de 10.08 cm y una variación del 0.78%, mientras que el largo promedio es de 20.10 cm con una variación de 0.51%. Estos valores son muy cercanos al valor nominal de 6*10*20 cm, lo que muestra una buena consistencia en las dimensiones del adoquín.

**Tabla 18**

*Observación de las variaciones en las dimensiones del adoquín con 6% de PCOR*

| Muestra | Medida 1 | Medida 2 | Medida 3 | Medida 4 | Promedio | V(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Alto(cm)** | | | |
| A.N-1 | 6.04 | 6.09 | 6.08 | 6.03 | 6.06 | 1.00 |
| A.N-2 | 6.08 | 6.11 | 6.03 | 6.02 | 6.06 | 1.00 |
| A.N-3 | 6.05 | 6.11 | 6.04 | 6.03 | 6.06 | 0.96 |
| A.N-4 | 6.05 | 6.10 | 6.04 | 6.05 | 6.06 | 1.00 |
| | | **PROMEDIO** | | | **6.06** | **0.99** |
| | | | **Ancho(cm)** | | | |
| A.N-1 | 10.04 | 10.11 | 10.08 | 10.11 | 10.09 | 0.85 |
| A.N-2 | 10.06 | 10.06 | 10.12 | 10.10 | 10.09 | 0.85 |
| A.N-3 | 10.10 | 10.12 | 10.11 | 10.05 | 10.10 | 0.95 |
| A.N-4 | 10.12 | 10.07 | 10.13 | 10.08 | 10.10 | 1.00 |
| | | **PROMEDIO** | | | **10.09** | **0.91** |
| | | | **Largo(cm)** | | | |
| A.N-1 | 20.12 | 20.19 | 20.15 | 20.12 | 20.15 | 0.72 |
| A.N-2 | 20.12 | 20.16 | 20.14 | 20.09 | 20.13 | 0.64 |
| A.N-3 | 20.20 | 20.18 | 20.11 | 20.16 | 20.16 | 0.81 |
| A.N-4 | 20.13 | 20.15 | 20.17 | 20.11 | 20.14 | 0.70 |
| | | **PROMEDIO** | | | **20.14** | **0.72** |

Las dimensiones de los adoquines con 6% de PCOR (Polvo de Concreto Reciclado) presentan un promedio de 6.06 cm en el alto, con una variación porcentual del 0.99%. El ancho tiene un promedio de 10.09 cm y una variación del 0.91%, mientras que el largo promedio es de 20.14 cm con una variación de 0.72%. Estos valores son cercanos al valor nominal de 6*10*20 cm, lo que refleja un buen control de calidad en las dimensiones del adoquín.

**Tabla 19**

*Comparativa de variaciones en las dimensiones del adoquín*

| Detalles | Comparativa de las dimensiones | | | Tolerancia según normativa |
|---|---|---|---|---|
| | Alto | Ancho | Largo | |
| ADP | 6.06 | 10.08 | 20.1 | Longitud y ancho (+- 1.6) y en espesor (+-3.2) |
| A+ 3% CRET | 6.07 | 10.1 | 20.11 | |
| A+ 6% CRET | 6.07 | 10.09 | 20.13 | |
| A+ 3% PCOR | 6.06 | 10.08 | 20.15 | |
| A+ 6% PCOR | 6.06 | 10.09 | 20.14 | |

Se muestra una comparativa entre las dimensiones del adoquín patrón de diseño (ADP) y los adoquines con el CRET y el PCOR. Las dimensiones de alto, ancho y largo de los adoquines con 3% y 6% de CRET, así como con 3% y 6% de PCOR, son muy similares al ADP, con pequeñas variaciones. Estas dimensiones están dentro de las tolerancias normativas establecidas para longitud, ancho y espesor, lo que asegura la calidad y precisión de la fabricación del adoquín

- **Absorción**

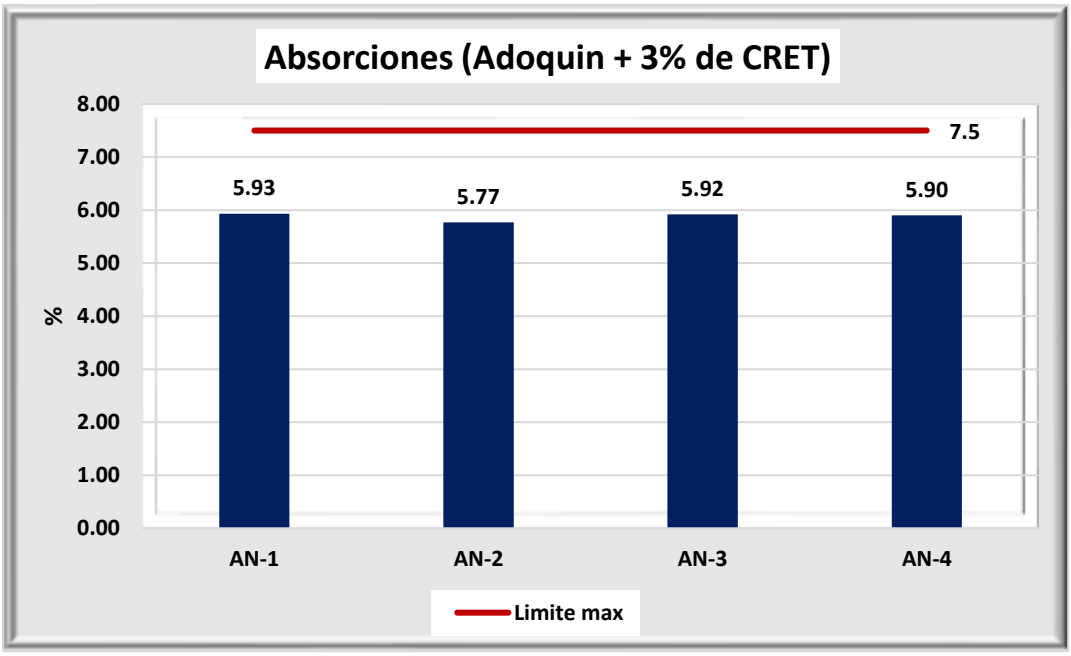
**Tabla 20**

*Evaluación de las absorciones de los adoquines con 3% de CRET*

| **Absorciones de los adoquines de diseño** | | | |
|---|---|---|---|
| **Muestra** | **Peso Seco (gr)** | **Peso Saturado(gr)** | **% Absorción** |
| A.N-1 | 2315.64 | 2452.89 | 5.93 |
| A.N-2 | 2327.23 | 2461.47 | 5.77 |
| A.N-3 | 2319.26 | 2456.45 | 5.92 |
| A.N-4 | 2323.41 | 2460.49 | 5.90 |
| | **Promedio** | | **5.88** |

**Figura 6**

*Evaluación de las absorciones de los adoquines con 3% de CRET*




Se muestra las absorciones de los adoquines con 3% de CRET, expresadas en porcentaje. Las mediciones de absorción para las muestras A.N-1, A.N-2, A.N-3 y A.N-4 son 5.93%, 5.77%, 5.92% y 5.90%, respectivamente. El promedio de absorción es de 5.88%, lo cual se encuentra por debajo del límite máximo establecido de 7.5%, cumpliendo así con las normas de calidad.

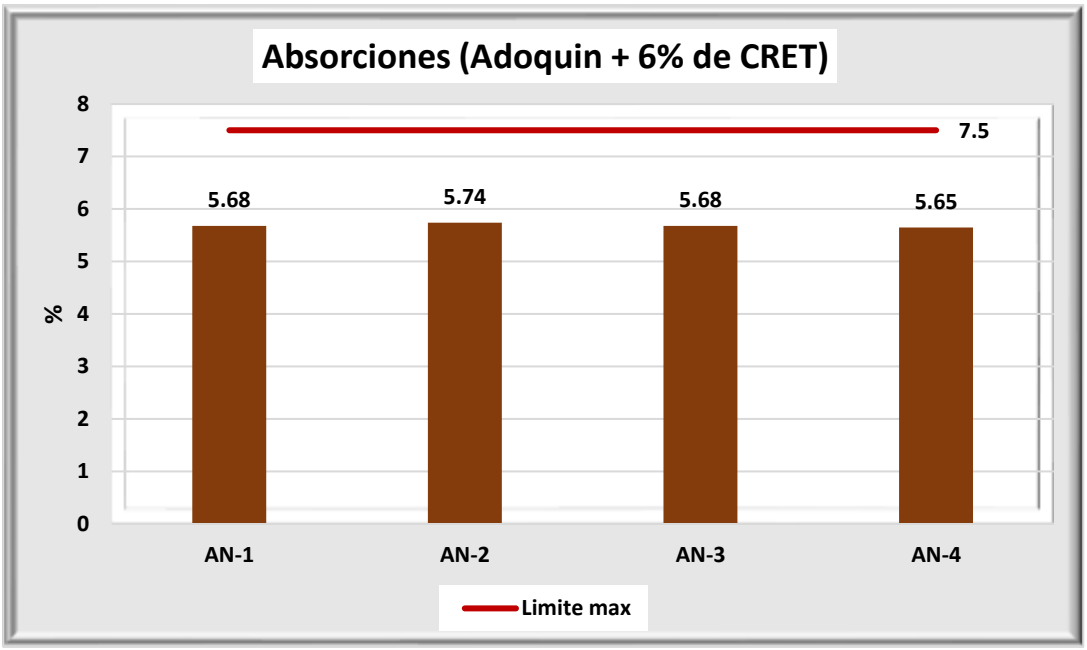
**Tabla 21**

*Evaluación de las absorciones de los adoquines con 6% de CRET*

| Absorciones de los adoquines de diseño | | | |
|---|---|---|---|
| **Muestra** | **Peso Seco (gr)** | **Peso Saturado (gr)** | **% Absorción** |
| A.N-1 | 2314.62 | 2446.14 | 5.68 |
| A.N-2 | 2319.78 | 2452.89 | 5.74 |
| A.N-3 | 2320.14 | 2451.89 | 5.68 |
| A.N-4 | 2322.54 | 2453.78 | 5.65 |
| | **Promedio** | | **5.69** |

**Figura 7**

*Evaluación de las absorciones de los adoquines con 6% de CRET*




Se muestra las absorciones de los adoquines con 6% de CRET (Cerámico Reciclado Triturado), medidas en porcentaje. Las muestras A.N-1, A.N-2, A.N-3 y A.N-4 tienen valores de absorción de 5.68%, 5.74%, 5.68% y 5.65%, respectivamente. El promedio de absorción es de 5.69%, lo que se encuentra por debajo del límite máximo de 7.5%, cumpliendo con las normas de calidad.

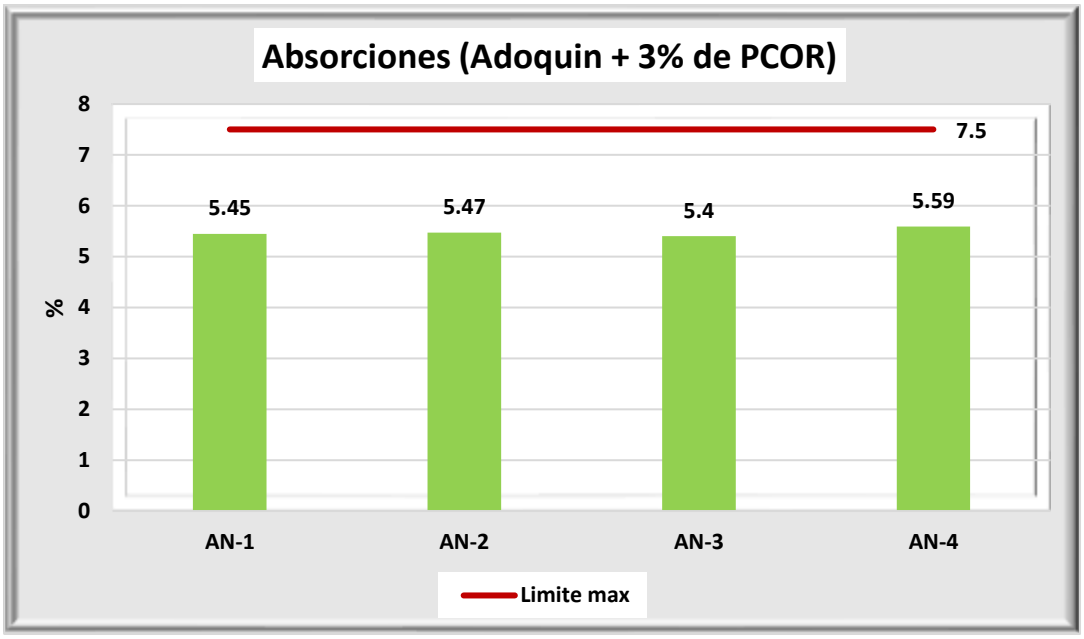
**Tabla 22**

*Evaluación de las absorciones de los adoquines con 3% de PCOR*

| Absorciones de los adoquines de diseño | | | |
|---|---|---|---|
| **Muestra** | **Peso Seco (gr)** | **Peso Saturado (gr)** | **% Absorción** |
| A.N-1 | 2319.87 | 2446.23 | 5.45 |
| A.N-2 | 2325.63 | 2452.81 | 5.47 |
| A.N-3 | 2328.74 | 2454.49 | 5.40 |
| A.N-4 | 2320.19 | 2449.88 | 5.59 |
| | **Promedio** | | **5.48** |

**Figura 8**

*Evaluación de las absorciones de los adoquines con 3% de PCOR*




Se muestra las absorciones de los adoquines con 3% de PCOR (Polvo de Concreto Reciclado), medidas en porcentaje. Las muestras A.N-1, A.N-2, A.N-3 y A.N-4 tienen valores de absorción de 5.45%, 5.47%, 5.40% y 5.59%, respectivamente. El promedio de absorción es de 5.48%, lo que se encuentra por debajo del límite máximo de 7.5%, cumpliendo con las normas de calidad.

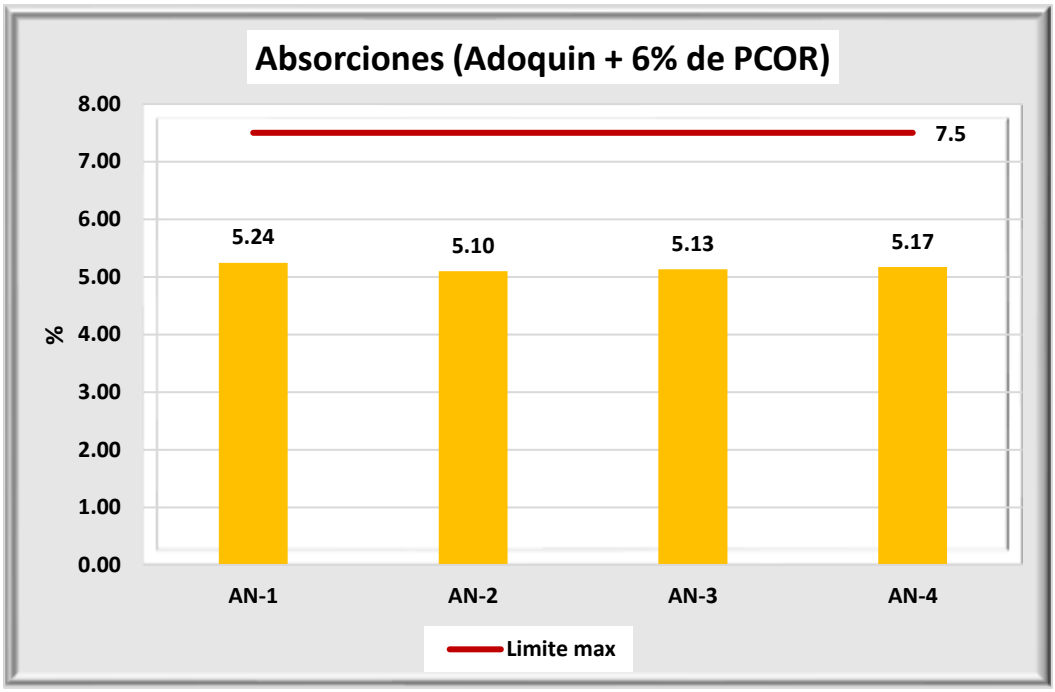
**Tabla 23**

*Evaluación de las absorciones de los adoquines con 6% de PCOR*

| Absorciones de los adoquines de diseño | | | |
|---|---|---|---|
| **Muestra** | **Peso Seco(gr)** | **Peso Saturado(gr)** | **% Absorción** |
| A.N-1 | 2317.46 | 2438.87 | 5.24 |
| A.N-2 | 2321.64 | 2440.14 | 5.10 |
| A.N-3 | 2322.64 | 2441.77 | 5.13 |
| A.N-4 | 2325.49 | 2445.63 | 5.17 |
| | **Promedio** | | **5.16** |

**Figura 9**

*Evaluación de las absorciones de los adoquines con 6% de PCOR*




Se muestra las absorciones de los adoquines con 6% de PCOR (Polvo de Concreto Reciclado), medidas en porcentaje. Las muestras A.N-1, A.N-2, A.N-3 y A.N-4 tienen valores de absorción de 5.24%, 5.10%, 5.13% y 5.17%, respectivamente. El promedio de absorción es de 5.16%, lo que está por debajo del límite máximo de 7.5%, cumpliendo con las normas de calidad.

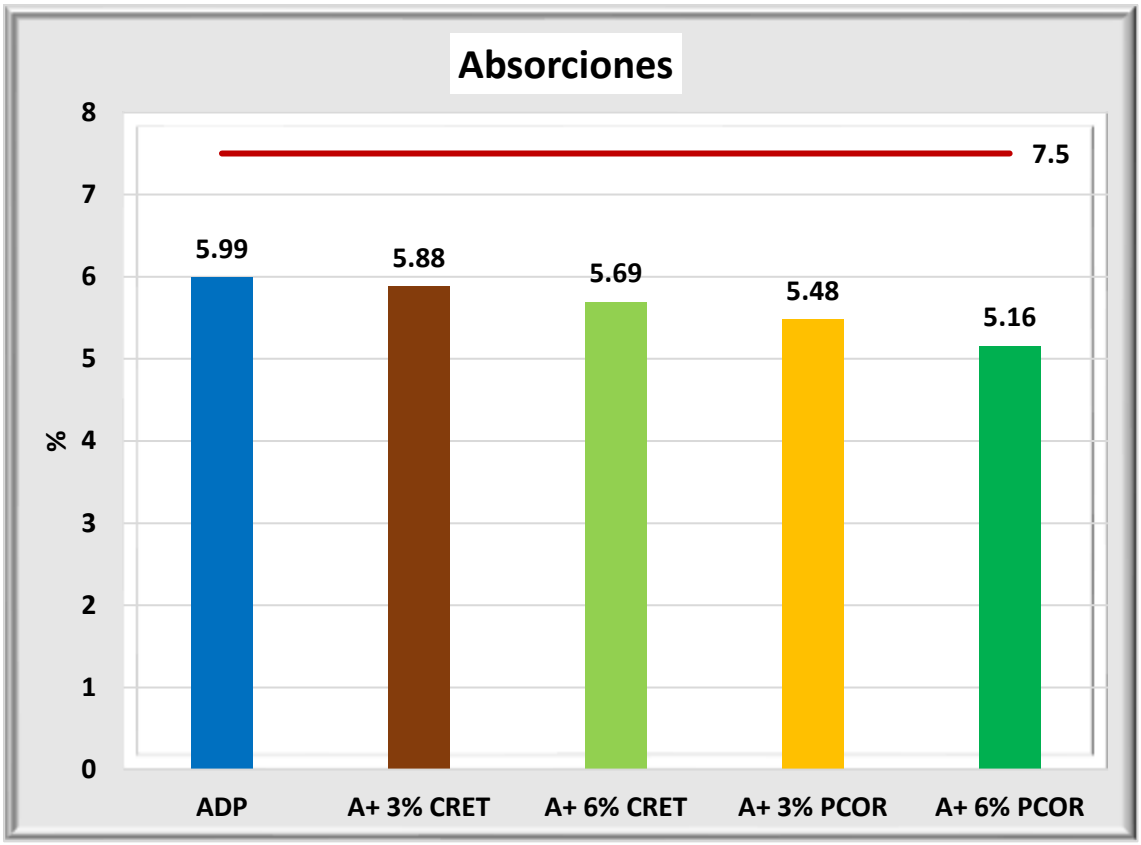
**Tabla 24**

*Evaluación de las absorciones de los adoquines*

| Absorciones de los adoquines | | |
|---|---|---|
| Detalles | Absorción (%) | Parámetro máximo permitido |
| ADP | 5.99 | |
| A+ 3% CRET | 5.88 | |
| A+ 6% CRET | 5.69 | 7.5 % |
| A+ 3% PCOR | 5.48 | |
| A+ 6% PCOR | 5.16 | |

**Figura 10**

*Evaluación de las absorciones de los adoquines*




Se muestran las absorciones de los adoquines con CRET y PCOR. El adoquín patrón de diseño (ADP) tiene una absorción de 5.99%, mientras que los adoquines con 3% y 6% de CRET tienen absorciones de 5.88% y 5.69%, respectivamente. Los adoquines con 3% y 6% de PCOR tienen absorciones de 5.48% y 5.16%. Todos los valores están por debajo del límite máximo permitido de 7.5%.

### *4.1.3 Impacto de la adición de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas de los adoquines*

Se presentan las resistencias a compresión de los adoquines, evaluadas con la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado.

- **Resistencias compresivas**

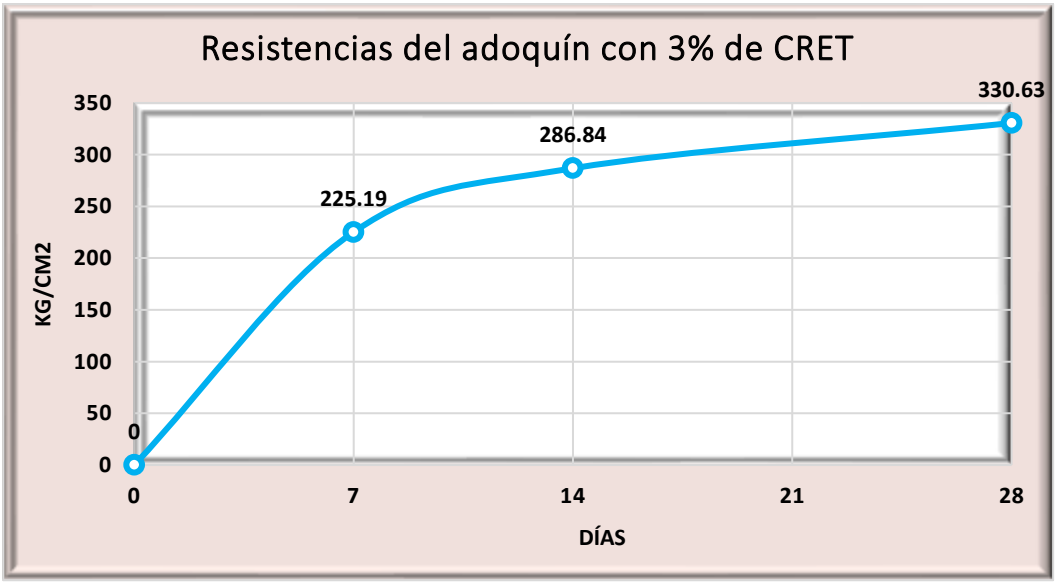
**Tabla 25**

*Evaluación de los adoquines con 3% CRET, sometidas a cargas de compresión*

| Resistencias compresivas del adoquín de diseño | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Detalles** | **Carga (kg)** | **Rotura (kg/cm2)** | **Promedio** | **Edad** |
| A.N-1 | 45074.23 | 225.03 | 225.19 (kg/cm2) | 7 días |
| A.N-2 | 45097.14 | 224.25 | | |
| A.N-3 | 45399.21 | 226.09 | | |
| A.N-4 | 45298.87 | 225.37 | | |
| A.N-1 | 57554.21 | 287.34 | 286.84 (kg/cm2) | 14 días |
| A.N-2 | 57348.24 | 286.17 | | |
| A.N-3 | 57594.12 | 287.40 | | |
| A.N-4 | 57376.14 | 286.45 | | |
| A.N-1 | 66232.24 | 330.50 | 330.63 (kg/cm2) | 28 días |
| A.N-2 | 66229.36 | 330.32 | | |
| A.N-3 | 66227.14 | 331.14 | | |
| A.N-4 | 66245.27 | 330.57 | | |

**Figura 11**

*Evaluación de los adoquines con 3% CRET, sometidas a cargas de compresión*




Se muestra la evolución de la resistencia de los adoquines con 3% de CRET sometidos a cargas de compresión. A los 7 días, la resistencia es de 225.19 kg/cm², aumentando a 286.84 kg/cm² a los 14 días. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanza los 330.63 kg/cm², mostrando una mejora constante en la capacidad del material bajo carga.

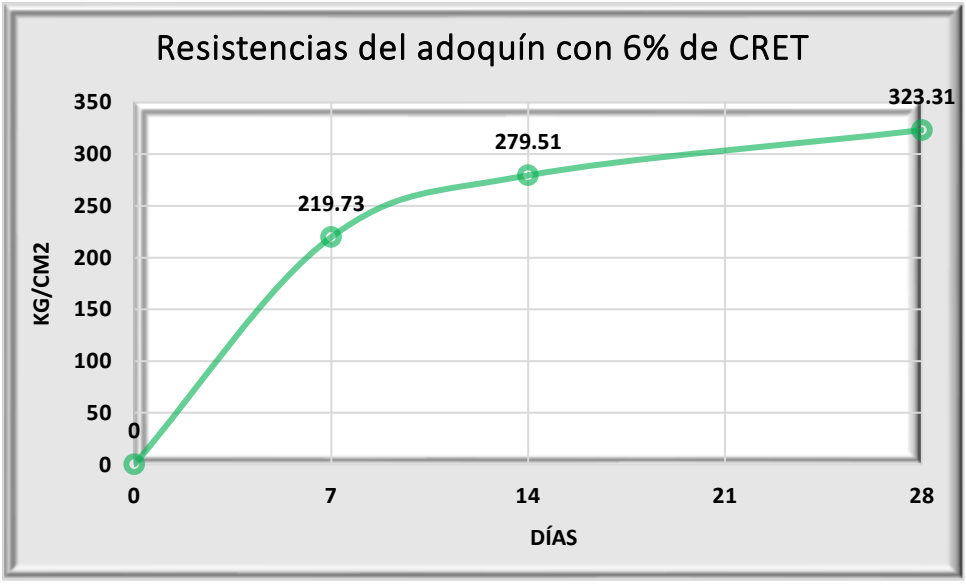
**Tabla 26**

*Evaluación de los adoquines con 6% CRET, sometidas a cargas de compresión*

| Resistencias compresivas del adoquín de diseño | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Detalles** | **Carga (kg)** | **Rotura (kg/cm2)** | **Promedio** | **Edad** |
| A.N-1 | 44006.12 | 220.03 | 219.73 (kg/cm2) | 7 días |
| A.N-2 | 44057.87 | 219.85 | | |
| A.N-3 | 44048.67 | 219.32 | | |
| A.N-4 | 44035.29 | 219.74 | | |
| A.N-1 | 56028.26 | 280.14 | 279.51 (kg/cm2) | 14 días |
| A.N-2 | 55949.47 | 279.19 | | |
| A.N-3 | 55867.71 | 278.78 | | |
| A.N-4 | 55989.62 | 279.95 | | |
| A.N-1 | 64637.24 | 323.19 | 323.31 (kg/cm2) | 28 días |
| A.N-2 | 64724.62 | 323.62 | | |
| A.N-3 | 64725.71 | 322.18 | | |
| A.N-4 | 64846.82 | 324.23 | | |

**Figura 12**

*Evaluación de los adoquines con 6% CRET, sometidas a cargas de compresión*




Se muestra la evolución de la resistencia de los adoquines con 6% de CRET sometidos a cargas de compresión. A los 7 días, la resistencia es de 219.73 kg/cm², aumentando a 279.51 kg/cm² a los 14 días. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanza los 323.31 kg/cm², evidenciando una mejora significativa en la capacidad de carga del material con el tiempo.

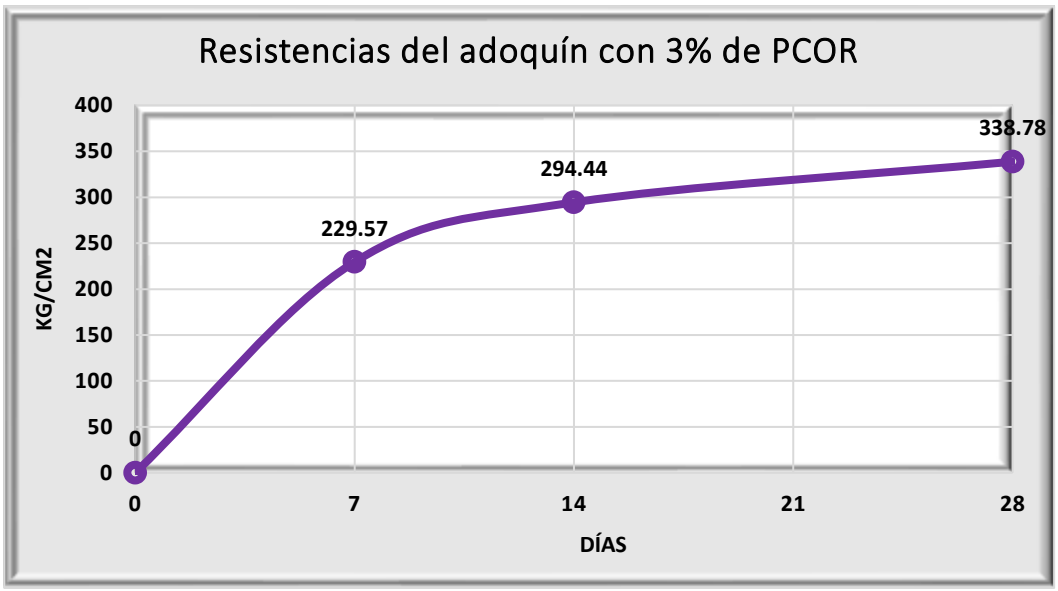
**Tabla 27**

*Evaluación de los adoquines con 3% PCOR, sometidas a cargas de compresión*

| Resistencias compresivas del adoquín de diseño | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Detalles** | **Carga (kg)** | **Rotura (kg/cm2)** | **Promedio** | **Edad** |
| A.N-1 | 45868.15 | 229.00 | 229.57 (kg/cm2) | 7 días |
| A.N-2 | 46097.22 | 230.14 | | |
| A.N-3 | 46068.34 | 230.23 | | |
| A.N-4 | 45873.28 | 228.91 | | |
| A.N-1 | 58984.26 | 294.48 | 294.44 (kg/cm2) | 14 días |
| A.N-2 | 58892.41 | 293.87 | | |
| A.N-3 | 58989.62 | 294.36 | | |
| A.N-4 | 59096.34 | 295.04 | | |
| A.N-1 | 67932.78 | 338.99 | 338.78 (kg/cm2) | 28 días |
| A.N-2 | 67929.45 | 339.14 | | |
| A.N-3 | 67927.67 | 338.12 | | |
| A.N-4 | 67915.10 | 338.90 | | |

**Figura 13**

*Evaluación de los adoquines con 3% PCOR, sometidas a cargas de compresión*




Se muestra la evolución de la resistencia de los adoquines con 3% de PCOR sometidos a cargas de compresión. A los 7 días, la resistencia es de 229.57 kg/cm², incrementándose a 294.44 kg/cm² a los 14 días. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanza los 338.78 kg/cm², mostrando una mejora constante en la capacidad de carga del material.

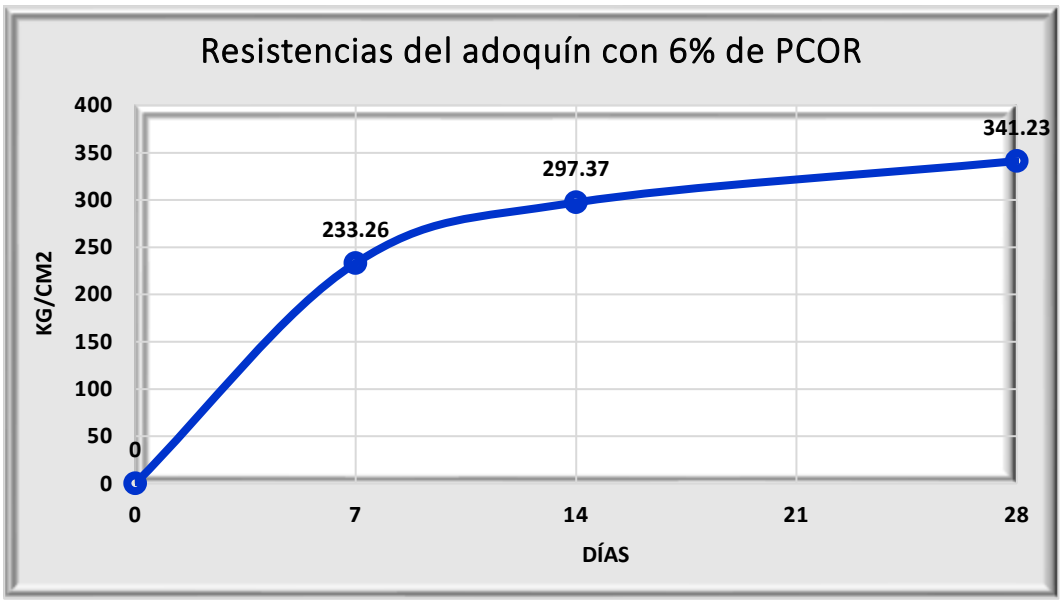
**Tabla 28**

*Evaluación de los adoquines con 6% PCOR, sometidas a cargas de compresión*

| Resistencias compresivas del adoquín de diseño | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Detalles** | **Carga (kg)** | **Rotura (kg/cm2)** | **Promedio** | **Edad** |
| A.N-1 | 46651.54 | 233.26 | 233.26 (kg/cm2) | 7 días |
| A.N-2 | 46666.62 | 232.52 | | |
| A.N-3 | 46875.48 | 234.14 | | |
| A.N-4 | 46764.67 | 233.12 | | |
| A.N-1 | 59632.54 | 298.16 | 297.37 (kg/cm2) | 14 días |
| A.N-2 | 59523.29 | 297.02 | | |
| A.N-3 | 59444.98 | 296.63 | | |
| A.N-4 | 59531.74 | 297.66 | | |
| A.N-1 | 68345.87 | 341.05 | 341.23 (kg/cm2) | 28 días |
| A.N-2 | 68452.69 | 342.26 | | |
| A.N-3 | 68346.78 | 341.05 | | |
| A.N-4 | 68284.88 | 340.57 | | |

**Figura 14**

*Evaluación de los adoquines con 6% PCOR, sometidas a cargas de compresión*




Se muestra la evolución de la resistencia de los adoquines con 6% de PCOR sometidos a cargas de compresión. A los 7 días, la resistencia es de 233.26 kg/cm², aumentando a 297.37 kg/cm² a los 14 días. Finalmente, a los 28 días, la resistencia alcanza los 341.23 kg/cm², lo que refleja una mejora significativa en la capacidad de carga del material.

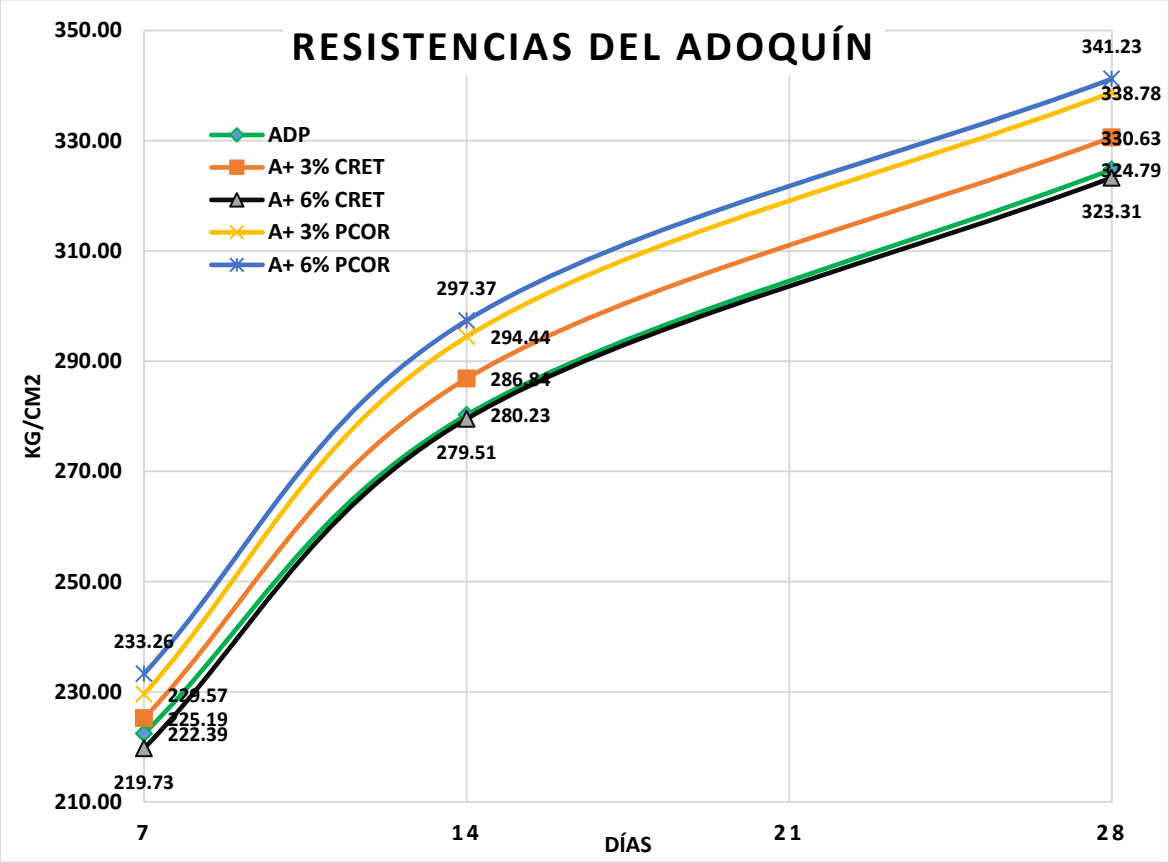
**Tabla 29**

*Evaluación de los adoquines, sometidas a cargas de compresión*

| Resistencias a compresión (kg/cm2) | | | |
|---|---|---|---|
| Detalles | 7 días | 14 días | 28 días |
| ADP | 222.39 | 280.23 | 324.79 |
| A+ 3% CRET | 225.19 | 286.84 | 330.63 |
| A+ 6% CRET | 219.73 | 279.51 | 323.31 |
| A+ 3% PCOR | 229.57 | 294.44 | 338.78 |
| A+ 6% PCOR | 233.26 | 297.37 | 341.23 |

**Figura 15**

*Evaluación de los adoquines, sometidas a cargas de compresión*




Se muestra las resistencias a compresión de los adoquines con diferentes materiales a los 7, 14 y 28 días. El ADP inicia con 222.39 kg/cm², y los adoquines con CRET y PCOR muestran un aumento progresivo, alcanzando valores superiores a los del ADP a los 28 días.

## 4.2 Discusión de Resultados

A partir de los antecedentes nacionales e internacionales revisados, se observa que la incorporación de materiales reciclados en la fabricación de adoquines de concreto tiene un impacto significativo en sus propiedades físicas y mecánicas. En el estudio de Vila (2025), se evaluaron las propiedades físico-mecánicas de los adoquines de concreto en Uruguay, donde se identificó que, aunque muchos adoquines cumplían con las normas de absorción de agua y resistencia a la compresión, existía una deficiencia en la calidad de algunos lotes. Estos resultados sugieren que, al igual que en otros estudios, la variabilidad de los materiales utilizados puede afectar las propiedades finales de los adoquines. En este contexto, la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado podría tener un efecto positivo al mejorar algunas de estas propiedades, contribuyendo tanto a la sostenibilidad como a la mejora de la calidad del concreto.

En la investigación de Carriazo y Solar (2024), la adición de residuos de construcción y demolición (RCD) junto con fibra de coco mejoró la resistencia a la flexión y la absorción de agua, pero sus resultados fueron inferiores a los adoquines tradicionales. Esto sugiere que, si bien los materiales reciclados pueden mejorar la resistencia a compresión y flexión, es necesario optimizar las proporciones de los aditivos reciclados para obtener resultados comparables a los adoquines convencionales. Este hallazgo refuerza la necesidad de continuar investigando la mejor proporción de cerámico reciclado y polvo de concreto reciclado para lograr un equilibrio entre la resistencia y la durabilidad de los adoquines.

El estudio de Bances (2024) sobre la incorporación de concreto reciclado de pavimento rígido en adoquines mostró que hasta un reemplazo del 15% de los agregados por material reciclado no afectó negativamente la resistencia a la compresión, lo que sugiere que la utilización de materiales reciclados no solo es viable, sino que también puede cumplir con los estándares de calidad necesarios. En comparación, el trabajo de Sánchez (2023) sobre la adición de residuos de baldosas cerámicas a los adoquines

mostró que pequeñas adiciones de este material mejoraron la resistencia a la compresión, lo que refuerza la idea de que los residuos cerámicos pueden ser una fuente útil para mejorar la calidad de los adoquines.

En cuanto a los antecedentes locales, el estudio de Ticona (2024) en la provincia de San Román mostró que el material reciclado tiene un impacto positivo en las propiedades físico-mecánicas de los adoquines, especialmente en términos de resistencia a la compresión. Los resultados indicaron que el 10% de material reciclado en la mezcla fue óptimo, lo cual es consistente con lo que se espera al agregar cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado, ya que estos materiales pueden mejorar las propiedades estructurales de los adoquines sin comprometer su funcionalidad.

En resumen, los resultados de estos estudios sugieren que la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en adoquines de concreto tiene un impacto positivo sobre sus propiedades físicas y mecánicas. Sin embargo, es crucial encontrar la proporción adecuada de estos aditivos para optimizar la resistencia y durabilidad de los adoquines, y garantizar que cumplan con los estándares normativos tanto de resistencia a la compresión y absorción de agua. A medida que se ajusten las proporciones y se optimicen los métodos de producción, los adoquines fabricados con materiales reciclados pueden ofrecer una alternativa sostenible y económica a los adoquines tradicionales, además de contribuir a la reducción de residuos en la industria de la construcción.

# CONCLUSIONES

**General,** la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en los adoquines de concreto elaborados en el Distrito de San Miguel tiene un impacto positivo sobre sus propiedades físicas y mecánicas. Los adoquines con estas adiciones mostraron una mejora progresiva en la resistencia a la compresión, así como una absorción de agua dentro de los límites normativos. Estos resultados confirman que el uso de materiales reciclados no solo contribuye a la sostenibilidad, sino que también mejora las propiedades del concreto, posicionándose como una alternativa viable para la fabricación de adoquines.

**Primero,** los adoquines de concreto del Distrito de San Miguel, con una resistencia característica de 320 kg/cm², mostraron un desempeño satisfactorio en términos de resistencia a la compresión, absorción de agua y variación dimensional. A los 28 días, la resistencia a la compresión alcanzó un promedio de 324.79 kg/cm², cumpliendo con los estándares establecidos. Las propiedades físicas, como la absorción de agua, se mantuvieron por debajo del límite máximo permitido de 7.5%, con un promedio de 5.99%.

**Segundo,** la adición de 3% y 6% de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado a los adoquines de concreto no afectó negativamente las propiedades físicas de los mismos. Las mediciones de absorción de agua para los adoquines con 3% de cerámico reciclado triturado y 3% de polvo de concreto reciclado fueron 5.88% y 5.48%, respectivamente, ambas por debajo del límite máximo de 7.5% así como la incorporación de 6% de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado. Las dimensiones de los adoquines también se mantuvieron dentro de las tolerancias normativas, con pequeñas variaciones de 1.08% y 1.02% para los adoquines con 3% de cerámico reciclado triturado y 3% de polvo de concreto reciclado, respectivamente.

**Cuarto,** la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en los adoquines de concreto mostró un aumento significativo en la resistencia a compresión. Los adoquines con 6% de polvo de concreto reciclado fueron los que mostraron el mejor desempeño, con una resistencia a la compresión de 341.23 kg/cm² a los 28 días, superando a los adoquines con cerámico reciclado triturado y al adoquín patrón de diseño. Esto demuestra que la adición de estos materiales reciclados mejora notablemente la capacidad estructural de los adoquines, contribuyendo a su durabilidad y sostenibilidad en pavimentaciones.

# RECOMENDACIONES

**Primero,** para obtener una visión más completa del impacto de los materiales reciclados, se recomienda investigar la incorporación de mayores porcentajes de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado, más allá del 6% utilizado en este estudio. Esto permitirá identificar el umbral óptimo de adición que maximice las propiedades mecánicas y físicas sin comprometer la calidad del material.

**Segundo,** se recomienda realizar un análisis a largo plazo que evalúe la durabilidad de los adoquines con materiales reciclados en condiciones climáticas extremas, como exposición a ciclos de congelación y descongelación, o a ambientes de alta humedad.

**Tercero,** se recomienda el uso de otros tipos de materiales reciclados, como porcelanatos, polvo de piedra y polvos de ladrillo reciclado en los procesos de producción de los adoquines.

**Cuarto,** se recomienda llevar a cabo estudios económicos que analicen la viabilidad de la producción masiva de adoquines con cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en términos de costos, accesibilidad de materiales y eficiencia de la producción.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agurto Medina, C. J. (2023). Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los adoquines empleando agregado reciclado y agregado natural, Lambayeque-2020. *Repositorio Institucional - USS*. https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11822

Alfonso, B. M., Eusebio, M. O., Carlos, & Flavio, M. O., Juan. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria.

Alva Rodriguez, C. E. (2023). *Influencia de reciclado de acero para mejorar las propiedades mecánicas del adoquin f´c= 280 kg/cm2, Trujillo 2022*.

Andrango Guayasamín, R. H., Salazar Cueva, E. P., & Ibarra Esmeraldas, J. C. (2023). Plan de mantenimiento productivo total para la línea de producción en Empresas dedicadas al diseño y elaboración de Bloques, Bordillos y Adoquines. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, *8*(8 (AGOSTO 2023)), 1463-1474.

Bances Fustamante, D. Y. (2024). *Resistencia a compresión en adoquines de uso peatonal con reemplazo de agregados por concreto reciclado de pavimento rígido al 5%, 10% y 15%—Cajamarca 2023*.

Barrionuevo Brito, A. J. (2025). *Determinación de la dosificación para la elaboración de adoquines en la planta de adoquines de la parroquia San Isidro de Patulu, cantón Guano, utilizando los materiales de las minas del sector, incluyendo un manual de procedimientos.* https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/44079

Barrueta Tello, J. D. (2024). Adoquines de concreto tipo II utilizando concreto reciclado y su incidencia en la resistencia a la compresión y costos en las vías urbanas de Panao—2023. *Universidad de Huánuco*. https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/20.500.14257/5007

Cabrera Ruano, J. E. (2022). *Análisis técnico de mejoramiento de vías con adoquines de concreto en urbanización Villareal*. http://hdl.handle.net/10495/28576

Cabrera Ttica, H., & Gutierrez Berrocal, M. D. (2024). La fibra de coco y su incidencia en las propiedades físico-mecánicas de los adoquines de concreto, Tarapoto—2023. *Repositorio Institucional - UTP*. http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/9004

Carrasco Tavara, C. J., & Delgado Soto, D. F. (2024). Influencia del concreto reciclado en el desempeño físicomecánico de adoquines de concreto para uso peatonal. *Repositorio Institucional - USS*. https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/13452

Carreño Choez, P. K. (2025). *"Análisis Técnico de la Implementación de Vías con Adoquines en Zona de Regeneración Urbana del Parque Las Vegas de Portoviejo".* [bachelorThesis, Jipijapa - Unesum]. http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/7800

Carriazo López, A. F., & Solar Doria, F. M. (2024). *Evaluación de adoquines para uso peatonal fabricados con residuos agroindustriales y de construcción y demolición bajo la norma invias 510-13*. https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/8741

Chafloque Olivera, B. R. (2025). *Uso del agregado reciclado de cerámica sanitaria para la fabricación de adoquines de concreto peatonal-Chiclayo 2024*. http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/8825

Coico Monja, M. A. (2024). Producción de adoquines para fines de tránsito pesado incorporando fibra de polipropileno. *Repositorio Institucional - USS*. https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/13167

Cornejo Ramos, R. D. (2023). Elaboración de adoquín de concreto permeable para facilitar el drenaje de aguas pluviales en la Región de Lambayeque. *Repositorio Institucional - USS*. https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/12064

Fu, S., & Lee, J. (2024). Recycling of ceramic tile waste into construction materials. *Developments in the Built Environment*, *18*, 100431. https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100431

Hernandez Olivos, I. J. (2023). Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de adoquines usando cartón como agregado reciclado. *Repositorio Institucional - USS*. https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/12095

Jácome Calderón, J. F., Burbano Morillo, D. S., Núñez Romero, J. A., Jácome Calderón, J. F., Burbano Morillo, D. S., & Núñez Romero, J. A. (2022). DESARROLLO DE ADOQUINES A PARTIR DE LOS RELAVES DE MINA. *Perfiles*, *1*(27), 69-75. https://doi.org/10.47187/perf.v1i27.151

Jácome Contreras, C. C., & Maldonado Ceron, N. J. (2023). *Adoquines para uso peatonal de viruta de caucho de llantas recicladas y resina de poliéster*. https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/xmlui/handle/20.500.14167/3195

Kaptan, K., Cunha, S., & Aguiar, J. (2024). A Review of the Utilization of Recycled Powder from Concrete Waste as a Cement Partial Replacement in Cement-Based Materials: Fundamental Properties and Activation Methods. *Applied Sciences*, *14*(21), 9775. https://doi.org/10.3390/app14219775

Llatas Rafael, J. P. (2024). *Análisis del comportamiento mecánico en adoquines de concreto f'c = 420 kg/cm2 adicionando nanoplaquetas de grafeno y aserrín para pavimento articulado de alto tránsito*. http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/7294

Medina Rosales, A. C. (2025). Uso del polvo agregado fino del concreto reciclado para mejorar la resistencia a la compresión de los bloques de tierra comprimida, Churubamba—Huánuco—2024. *Universidad de Huánuco*. https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/20.500.14257/5851

Montoya Gallegos, S. M., & Nejer Villarroel, A. K. (2024). *Diseño y elaboración de adoquines hexagonales con la utilización de material reciclado de pavimento* [bachelorThesis]. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27196

Narváez, A., Diaz, C., Caicedo, A., & Muñoz, D. (2025). *Incorporación de plástico PET como adición al concreto hidráulico para la fabricación de adoquines macizos de uso peatonal*. https://repositorio.umariana.edu.co//handle/20.500.14112/30794

Obando Espinoza, E. D., & Machuca Lobaton, M. J. (2023). Diseño y evaluación de un concreto f´c= 210 kg/cm2 usando áridos reciclados y polvo residual de aserrín para viviendas económicas en Pachacamac (Manchay). *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671786

Ore Santos, J. R. (2023). Propiedades mecánicas del adoquín tipo I con adición de partículas de hojalata reciclada, Urbanización Corona del Fraile, Huancayo 2022. *Universidad Peruana Los Andes*. http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/6265

Ovalle Portillo, E. V. (2021). *Comparación de lotes de adoquines elaborados con diferentes dosificaciones y cuyo material principal sea residuo de trituración, producido en planta de trituración ubicada en el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala* [Other, Universidad de San Carlos de Guatemala]. https://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/

Özalp, F., Yılmaz, H. D., Kara, M., Kaya, Ö., & Şahin, A. (2016). Effects of recycled aggregates from construction and demolition wastes on mechanical and permeability properties of paving stone, kerb and concrete pipes. *Construction and Building Materials*, *110*, 17-23. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.01.030

Perez Montoya, L. A. (2024). Evaluación de las propiedades mecánicas de adoquines de concreto adicionando limadura de acero para pavimento de tránsito ligero. *Repositorio Institucional - USS*. https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/12658

Pimienta, J., Orden, A. de la, & Estrada, R. (2018). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*.

Pino, R. (2019). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION* [Manuscript].

Pizoń, J., Matýsková, K., Horňáková, M., Gołaszewska, M., & Kratošová, G. (2025). Recycled concrete paving block waste as a selected sustainable substitute for

natural aggregate in cement composites. *Construction and Building Materials*, *478*, 141356. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.141356

Pupuche Sandoval, C. N. (2024). Uso de vidrio triturado para la mejora de propiedades hidromecánicas de adoquines de concreto de tránsito pesado. *Repositorio Institucional - USS*. https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/12641

Rathivarman, N., Yutharshan, S., Kabishangar, A., Janani, V., Gowthaman, S., Nawarathna, T. H. K., Chen, M., & Kawasaki, S. (2025). Evaluating the performance and durability of concrete paving blocks enhanced by bio-cement posttreatment. *Biogeotechnics*, *3*(1), 100103. https://doi.org/10.1016/j.bgtech.2024.100103

Regalado Ortiz, N. J. (2025). *Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados*. http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/8907

Risco Diaz, I. M. (2022). *Análisis de la resistencia a la compresión, abrasión y absorción de humedad de adoquines de concreto tradicional con adición de polvillo reciclado de acero y cenizas recicladas de cáscara de arroz, Lima 2020*.

Robles Cuestas, E. A. (2023). Escombros de construcción y fibras de acero en la resistencia a la compresión y absorción del adoquín tipo ii, distrito Yanacancha, departamento Pasco y región Pasco – 2023. *Universidad de Huánuco*. https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/20.500.14257/4845

Rodriguez Salvatierra, S. E. (2024). Residuos de construcción y demolición en los adoquines de concreto para pavimento de tránsito ligero en la ciudad de Huancayo. *Universidad Peruana Los Andes*. http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/7436

Sallo Olivera, R., & De La Cruz Barrientos, F. M. (2024). Diseño de adoquines de concreto con adición de nanotubos de carbono para mejorar las propiedades mecánicas y permeabilidad en pavimentos articulados, Lima. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/683235

Sanchez Medina, E. M. (2023). *Análisis de resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I adicionando residuos de baldosas cerámicas en diferentes porcentajes*. http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6793

Santos Jiménez, M. del R. (2020). *Reciclaje de residuos de construcción y demolición (RCD) de tipo cerámico para nuevos materiales de construcción sostenibles* [Phd, E.T.S. de Edificación (UPM)]. https://oa.upm.es/53564/

Tacuri Pagalo, M. E. (2022). *Propuesta de Creación de la Fábrica de Producción de Adoquines del Gobierno Parroquial de Calpi.* [bachelorThesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10069

Terrones Principe, A. J., & Yalan Lazaro, A. Y. (2024). Propuesta de diseño de adoquín artesanal incorporando desperdicios sólidos de concreto y porcelanato para su uso de tránsito peatonal en pisos exteriores e interiores en construcciones sociales. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/676126

Ticona Ticona, J. A. (2024). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de adoquines elaborados con la adición de material reciclado para pavimentos articulados en la Provincia de San Román*. https://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/3459

Trujillo Pacaya, T. (2024). Influencia de cenizas de malezas y concreto reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines artesanales, Callería, Pucallpa, 2023. *Universidad Continental*. https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/16339

Vasquez Bustamante, Z. L. (2024). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas para adoquines de concreto de tránsito peatonal adicionando celulosa obtenida de cartón reciclado*. http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/8029

Vila Camarena, A. M. (2022). Evaluación de las Características Físicas—Mecánicas del Adoquín Convencional Tipo 1 y el Adoquín con Reciclado de Tejidos Textiles,

Huancayo 2021. *Universidad Peruana Los Andes*. http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3943

Vila, P. (2025). *Propiedades físico-mecánicas de adoquines de hormigón producidos en Uruguay*.

Zacarias Reysanchez, I. L. (2022). Incorporación del Agregado Silíceo en la Dosificación del Concreto para Adoquines de Uso Peatonal, Huancayo-Junín. *Universidad Peruana Los Andes*. http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4956

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# ANEXOS

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

**Anexo.** Matriz de consistencia

| EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Problemas** | **Objetivos** | **Hipótesis** | **Variables** | **Inst. de Medición** |
| **Problema General:**<br>¿Cuál es el efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades de adoquines de concreto elaborados en el distrito de San Miguel 2025? | **Objetivo General:**<br>Analizar el efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado sobre las propiedades de adoquines de concreto elaborados en el distrito de San Miguel 2025. | **Hipótesis General:**<br>El efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado mejorarán las propiedades de adoquines de concreto elaborados en el distrito de San Miguel 2025. | **Variable Independiente**<br>Cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado.<br>*•Incorporación de cerámico reciclado triturado en 3% y 6%.*<br>*•Incorporación de polvo de concreto reciclado en 3% y 6%.*<br>**Variable Dependiente**<br>Propiedades del Adoquines de Concreto<br>*Resistencia a compresión, absorción de agua, variación dimensional.* | Balanza para medición de peso, equipo para mezcla de materiales reciclados.<br>Equipos y herramientas de laboratorio. |
| **Problemas Específicos** | **Objetivos Específicos** | **Hipótesis Específicas** | | |
| 1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto (fc = 320 kg/cm²) elaborado en el distrito de San Miguel?<br>2. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en diferentes porcentajes sobre las propiedades físicas de los adoquines de concreto fabricado en el distrito de San Miguel?<br>3. ¿Cuál es el impacto de la adición de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en distintos porcentajes sobre la resistencia a compresión de los adoquines de concreto elaborado en el distrito de San Miguel? | 1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto (fc = 320 kg/cm²) elaborado en el distrito de San Miguel.<br>2. Analizar el efecto de la incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en diferentes porcentajes sobre las propiedades físicas de los adoquines de concreto fabricado en el distrito de San Miguel.<br>3. Evaluar el impacto de la adición de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en distintos porcentajes sobre la resistencia a compresión de los adoquines de concreto elaborado en el distrito de San Miguel. | 1. Las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto (fc = 320 kg/cm²) elaborados en el distrito de San Miguel cumplirán con los estándares y especificaciones establecidos para la producción de adoquines de alta calidad en el distrito.<br>2. La incorporación de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en diferentes porcentajes mejorará las propiedades físicas (como la absorción de agua y la variación dimensional) de los adoquines de concretos fabricados en el distrito de San Miguel.<br>3. La adición de cerámico reciclado triturado y polvo de concreto reciclado en distintos porcentajes incrementará significativamente la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto elaborados en el distrito de San Miguel. | | |

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | P.E. Y ABS. AG. FINO (NTP 400.021, ASTM C126, MTC E205)<br>P.E. Y ABS. AG. GRUESO (NTP 400.022, ASTM C127, MTC E206) | Código | FRM_GR_EM_102-5 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.02 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 1 de 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 27/10/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | TIPO DE MATERIAL | |
| CANTERA | : ISLA | AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

## AGREGADO FINO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa |
|---|---|---|---|---|
| 3/8" | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N° 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N° 8 | 49.87 | 9.97 | 9.97 | 90.03 |
| N° 16 | 78.45 | 15.69 | 25.66 | 74.34 |
| N° 30 | 145.64 | 29.13 | 54.79 | 45.21 |
| N° 50 | 114.56 | 22.91 | 77.70 | 22.30 |
| N° 100 | 84.56 | 16.91 | 94.62 | 5.38 |
| N° 200 | 21.36 | 4.27 | 98.89 | 1.11 |
| FONDO | 5.56 | 1.11 | 100.00 | 0.00 |
| SUMA | 500.00 | 100.00 | | |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | |
| Mf = MODULO DE FINEZA | | 2.63 | | |

### Peso Especifico y Absorción

| | | |
|---|---|---|
| A | -Peso de muestra secada al horno | 467.55 |
| B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 488.91 |
| Wc | -Peso del picnómetro con agua | 1315.78 |
| W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1681.71 |

**PESO ESPECÍFICO**

Wc+B = 1805 Wc+B-W = 123

$$Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 3.98 \text{ gr/cm3}$$

**ABSORCIÓN**

B = 488.91 B-A = 21.36

$$Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 4.57 \%$$

## AGREGADO GRUESO

| Malla | Peso Retenido | % Retenido | % Ret. Acumulado | % Pasa |
|---|---|---|---|---|
| 2" | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1" | 3.51 | 0.07 | 0.07 | 99.93 |
| 3/4" | 214.57 | 6.13 | 6.20 | 93.80 |
| 1/2" | 587.45 | 16.78 | 22.99 | 77.01 |
| 3/8" | 1000.74 | 28.59 | 51.58 | 48.42 |
| 1/4" | 1347.86 | 38.51 | 90.09 | 9.91 |
| N° 4 | 345.87 | 9.88 | 61.46 | 38.54 |
| FONDO | 0.00 | 0.00 | 61.46 | 38.54 |
| SUMA | 3500.00 | 70.00 | | |
| Observaciones sobre el Análisis Granulométrico | | | | |

### Peso Especifico y Absorción

| | | |
|---|---|---|
| A | -Peso de muestra secada al horno | 744.95 |
| B | -Peso de muestra saturada seca (SSS) | 766.31 |
| Wc | -Peso de muestra sumergida en agua | 1315.78 |
| W | -Peso del Pic. + muestra + agua | 1664.93 |

**PESO ESPECÍFICO**

Wc+B = 2082 Wc+B-W = 417

$$Pe = \frac{B}{Wc+B-W} = 1.84 \text{ gr/cm3}$$

**ABSORCIÓN**

B = 766.31 B-A = 21.36

$$Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.87 \%$$

OBSERVACIONES: -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL |
| ESPECIALISTA | | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PESOS UNITARIOS (NTP 400.017, ASTM C29, MTC E203) | Código | FRM_GR_EM_107 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.02 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 2 de 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 27/10/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO | |
| CANTERA | : ISLA | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

## CONTENIDO DE HUMEDAD

| AGREGADO FINO | | AGREGADO GRUESO | |
|---|---|---|---|
| P.T. M. HUM | 382.88 | P.T. M. HUM | 588.12 |
| P.T.M. SECA | 366.57 | P.T.M. SECA | 575.67 |
| P.TARRO | 39.08 | P.TARRO | 40.12 |
| P AGUA | 16.31 | P AGUA | 12.45 |
| P.S.SECO | 327.49 | P.S.SECO | 535.55 |
| % HUMEDAD | 4.98 | % HUMEDAD | 2.32 |

## PESOS UNITARIOS

| AGREGADO FINO | | | | AGREGADO GRUESO | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUELTO | | | | SUELTO | | | |
| PESO | P. MOLDE | V. MOLDE | | PESO | P. MOLDE | V. MOLDE | |
| 9155 | 5939 | 2093 | 1537 | 12044 | 7966 | 3103 | 1314 |
| 9147 | 5939 | 2093 | 1533 | 12039 | 7966 | 3103 | 1313 |
| 9152 | 5939 | 2093 | 1535 | 12009 | 7966 | 3103 | 1303 |
| | | | 1535 | | | | 1310 |
| VARILLADO | | | | VARILLADO | | | |
| PESO | P. MOLDE | V. MOLDE | | PESO | P. MOLDE | V. MOLDE | |
| 9412 | 5939 | 2093 | 1659 | 12347 | 7966 | 3103 | 1412 |
| 9424 | 5939 | 2093 | 1665 | 12300 | 7966 | 3103 | 1397 |
| 9432 | 5939 | 2093 | 1669 | 12353 | 7966 | 3103 | 1414 |
| | | | 1664 | | | | 1407 |

OBSERVACIONES: -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V° B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | DISEÑO DE MEZCLA F'c = 320 Kg./cm.² ACI 211.1 | Código | FRM_GR_EM_201 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 3 de 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 27/10/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN PATRÓN | |
| CANTERA | : ISLA | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = **320** Kg./cm.² a los 28 días
entonces la resistencia promedio F'cr = 404 Kg./cm.²

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

SE UTILIZARA EL CEMENTO YURA TIPO HS

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

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

**RESULTADOS :**

| CARACTERISTICAS FÍSICAS | AGREGADO GRUESO | AGREGADO FINO |
|---|---|---|
| P.e de Sólidos | | |
| P.e SSS | 1.84 | 3.98 |
| P.e Bulk | | |
| P.U. Varillado | 1407 | 1664 |
| P.U. Suelto | 1310 | 1535 |
| % de Absorción | 2.87 | 4.57 |
| % de Humedad Natural | 2.32 | 4.98 |
| Modulo de Fineza | - | 2.63 |

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nomin: 3/4" (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **205** Lt/m3
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0** %

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhoselan Carlos Intacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.² ACI 211.1 | Código | FRM_GR_EM_201 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 4 de 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 27/10/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN PATRÓN | |
| CANTERA | : ISLA | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.50**

6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

( 205 Lt/m3 ) / ( 0.50 ) = 410 Kg/m3

7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.63 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1407 Kg/m3 y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de **0.538** m3 de agregado grueso por m3 de concreto.
Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

( 0.538 )*( 1407 ) = 757 Kg/m3

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

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

| | | |
|---|---|---|
| Volúmen absoluto de agua | = ( 205 ) / ( 1000 ) | = 0.205 |
| Volúmen absoluto de cemento | = ( 410 ) / ( 3.15 * 1000 ) | = 0.130 |
| Volúmen absoluto de agregado grueso | = ( 757 ) / ( 1.84 * 1000 ) | = 0.412 |
| Volúmen de aire atrapado | = ( 2.0 ) / ( 100 ) | = 0.020 |
| Volúmen sub total | = | 0.767 |

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = ( 1.000 - 0.767 ) = 0.233 m3

( 0.233 ) * ( 3.98 ) * 1000 = 925 Kg/m3

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

Agregado grueso húmedo ( 757 ) * ( 1.023247 ) = 775 Kg.
Agregado Fino húmedo ( 925 ) * ( 1.0498 ) = 971 Kg.

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhomelan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gómez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V°B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.² ACI 211.1 | Código | FRM_GR_EM_201 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 5 de 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 27/10/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL, 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN PATRÓN | |
| CANTERA | : ISLA | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

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

$$205 - 757 * \left(\frac{2.32 - 2.87}{100}\right) - 925 \left(\frac{4.98 - 4.57}{100}\right) = 205$$

**DOSIFICACIÓN**

| AGREGADO | DOSIFICACIÓN EN PESO SECO | PROPORCIÓN EN VOLUMEN | DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO | PROPORCIÓN EN VOLUMEN |
|---|---|---|---|---|
| | (Kg/m3) | PESO SECO | (Kg/m3) | PESO HÚMEDO |
| Cemento | 410 | 1.00 | 410 | 1.00 |
| Agua | 205 | 0.50 | 205 | 0.50 |
| Agreg. Grueso | 757 | 1.85 | 775 | 1.89 |
| Agreg. Fino | 925 | 2.26 | 971 | 2.37 |
| Aire | 2.0 % | | 2.0 % | |

**9.65** BOLSAS / m3 DE CEMENTO

**DOSIFICACIÓN POR PESO:**

| | | |
|---|---|---|
| Cemento | : | 42.50 Kg. |
| Agregado fino húmedo | : | 100.64 Kg. |
| Agregado grueso húmedo | : | 80.32 Kg. |
| Agua efectiva | : | 21.28 Kg. |

**DOSIFICACIÓN POR TANDAS:**

Para Mezcladora de 9 pies3

**1.0** Bolsa de Cemento: Redondeo

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| - | **2.32** | p3 de Arena | **2.3** | p3 de Arena |
| - | **2.17** | p3 de Piedra Chancada | **2.2** | p3 de Piedra Chancada |
| - | **21** | Lt de Agua | **21** | Lt de Agua |

**RECOMENDACIONES**

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

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhanfranc Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V°B° CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 400.012, ASTM C136, MTC E204) | Código | FRM_GR_EM_101 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 6 de 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 27/10/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | AGREGADO GRUESO | |
| CANTERA | : ISLA | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | %RETENIDO PARCIAL | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 % |
| 1" | 25.400 | 3.51 | 0.10 | 0.10 | 99.90 | |
| 3/4" | 19.050 | 214.57 | 6.13 | 6.23 | 93.77 | 90 - 100 % |
| 1/2" | 12.700 | 587.45 | 16.78 | 23.02 | 76.98 | |
| 3/8" | 9.525 | 1000.74 | 28.59 | 51.61 | 48.39 | 20 - 55 % |
| 1/4" | 6.350 | 1347.86 | 38.51 | 90.12 | 9.88 | |
| No4 | 4.760 | 345.87 | 9.88 | 100.00 | 0.00 | 0 - 10 % |
| BASE | | 0.00 | 0.00 | 100.0 | 0.0 | |
| TOTAL | | 3500.00 | 100.00 | | | |
| % PERDIDA | | 0.00 | | | | |

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Peso Inicial = 3500 gr.

Tamaño máx. nominal = 3/4"

OBSERVACIONES: -

CURVA GRANULOMÉTRICA AGREGADO GRUESO




OBSERVACIONES: -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V°B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 400.012, ASTM C136, MTC E204) | Código | FRM_GR_EM_101 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 7 de 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 27/10/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | AGREGADO FINO | |
| CANTERA | : ISLA | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | %RETENIDO PARCIAL | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3/8" | 9.525 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100% |
| 1/4" | 6.350 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| No4 | 4.760 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 95 - 100 % |
| No8 | 2.380 | 49.87 | 9.97 | 9.97 | 90.03 | 80 - 100 % |
| No16 | 1.190 | 78.45 | 15.69 | 25.66 | 74.34 | 50 - 85 % |
| No30 | 0.590 | 145.64 | 29.13 | 54.79 | 45.21 | 25 - 60 % |
| No 50 | 0.300 | 114.56 | 22.91 | 77.70 | 22.30 | 10 - 30 % |
| No100 | 0.149 | 84.56 | 16.91 | 94.62 | 5.38 | 2-10% |
| No200 | 0.074 | 21.36 | 4.27 | 98.89 | 1.11 | |
| BASE | | 5.56 | 1.11 | 100 | 0.00 | |
| TOTAL | | 500.00 | 100.00 | | | |
| % PERDIDA | | 1.11 | | | | |

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Peso Inicial = 500.00 gr.

Módulo de Fineza = 2.63

OBSERVACIONES: -

CURVA GRANULOMÉTRICA AGREGADO FINO




OBSERVACIONES: -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhordan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V°B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PESOS UNITARIOS (NTP 400.017, ASTM C29, MTC E203) | Código | FRM_GR_EM_107 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 8 de 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 27/10/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | AGREGADO FINO | |
| CANTERA | : ISLA | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO) | | | |
|---|---|---|---|
| PESO DEL MOLDE | 5939 gr | 5939 gr | 5939 gr |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2093 cm3 | 2093 cm3 | 2093 cm3 |
| COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE | CAIDA LIBRE | CAIDA LIBRE | CAIDA LIBRE |
| PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA | 9155.00 gr | 9147.00 gr | 9152.00 gr |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA | 3216.00 gr | 3208.00 gr | 3213.00 gr |
| DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA | 1.537 gr/cm3 | 1.533 gr/cm3 | 1.535 gr/cm3 |
| PROMEDIO | | 1.535 gr/cm3 | |

| DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO) | | | |
|---|---|---|---|
| PESO DEL MOLDE | 5939 gr | 5939 gr | 5939 gr |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2093 cm3 | 2093 cm3 | 2093 cm3 |
| Nº DE CAPAS | 3 | 3 | 3 |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 25 | 25 | 25 |
| PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA | 9412.00 gr | 9424.00 gr | 9432.00 gr |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA | 3473.00 gr | 3485.00 gr | 3493.00 gr |
| DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA | 1.659 gr/cm3 | 1.665 gr/cm3 | 1.669 gr/cm3 |
| PROMEDIO | | 1.664 gr/cm3 | |

OBSERVACIONES: -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incahuari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V° B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PESOS UNITARIOS (NTP 400.017, ASTM C29, MTC E203) | Código | FRM_GR_EM_107 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 9 de 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 27/10/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | AGREGADO GRUESO | |
| CANTERA | : ISLA | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

## DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

| | | | |
|---|---|---|---|
| PESO DEL MOLDE | 7966 gr | 7966 gr | 7966 gr |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 3103 cm3 | 3103 cm3 | 3103 cm3 |
| COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE | CAIDA LIBRE | CAIDA LIBRE | CAIDA LIBRE |
| PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA | 12044.00 gr | 12039.00 gr | 12009.00 gr |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA | 4078.00 gr | 4073.00 gr | 4043.00 gr |
| DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA | 1.314 gr/cm3 | 1.313 gr/cm3 | 1.303 gr/cm3 |
| PROMEDIO | | 1.310 gr/cm3 | |

## DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

| | | | |
|---|---|---|---|
| PESO DEL MOLDE | 7966 gr | 7966 gr | 7966 gr |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 3103 cm3 | 3103 cm3 | 3103 cm3 |
| Nº DE CAPAS | 3 | 3 | 3 |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 25 | 25 | 25 |
| PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA | 12347.00 gr | 12300.00 gr | 12353.00 gr |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA | 4381.00 gr | 4334.00 gr | 4387.00 gr |
| DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA | 1.412 gr/cm3 | 1.397 gr/cm3 | 1.414 gr/cm3 |
| PROMEDIO | | 1.407 gr/cm3 | |

OBSERVACIONES: -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhanelcan Carlos Incabari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V°B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS (NTP 339.185, ASTM C566, MTC E215) | Código | FRM_GR_EM_106 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.02 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 10 de 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 27/10/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO | |
| CANTERA | : ISLA | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| AGREGADO FINO | |
|---|---|
| N° DE TARRO | 1 |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.) | 382.88 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.) | 366.57 |
| PESO DEL TARRO (gr.) | 39.08 |
| PESO DE LAMUESTRA HUMEDA (gr.) | 343.80 |
| PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.) | 327.49 |
| PESO DEL AGUA (gr.) | 16.31 |
| % HUMEDAD | 4.98 |

| AGREGADO GRUESO | |
|---|---|
| N° DE TARRO | 2 |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.) | 588.12 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.) | 575.67 |
| PESO DEL TARRO (gr.) | 40.12 |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.) | 548.00 |
| PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.) | 535.55 |
| PESO DEL AGUA (gr.) | 12.45 |
| % HUMEDAD | 2.32 |

OBSERVACIONES: -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V°B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_401 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 1 de 7 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 24/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | ADOQUÍN PATRÓN |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| Muestra | Alto(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| ADOQUÍN P. | 6.04 | 6.02 | 6.07 | 6.10 | 6.06 | 0.96 |
| ADOQUÍN P. | 6.04 | 6.02 | 6.08 | 6.03 | 6.04 | 0.71 |
| ADOQUÍN P. | 6.09 | 6.01 | 6.14 | 6.02 | 6.07 | 1.08 |
| ADOQUÍN P. | 6.07 | 6.08 | 6.06 | 6.12 | 6.08 | 1.38 |
| | | | | | | 1.03 |

| Muestra | Ancho(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| ADOQUÍN P. | 10.03 | 10.07 | 10.15 | 10.07 | 10.08 | 0.80 |
| ADOQUÍN P. | 10.06 | 10.12 | 10.09 | 10.01 | 10.07 | 0.70 |
| ADOQUÍN P. | 10.05 | 10.03 | 10.12 | 10.07 | 10.07 | 0.67 |
| ADOQUÍN P. | 10.13 | 10.14 | 10.06 | 10.12 | 10.11 | 1.13 |
| | | | | | | 0.83 |

| Muestra | Largo(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| ADOQUÍN P. | 20.11 | 20.03 | 20.11 | 20.13 | 20.10 | 0.47 |
| ADOQUÍN P. | 20.14 | 20.11 | 20.05 | 20.17 | 20.12 | 0.59 |
| ADOQUÍN P. | 20.11 | 20.08 | 20.15 | 20.03 | 20.09 | 0.46 |
| ADOQUÍN P. | 20.09 | 20.05 | 20.10 | 20.16 | 20.10 | 0.50 |
| | | | | | | 0.51 |

NOTA :
E : Dimensión, especifica por la norma o el fabricante.
P : Medida promedio de ensayo.

| | | |
|---|---|---|
| Largo : | 20 | cm |
| Ancho : | 10 | cm |
| Altura : | 6 | cm |

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V° B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_401 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 2 de 7 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 24/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| Muestra | Alto(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| L. + 1% L.A.R. | 6.08 | 6.14 | 6.01 | 6.06 | 6.07 | 1.21 |
| L. + 1% L.A.R. | 6.03 | 6.13 | 6.03 | 6.04 | 6.06 | 0.96 |
| L. + 1% L.A.R. | 6.10 | 6.09 | 6.01 | 6.07 | 6.07 | 1.13 |
| L. + 1% L.A.R. | 6.05 | 6.10 | 6.05 | 6.05 | 6.06 | 1.04 |
| | | | | | | 1.08 |

| Muestra | Ancho(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| L. + 1% L.A.R. | 10.13 | 10.11 | 10.08 | 10.13 | 10.11 | 1.13 |
| L. + 1% L.A.R. | 10.08 | 10.14 | 10.11 | 10.01 | 10.09 | 0.85 |
| L. + 1% L.A.R. | 10.13 | 10.08 | 10.13 | 10.10 | 10.11 | 1.10 |
| L. + 1% L.A.R. | 10.11 | 10.03 | 10.10 | 10.12 | 10.09 | 0.90 |
| | | | | | | 0.99 |

| Muestra | Largo(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| L. + 1% L.A.R. | 20.13 | 20.05 | 20.13 | 20.11 | 20.11 | 0.53 |
| L. + 1% L.A.R. | 20.12 | 20.14 | 20.07 | 20.15 | 20.12 | 0.60 |
| L. + 1% L.A.R. | 20.05 | 20.11 | 20.12 | 20.12 | 20.10 | 0.50 |
| L. + 1% L.A.R. | 20.10 | 20.18 | 20.11 | 20.14 | 20.13 | 0.66 |
| | | | | | | 0.57 |

NOTA :
E : Dimensión, especifica por la norma o el fabricante.
P : Medida promedio de ensayo.

| | | |
|---|---|---|
| Largo : | 20 | cm |
| Ancho : | 10 | cm |
| Altura : | 6 | cm |

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V° B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_401 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 3 de 7 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 24/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN + 6% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| Muestra | Alto(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| L. + 3% L.A.R. | 6.10 | 6.05 | 6.08 | 6.07 | 6.08 | 1.25 |
| L. + 3% L.A.R. | 6.09 | 6.07 | 6.07 | 6.06 | 6.07 | 1.21 |
| L. + 3% L.A.R. | 6.05 | 6.08 | 6.03 | 6.08 | 6.06 | 1.00 |
| L. + 3% L.A.R. | 6.06 | 6.10 | 6.03 | 6.07 | 6.07 | 1.08 |
| | | | | | | 1.14 |

| Muestra | Ancho(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| L. + 3% L.A.R. | 10.04 | 10.01 | 10.00 | 10.11 | 10.04 | 0.40 |
| L. + 3% L.A.R. | 10.13 | 10.08 | 10.13 | 10.10 | 10.11 | 1.10 |
| L. + 3% L.A.R. | 10.08 | 10.14 | 10.11 | 10.01 | 10.09 | 0.85 |
| L. + 3% L.A.R. | 10.13 | 10.11 | 10.08 | 10.13 | 10.11 | 1.13 |
| | | | | | | 0.87 |

| Muestra | Largo(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| L. + 3% L.A.R. | 20.08 | 20.09 | 20.14 | 20.19 | 20.13 | 0.63 |
| L. + 3% L.A.R. | 20.14 | 20.12 | 20.16 | 20.11 | 20.13 | 0.66 |
| L. + 3% L.A.R. | 20.13 | 20.18 | 20.12 | 20.13 | 20.14 | 0.70 |
| L. + 3% L.A.R. | 20.10 | 20.12 | 20.19 | 20.11 | 20.13 | 0.65 |
| | | | | | | 0.66 |

NOTA :
E : Dimensión, especifica por la norma o el fabricante.
P : Medida promedio de ensayo.

| | | |
|---|---|---|
| Largo : | 20 | cm |
| Ancho : | 10 | cm |
| Altura : | 6 | cm |

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V° B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_401 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 4 de 7 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 24/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| Muestra | Alto(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| L. + 5% L.A.R. | 6.07 | 6.05 | 6.06 | 6.08 | 6.07 | 1.08 |
| L. + 5% L.A.R. | 6.04 | 6.07 | 6.09 | 6.07 | 6.07 | 1.13 |
| L. + 5% L.A.R. | 6.10 | 6.04 | 6.03 | 6.05 | 6.06 | 0.92 |
| L. + 5% L.A.R. | 6.10 | 6.02 | 6.07 | 6.04 | 6.06 | 0.96 |
| | | | | | | 1.02 |

| Muestra | Ancho(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| L. + 5% L.A.R. | 10.07 | 10.05 | 10.04 | 10.09 | 10.06 | 0.63 |
| L. + 5% L.A.R. | 10.10 | 10.12 | 10.09 | 10.06 | 10.09 | 0.92 |
| L. + 5% L.A.R. | 10.10 | 10.07 | 10.10 | 10.10 | 10.09 | 0.93 |
| L. + 5% L.A.R. | 10.09 | 10.06 | 10.04 | 10.06 | 10.06 | 0.63 |
| | | | | | | 0.78 |

| Muestra | Largo(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| L. + 5% L.A.R. | 20.17 | 20.13 | 20.12 | 20.15 | 20.14 | 0.71 |
| L. + 5% L.A.R. | 20.13 | 20.10 | 20.16 | 20.12 | 20.13 | 0.64 |
| L. + 5% L.A.R. | 20.19 | 20.19 | 20.18 | 20.10 | 20.17 | 0.82 |
| L. + 5% L.A.R. | 20.11 | 20.19 | 20.15 | 20.19 | 20.16 | 0.80 |
| | | | | | | 0.74 |

NOTA :
E : Dimensión, especifica por la norma o el fabricante.
P : Medida promedio de ensayo.

| | | |
|---|---|---|
| Largo : | 20 | cm |
| Ancho : | 10 | cm |
| Altura : | 6 | cm |

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V°B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_401 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 5 de 7 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 24/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| Muestra | Alto(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| L. + 2% C.E. | 6.04 | 6.09 | 6.08 | 6.03 | 6.06 | 1.00 |
| L. + 2% C.E. | 6.08 | 6.11 | 6.03 | 6.02 | 6.06 | 1.00 |
| L. + 2% C.E. | 6.05 | 6.11 | 6.04 | 6.03 | 6.06 | 0.96 |
| L. + 2% C.E. | 6.05 | 6.10 | 6.04 | 6.05 | 6.06 | 1.00 |
| | | | | | | 0.99 |

| Muestra | Ancho(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| L. + 2% C.E. | 10.04 | 10.11 | 10.08 | 10.11 | 10.09 | 0.85 |
| L. + 2% C.E. | 10.06 | 10.06 | 10.12 | 10.10 | 10.09 | 0.85 |
| L. + 2% C.E. | 10.10 | 10.12 | 10.11 | 10.05 | 10.10 | 0.95 |
| L. + 2% C.E. | 10.12 | 10.07 | 10.13 | 10.08 | 10.10 | 1.00 |
| | | | | | | 0.91 |

| Muestra | Largo(cm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 | Medición 4 | Promedio | V(%) |
| L. + 2% C.E. | 20.12 | 20.19 | 20.15 | 20.12 | 20.15 | 0.72 |
| L. + 2% C.E. | 20.12 | 20.16 | 20.14 | 20.09 | 20.13 | 0.64 |
| L. + 2% C.E. | 20.20 | 20.18 | 20.11 | 20.16 | 20.16 | 0.81 |
| L. + 2% C.E. | 20.13 | 20.15 | 20.17 | 20.11 | 20.14 | 0.70 |
| | | | | | | 0.72 |

NOTA :
E : Dimensión, especifica por la norma o el fabricante.
P : Medida promedio de ensayo.

| | | |
|---|---|---|
| Largo : | 20 | cm |
| Ancho : | 10 | cm |
| Altura : | 6 | cm |

$$V(\%) = \frac{E - P}{E} * 100$$

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V° B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_103 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.02 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 1 de 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 24/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN PATRÓN | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| MUESTRA Nº | PESO SECO (GR) | PESO SATURADO (GR) | ABSORCIÓN (%) |
|---|---|---|---|
| M-1 | 2310.54 | 2450.14 | 6.04 |
| M-2 | 2321.14 | 2459.20 | 5.95 |
| M-3 | 2318.74 | 2457.78 | 6.00 |
| M-4 | 2327.44 | 2466.52 | 5.98 |
| | PROMEDIO DE ABSORCIÓN | | 5.99 |

OBSERVACIONES : -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incahuari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V°B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_103 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.02 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 2 de 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 24/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| MUESTRA Nº | PESO SECO (GR) | PESO SATURADO (GR) | ABSORCIÓN (%) |
|---|---|---|---|
| M-1 | 2315.64 | 2452.89 | 5.93 |
| M-2 | 2327.23 | 2461.47 | 5.77 |
| M-3 | 2319.26 | 2456.45 | 5.92 |
| M-4 | 2323.41 | 2460.49 | 5.90 |
| PROMEDIO DE ABSORCIÓN | | | 5.88 |

OBSERVACIONES : -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V°B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_103 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.02 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 3 de 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 24/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN + 6% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| MUESTRA Nº | PESO SECO (GR) | PESO SATURADO (GR) | ABSORCIÓN (%) |
|---|---|---|---|
| M-1 | 2314.62 | 2446.14 | 5.68 |
| M-2 | 2319.78 | 2452.89 | 5.74 |
| M-3 | 2320.14 | 2451.89 | 5.68 |
| M-4 | 2322.54 | 2453.78 | 5.65 |
| PROMEDIO DE ABSORCIÓN | | | 5.69 |

OBSERVACIONES : -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V° B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_103 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.02 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 4 de 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 24/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACION DE CERAMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| MUESTRA N° | PESO SECO (GR) | PESO SATURADO (GR) | ABSORCIÓN (%) |
|---|---|---|---|
| M-1 | 2319.87 | 2446.23 | 5.45 |
| M-2 | 2325.63 | 2452.81 | 5.47 |
| M-3 | 2328.74 | 2454.49 | 5.40 |
| M-4 | 2320.19 | 2449.88 | 5.59 |
| | PROMEDIO DE ABSORCIÓN | | 5.48 |

OBSERVACIONES : -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacori Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V°B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_103 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.02 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 5 de 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 24/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| MUESTRA Nº | PESO SECO (GR) | PESO SATURADO (GR) | ABSORCIÓN (%) |
|---|---|---|---|
| M-1 | 2317.46 | 2438.87 | 5.24 |
| M-2 | 2321.64 | 2440.14 | 5.10 |
| M-3 | 2322.64 | 2441.77 | 5.13 |
| M-4 | 2325.49 | 2445.63 | 5.17 |
| PROMEDIO DE ABSORCIÓN | | | 5.16 |

OBSERVACIONES : -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Carlos Inobcari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V°B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOQUÍN DE CONCRETO (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_405 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 1 de 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 03/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERAMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN PATRÓN | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| MUESTRA Nº | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN PATRÓN | | | 03/11/2025 | 7 | 200.00 | 44300 | 221.50 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN PATRÓN | | | 03/11/2025 | 7 | 200.10 | 44534 | 222.56 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 19.99 | 10.01 | 6.00 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN PATRÓN | | | 03/11/2025 | 7 | 200.00 | 44638 | 223.20 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.05 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN PATRÓN | | | 03/11/2025 | 7 | 200.40 | 44553 | 222.32 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.04 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 222.39 |

| MUESTRA Nº | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN PATRÓN | | | 10/11/2025 | 14 | 200.00 | 56082 | 280.41 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN PATRÓN | | | 10/11/2025 | 14 | 200.80 | 56091 | 279.34 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.08 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN PATRÓN | | | 10/11/2025 | 14 | 200.40 | 56170 | 280.29 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.02 | 6.00 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN PATRÓN | | | 10/11/2025 | 14 | 200.00 | 56172 | 280.86 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.03 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 280.23 |

| MUESTRA Nº | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN PATRÓN | | | 24/11/2025 | 28 | 202.61 | 65811 | 324.82 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.10 | 10.08 | 6.20 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN PATRÓN | | | 24/11/2025 | 28 | 202.00 | 65722 | 325.36 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.10 | 6.00 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN PATRÓN | | | 24/11/2025 | 28 | 202.20 | 65781 | 325.33 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 19.98 | 10.12 | 6.40 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN PATRÓN | | | 24/11/2025 | 28 | 202.40 | 65511 | 323.67 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.12 | 6.14 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 324.79 |

OBSERVACIONES: -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Inostroza Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Ing. Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V° B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_405 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 2 de 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 03/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURAD |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| MUESTRA N° | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.30 | 45074 | 225.03 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.03 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | | | 03/11/2025 | 7 | 201.10 | 45097 | 224.25 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.03 | 10.04 | 6.00 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.80 | 45399 | 226.09 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.05 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | | | 03/11/2025 | 7 | 201.00 | 45299 | 225.37 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.04 | 10.03 | 6.00 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 225.19 |

| MUESTRA N° | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.30 | 57554 | 287.34 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.03 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.40 | 57348 | 286.17 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.04 | 10.00 | 6.07 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.40 | 57594 | 287.40 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.02 | 10.01 | 6.00 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.30 | 57376 | 286.45 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.03 | 10.00 | 6.03 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 286.84 |

| MUESTRA N° | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.40 | 66232 | 330.50 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.04 | 10.00 | 6.20 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.50 | 66229 | 330.32 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.03 | 10.01 | 6.00 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.00 | 66227 | 331.14 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN + 3% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.40 | 66245 | 330.57 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.02 | 6.04 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 330.63 |

OBSERVACIONES: -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V° B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_405 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 3 de 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 03/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN + 6% CERÁMICO RECICLADO TRITURADO | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| MUESTRA Nº | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN + 6% CERAMICO RECICLADO TRITURADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.00 | 44006 | 220.03 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN + 6% CERAMICO RECICLADO TRITURADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.40 | 44058 | 219.85 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.02 | 6.00 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN + 6% CERAMICO RECICLADO TRITURADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.84 | 44049 | 219.32 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.06 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN + 6% CERAMICO RECICLADO TRITURADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.40 | 44035 | 219.74 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.04 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 219.73 |

| MUESTRA Nº | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN + 6% CERAMICO RECICLADO TRITURADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.00 | 56028 | 280.14 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN + 6% CERAMICO RECICLADO TRITURADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.40 | 55949 | 279.19 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.04 | 10.00 | 6.07 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN + 6% CERAMICO RECICLADO TRITURADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.40 | 55888 | 278.78 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.02 | 10.01 | 6.00 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN + 6% CERAMICO RECICLADO TRITURADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.00 | 55990 | 279.95 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.03 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 279.51 |

| MUESTRA Nº | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN + 6% CERAMICO RECICLADO TRITURADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.00 | 64637 | 323.19 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.20 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN + 6% CERAMICO RECICLADO TRITURADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.00 | 64725 | 323.62 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN + 6% CERAMICO RECICLADO TRITURADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.90 | 64726 | 322.18 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.09 | 10.00 | 6.10 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN + 6% CERAMICO RECICLADO TRITURADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.00 | 64847 | 324.23 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.14 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 323.31 |

OBSERVACIONES: -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V° B° CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_405 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 4 de 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 03/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUIN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| MUESTRA N° | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.30 | 45868 | 229.00 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.03 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.20 | 46097 | 230.14 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.03 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.10 | 46068 | 230.23 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.01 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.40 | 45873 | 228.91 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.04 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 229.57 |

| MUESTRA N° | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.30 | 58984 | 294.48 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.03 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.40 | 58892 | 293.87 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.04 | 10.00 | 6.07 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.40 | 58990 | 294.36 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.02 | 10.01 | 6.00 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.30 | 59096 | 295.04 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.03 | 10.00 | 6.03 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 294.44 |

| MUESTRA N° | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.40 | 67933 | 338.99 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.02 | 6.00 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.30 | 67929 | 339.14 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.90 | 67928 | 338.12 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.10 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN + 3% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.40 | 67915 | 338.90 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.02 | 6.00 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 338.78 |

OBSERVACIONES: -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V°B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

| ENSAYO DE MATERIALES | PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO (NTP 399.613, ASTM C67) | Código | FRM_GR_EM_405 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | V.01 |
| | | Aprobado | GG_GR |
| | | Página | 5 de 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SOLICITANTE | : Sr. JULIO CESAR HUARAKA MAMANI | FECHA MUESTREO | : 03/11/2025 |
| PROYECTO | : TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025 | MUESTREADO POR | : J. C. H. M. |
| | | ENSAYADO POR | : J. C. I. C. |
| | | TIPO DE MATERIAL | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO GEORAAS | ADOQUÍN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | |
| | | FECHA EXPEDICIÓN | : 01/12/2025 |

| MUESTRA N° | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.00 | 46652 | 233.26 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.70 | 46667 | 232.52 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.03 | 10.02 | 6.00 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.20 | 46875 | 234.14 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.02 | 10.00 | 6.05 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 03/11/2025 | 7 | 200.60 | 46765 | 233.12 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.03 | 6.00 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 233.26 |

| MUESTRA N° | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.00 | 59633 | 298.16 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.40 | 59523 | 297.02 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.04 | 10.00 | 6.07 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.40 | 59445 | 296.63 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.02 | 10.01 | 6.09 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 10/11/2025 | 14 | 200.00 | 59532 | 297.66 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 297.37 |

| MUESTRA N° | DESCRIPCIÓN | | | FECHA DE ROTURA | EDAD DÍAS | ÁREA CM2 | CARGA KG | ESF. DE ROTURA KG/CM2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADOQUIN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.40 | 68346 | 341.05 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.02 | 6.20 | | | | | |
| 2 | ADOQUIN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.00 | 68453 | 342.26 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.00 | 6.00 | | | | | |
| 3 | ADOQUIN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.40 | 68347 | 341.05 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.00 | 10.02 | 6.10 | | | | | |
| 4 | ADOQUIN + 6% POLVO DE CONCRETO RECICLADO | | | 24/11/2025 | 28 | 200.50 | 68285 | 340.57 |
| | LARGO(cm) | ANCHO(cm) | ALTO(cm) | | | | | |
| | 20.05 | 10.00 | 6.14 | | | | | |
| PROMEDIO DE ESFUERZO DE ROTURA (F'b) | | | | | | | | 341.23 |

OBSERVACIONES: -

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|---|---|
| Jhonatan Carlos Incacari Coaquira<br>Técnico de Laboratorio<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | Marco Antonio Gomez Ramos<br>Ingeniero Civil<br>CIP 308696<br>GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC | GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.<br>V° B°<br>CONTROL |
| TÉCNICO DE LABORATORIO | ESPECIALISTA | UNIDAD DE CONTROL |

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# ANEXO 1
## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X] Fecha de entrega: 28-05-2026

**1. Datos del autor (es):**

Nombres y Apellidos: JULIO CESAR HUARAKA MAMANI
Dirección: Av. PERU S/N
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 43256196
Teléfono: 982 572 498 email: Cesarjaz02@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: INGENIERIA CIVIL
Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE:INGENIERO CIVIL
Asesor: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]
Título: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CERÁMICO RECICLADO TRITURADO Y POLVO DE CONCRETO RECICLADO SOBRE LAS PROPIEDADES DE ADOQUINES DE CONCRETO ELABORADOS EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2025
Palabras claves, (3 a 5 términos): CERÁMICO RECICLADO TRITURADO, POLVO DE CONCRETO RECICLADO, ADOQUINES DE CONCRETO Y PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS

**¿Esta obra se desarrolló en la UANCV [1, 2]?**

1

[1] Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.
[2] Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

2. **Referencia de tesis:**

☐ Bachiller ☒ Titulo ☐ 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 comérciales 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



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

**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.

[X] Internacional

[ ] Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



Firma de Autor | huella digital | 28-05-2026 Fecha



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/