



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



**EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN  
DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES  
MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO  
RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. JUAN RENE PUMA RAMIREZ**

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

**JULIACA – PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN  
DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES  
MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO  
RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. JUAN RENE PUMA RAMIREZ**

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE**

:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**PRIMER MIEMBRO**

:

Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**ASESOR DE TESIS**

:

  
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1752-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliana, 13 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 15062 presentado por el (la) Bachiller: **JUAN RENE PUMA RAMIREZ** 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. **JUAN RENE PUMA RAMIREZ**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** 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. MILTHON QUISPE HUANCA
- **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- **2do Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES

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

**ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JUAN RENE PUMA RAMIREZ**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Miércoles 18 de diciembre del 2024
- **HORA** : 11:00 horas
- **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
 MILTHON QUISPE HUANCA  
 DECANO

  
 Dr. Efraim Parillo Sosa  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1318-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 17 de octubre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 012427 por el señor (a): **JUAN RENE PUMA RAMIREZ** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1196- 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 216- 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **JUAN RENE PUMA RAMIREZ**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 216- 2024 **aprobandolo** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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): **JUAN RENE PUMA RAMIREZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Dr. MALTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
Dr. Efraín Gerardo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (s)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 935-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 03 de setiembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU-11491, presentado el señor (a) **JUAN RENE PUMA RAMIREZ** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO** – N° 895-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 267-2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **JUAN RENE PUMA RAMIREZ** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 267-2024 aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **JUAN RENE PUMA RAMIREZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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 **Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN  
Dr. Efraín Paredón Posa  
DIR. UI  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



## EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN LA PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

### INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE


### FUENTES PRIMARIAS

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



### Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	JUAN RENE PUMA RAMIREZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73930012
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0009-4623-9272">https://orcid.org/0009-0009-4623-9272</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8509-7224">https://orcid.org/0000-0001-8509-7224</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	41414676
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/PAEvstH2rCu8SneP6">https://maps.app.goo.gl/PAEvstH2rCu8SneP6</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2024 - Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE	<p><b>Ingeniería Civil</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a></p> <p><b>Ingeniería de la construcción</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>
- Librería	


  
 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 Dr. Efraim Ravello Rosa  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JUAN RENE PUMA RAMIREZ, identificado con DNI  
Nro. 73930012, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU

INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA

PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 13 de enero del 2025



Firma del Asesor  
(obligatoria)



Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

Dedico esta obra a mis seres queridos, quienes con su amor y apoyo incondicional han sido mi mayor fuente de inspiración. Agradezco profundamente a mi familia por su constante aliento, a mis amigos por su compañía y palabras de ánimo, a mis mentores y profesores por sus valiosas enseñanzas, y a todos mis colaboradores por su dedicación y esfuerzo en este proyecto. Finalmente, agradezco a los lectores, cuya curiosidad y apoyo dan sentido a mi trabajo; espero que encuentren valor en estas páginas.



## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este viaje. A mi familia, por su amor y apoyo incondicional en cada paso que he dado; a mis amigos, por su aliento constante y su compañía; a mis mentores y profesores, cuyas enseñanzas han iluminado mi camino y me han inspirado a seguir aprendiendo; y a todos mis colaboradores, por su dedicación y esfuerzo en hacer realidad este proyecto. También agradezco a los lectores, cuya curiosidad y apoyo son la razón de ser de mi trabajo



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>xii</b>

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1 Análisis de la situación problemática.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Planteamiento del problema.....</b>	<b>3</b>
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
<b>1.3 Objetivos de la investigación.....</b>	<b>3</b>
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
<b>1.4 Justificación de la investigación.....</b>	<b>4</b>
1.4.1 Justificación técnica.....	4
1.4.2 Justificación económica.....	4
1.4.3 Justificación social.....	5
1.4.4 Justificación ambiental.....	5
<b>1.5 Hipótesis de la investigación.....</b>	<b>5</b>
1.5.1 Hipótesis general.....	5
1.5.2 Hipótesis específicas.....	6
<b>1.6 Variables e indicadores.....</b>	<b>6</b>
1.6.1 Variable independiente.....	6
1.6.2 Variable dependiente.....	6
<b>1.7 Operacionalización de variables.....</b>	<b>7</b>

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO



<b>2.1</b>	<b>Antecedentes de la investigación.....</b>	<b>8</b>
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	10
2.1.3	Antecedentes locales.....	13
<b>2.2</b>	<b>Bases teóricas .....</b>	<b>15</b>
2.2.1	Pavimento rígido.....	15
2.2.2	Procesos constructivos en pavimentos rígidos .....	25
2.2.3	Propiedades mecánicas del concreto en pavimentos .....	29
2.2.4	Factores que afectan el desempeño de los pavimentos rígidos.....	36
2.2.5	Sostenibilidad en la construcción de pavimentos rígidos .....	42
<b>2.3</b>	<b>Marco conceptual .....</b>	<b>49</b>

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>3.1</b>	<b>Diseño de la investigación.....</b>	<b>52</b>
<b>3.2</b>	<b>Métodos de la investigación .....</b>	<b>52</b>
<b>3.3</b>	<b>Nivel y tipo de investigación.....</b>	<b>53</b>
3.3.1	Nivel de la investigación .....	53
3.3.2	Tipo de la investigación .....	53
<b>3.4</b>	<b>Población y muestra.....</b>	<b>54</b>
3.4.1	Población.....	54
3.4.2	Muestra .....	54
<b>3.5</b>	<b>Técnicas e instrumentos.....</b>	<b>55</b>
3.5.1	Técnicas.....	55
3.5.2	Instrumentos.....	56
<b>3.6</b>	<b>Procedimiento de recolección de datos .....</b>	<b>57</b>
3.6.1	Desarrollo del plan de investigación .....	57
<b>3.7</b>	<b>Procesamiento y análisis de datos.....</b>	<b>65</b>

### CAPÍTULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1</b>	<b>Resultados obtenidos .....</b>	<b>66</b>
4.1.1	Resultados sobre los procesos constructivos de pavimentación de vías en la provincia de San Román.....	69
4.1.2	Resultados sobre los asentamientos considerados en campo para la colocación de concretos para pavimentos rígidos.....	77
4.1.3	Resultados sobre la variación de las resistencias a la compresión en campo y en laboratorio de los concretos para pavimento rígido .....	80



<b>4.2</b>	<b>Discusión de resultados .....</b>	<b>108</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>109</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>110</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>111</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>115</b>



### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Operacionalización de variables .....	7
<b>Tabla 2</b>	Obras tomadas para el presente estudio .....	58
<b>Tabla 3</b>	Análisis granulométrico agregado fino .....	67
<b>Tabla 4</b>	Análisis granulométrico agregado grueso .....	68
<b>Tabla 5</b>	Contenido de humedad de las muestras.....	69
<b>Tabla 6</b>	Aspectos evaluados en la obra de la Urb. Municipal Taparachi .....	74
<b>Tabla 7</b>	Aspectos evaluados en la obra de la Urb. Santa María II.....	75
<b>Tabla 8</b>	Aspectos evaluados en la obra de la Urb. 20 de enero.....	76
<b>Tabla 9</b>	Asentamiento del concreto en campo y laboratorio.....	77
<b>Tabla 10</b>	Asentamiento del concreto en campo y laboratorio.....	78
<b>Tabla 11</b>	Asentamiento del concreto en campo y laboratorio.....	79
<b>Tabla 12</b>	Resistencia a compresión en obra .....	80
<b>Tabla 13</b>	Resistencia a compresión en obra .....	81
<b>Tabla 14</b>	Resistencia a compresión en obra .....	82
<b>Tabla 15</b>	Resistencia a compresión en laboratorio .....	83
<b>Tabla 16</b>	Resistencia a compresión en laboratorio .....	84
<b>Tabla 17</b>	Resistencia a compresión en laboratorio .....	85
<b>Tabla 18</b>	Resistencia a compresión en obra .....	86
<b>Tabla 19</b>	Resistencia a compresión en obra .....	87
<b>Tabla 20</b>	Resistencia a compresión en obra .....	88
<b>Tabla 21</b>	Resistencia a compresión en laboratorio .....	89
<b>Tabla 22</b>	Resistencia a compresión en laboratorio .....	90
<b>Tabla 23</b>	Resistencia a compresión en laboratorio .....	91
<b>Tabla 24</b>	Resistencia a compresión en obra .....	92
<b>Tabla 25</b>	Resistencia a compresión en obra .....	93
<b>Tabla 26</b>	Resistencia a compresión en obra .....	94
<b>Tabla 27</b>	Resistencia a compresión en laboratorio .....	95
<b>Tabla 28</b>	Resistencia a compresión en laboratorio .....	96
<b>Tabla 29</b>	Resistencia a compresión en laboratorio .....	97
<b>Tabla 30</b>	Resistencias in situ .....	98
<b>Tabla 31</b>	Resistencias del laboratorio.....	99
<b>Tabla 32</b>	Resistencias in situ .....	101
<b>Tabla 33</b>	Resistencias del laboratorio.....	103
<b>Tabla 34</b>	Resistencias in situ .....	104



**Tabla 35** Resistencias del laboratorio..... 106



ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** Pavimento rígido ..... 19

**Figura 2** Tipos de pavimento rígido ..... 24

**Figura 3** Ubicación del primer proyecto de pavimentación ..... 58

**Figura 4** Ubicación del segundo proyecto de pavimentación ..... 59

**Figura 5** Ubicación del tercer proyecto de pavimentación ..... 59

**Figura 6** Análisis granulométrico agregado fino ..... 67

**Figura 7** Análisis granulométrico agregado grueso ..... 68

**Figura 8** Variación de la resistencia ..... 80

**Figura 9** Variación de la resistencia ..... 81

**Figura 10** Variación de la resistencia ..... 82

**Figura 11** Variación de la resistencia ..... 83

**Figura 12** Variación de la resistencia ..... 84

**Figura 13** Variación de la resistencia ..... 85

**Figura 14** Variación de la resistencia ..... 86

**Figura 15** Variación de la resistencia ..... 87

**Figura 16** Variación de la resistencia ..... 88

**Figura 17** Variación de la resistencia ..... 89

**Figura 18** Variación de la resistencia ..... 90

**Figura 19** Variación de la resistencia ..... 91

**Figura 20** Variación de la resistencia ..... 92

**Figura 21** Variación de la resistencia ..... 93

**Figura 22** Variación de la resistencia ..... 94

**Figura 23** Variación de la resistencia ..... 95

**Figura 24** Variación de la resistencia ..... 96

**Figura 25** Variación de la resistencia ..... 97

**Figura 26** Comparativo de las resistencias in situ ..... 98

**Figura 27** Variación de las resistencias in situ ..... 99

**Figura 28** Comparativo de las resistencias en laboratorio ..... 100

**Figura 29** Variación de las resistencias del laboratorio ..... 100

**Figura 30** Comparativo de las resistencias in situ ..... 101

**Figura 31** Variación de las resistencias in situ ..... 102

**Figura 32** Comparativo de las resistencias en laboratorio ..... 103

**Figura 33** Variación de las resistencias del laboratorio ..... 104

**Figura 34** Comparativo de las resistencias in situ ..... 105



<b>Figura 35</b>	Variación de las resistencias in situ.....	105
<b>Figura 36</b>	Comparativo de las resistencias en laboratorio .....	106
<b>Figura 37</b>	Variación de las resistencias del laboratorio.....	107



## RESUMEN

La presente investigación titulado "Evaluación de procesos constructivos en pavimentación de vías y su incidencia en las propiedades mecánicas de concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024". Tiene como objetivo evaluar los procesos constructivos en pavimentación de vías y su incidencia en las propiedades mecánicas del concreto para un pavimento rígido. En la metodología se implementó un diseño cuantitativo y experimental, un método deductivo y experimental, de nivel explicativo y con un tipo de investigación aplicada y experimental, para evaluar los procesos constructivos se tomó los proyectos de pavimentación con concreto rígido que se han ejecutado y se encuentran en ejecución en la provincia de San Román. Los resultados obtenidos de los aspectos técnicos del proceso constructivo de vías en la provincia de San Román, en la cual revela que se identificaron varias deficiencias en las etapas de planificación, preparación del terreno, construcción de la subbase y base, y en el mantenimiento. Estas fallas comprometen la calidad y durabilidad del pavimento, generando problemas estructurales y aumentando la necesidad de intervenciones frecuentes. Asimismo la evaluación de los asentamientos mostró diferencias significativas en las medidas obtenidas tanto en campo como en laboratorio. En la obra "Urb. Municipal Taparachi", el asentamiento en campo fue de 7.62 cm. En la obra "Urb. Santa María II", se observó un asentamiento menor de 6.35 cm en campo. En la obra "Urb. 20 de enero", el asentamiento en campo fue de 8.13 cm, con una consistencia plástica y buena trabajabilidad. Finalmente La variación de resistencias a compresión obtenidas en campo como en laboratorio, luego de los 28 días de curado presentaron los siguientes resultados; en la obra de la "Urb. Municipal Taparachi" fue 209.74 kg/cm<sup>2</sup> (in situ) y 213.27 kg/cm<sup>2</sup> (laboratorio), en la obra de la "Urb. Santa María II" fue 210.68 kg/cm<sup>2</sup> (in situ) y 212.85 kg/cm<sup>2</sup> (laboratorio), en la obra de la "Urb. 20 de enero" fue 212.41 kg/cm<sup>2</sup> (in situ) y 216.46 kg/cm<sup>2</sup> (laboratorio).

**Palabras Clave:** Procesos constructivos, Pavimentación de vías, Pavimento rígido.



### ABSTRACT

The present research entitled "Evaluation of construction processes in road paving and its impact on the mechanical properties of concrete for rigid pavement in the province of San Román 2024". Its objective is to evaluate the construction processes in road paving and their impact on the mechanical properties of concrete for a rigid pavement. In the methodology, a quantitative and experimental design was implemented, a deductive and experimental method, at an explanatory level and with a type of applied and experimental research, to evaluate the construction processes, the rigid concrete paving projects that have been executed and are being executed in the province of San Román. The results obtained from the technical aspects of the road construction process in the province of San Román, which reveal that several deficiencies were identified in the stages of planning, land preparation, construction of the subbase and base, and in maintenance. These failures compromise the quality and durability of the pavement, generating structural problems and increasing the need for frequent interventions. Likewise, the evaluation of the settlements showed significant differences in the measurements obtained both in the field and in the laboratory. In the work "Urb. Municipal Taparachi", the settlement in the field was 7.62 cm. In the work "Urb. Santa María II", a settlement of less than 6.35 cm was observed in the field. In the work "Urb. January 20", the settlement in the field was 8.13 cm, with a plastic consistency and good workability. Finally, the variation of compressive strengths obtained in the field and in the laboratory, after 28 days of curing, presented the following results; in the work of the "Urb. Municipal Taparachi" was 209.74 kg/cm<sup>2</sup> (in situ) and 213.27 kg/cm<sup>2</sup> (laboratory), in the "Urb. Santa María II" was 210.68 kg/cm<sup>2</sup> (in situ) and 212.85 kg/cm<sup>2</sup> (laboratory), in the "Urb. January 20" was 212.41 kg/cm<sup>2</sup> (in situ) and 216.46 kg/cm<sup>2</sup> (laboratory).

**Keywords:** Construction processes, Road paving, Rigid pavement.



## INTRODUCCIÓN

La pavimentación de vías constituye un aspecto fundamental en el desarrollo de infraestructuras urbanas y rurales, siendo el pavimento rígido uno de los tipos más utilizados debido a su durabilidad y resistencia a cargas pesadas. Sin embargo, el éxito de los pavimentos rígidos depende de los procesos constructivos empleados, los cuales influyen directamente en las propiedades mecánicas del concreto utilizado, como la resistencia a compresión y flexión. Un adecuado control de estos procesos es crucial para garantizar la calidad y la vida útil del pavimento, minimizando costos de mantenimiento y asegurando la seguridad vial.

Los procesos constructivos en pavimentación de vías involucran una serie de etapas críticas, como la preparación de la subbase, la selección adecuada de los materiales, la correcta dosificación del concreto, su colocación y compactación, así como el proceso de curado. Cada una de estas fases afecta directamente las propiedades mecánicas del concreto, y su durabilidad a largo plazo. Un control deficiente o la omisión de buenas prácticas en alguna de estas etapas puede dar lugar a la aparición de grietas, deformaciones, fisuras y fallos prematuros en el pavimento, lo que incrementa significativamente los costos de reparación y mantenimiento.

En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo evaluar cómo los distintos procesos constructivos impactan en las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos. La importancia de este análisis radica en la necesidad de identificar y promover prácticas constructivas que optimicen el desempeño del concreto, permitiendo obtener pavimentos más resistentes, duraderos y económicos. Además, se busca proporcionar evidencia técnica que sirva de base para la actualización de normativas y guías de construcción en el sector vial.



Por tanto, este estudio no solo busca analizar la relación entre los procedimientos constructivos y las propiedades mecánicas del concreto, sino también aportar recomendaciones que fortalezcan el diseño y ejecución de pavimentos rígidos en proyectos de infraestructura vial. A través de una evaluación técnica detallada, se espera contribuir al desarrollo de mejores prácticas constructivas, promoviendo una infraestructura más eficiente, sostenible y de mayor calidad.

**En el capítulo I**, se delimitará el problema de la investigación, especificando el enfoque y los objetivos que se pretenden alcanzar, así como las justificaciones del estudio.

**En el capítulo II**, se proporciona una revisión exhaustiva de los antecedentes internacionales, nacionales y locales de la investigación, seguido por el el fundamento teórico necesario, revisando estudios anteriores y estableciendo un marco conceptual sólido para la investigación.

**En el capítulo III**, se establecen los procedimientos metodológicos que se aplicaron para llevar a cabo la investigación de forma precisa y replicable.

**En el capítulo IV**, se analiza e interpretar los resultados de la investigación, relacionándolos con los objetivos propuestos y ofreciendo una discusión crítica de los hallazgos.

Finalmente, se resumen las conclusiones derivadas del estudio y ofrece recomendaciones para futuras investigaciones o aplicaciones prácticas. Se destacan los hallazgos más significativos y se discute el potencial impacto de incorporar virutas de eucalipto y ciprés en la construcción.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Análisis de la situación problemática

En el ámbito internacional, en muchos países la pavimentación de vías con concreto rígido ha sido ampliamente estudiada y mejorada a lo largo de los años. Sin embargo, a pesar de los avances en la tecnología de materiales y en los procesos constructivos, persisten desafíos significativos en la implementación efectiva de pavimentos de larga duración. En economías desarrolladas como Estados Unidos, Alemania o Japón, se han realizado esfuerzos notables para mejorar las propiedades del concreto, empleando aditivos y nuevas técnicas de curado. Sin embargo, en regiones con climas extremos o condiciones de tráfico pesado, aún se observan fallos prematuros en pavimentos debido a procesos constructivos deficientes, mala compactación o curado inadecuado. El costo de las reparaciones y las fallas técnicas también representa un problema considerable, afectando la calidad y durabilidad de las infraestructuras.

A nivel nacional en Perú, el crecimiento de la infraestructura vial ha sido un factor clave para la integración de regiones y el desarrollo económico. Sin embargo, uno de los problemas persistentes en la construcción de pavimentos rígidos es la falta de un control adecuado en los procesos constructivos, lo que afecta directamente las propiedades



mecánicas del concreto utilizado. En varias regiones del país, se han reportado fallas prematuras en los pavimentos rígidos debido a una mala dosificación de los materiales, deficiencias en el curado y problemas en la compactación de la base y subbase. Esto genera una infraestructura más propensa a fisuras, grietas y deformaciones, que no solo eleva los costos de mantenimiento, sino que también afecta la seguridad vial.

En ciudades como Lima, Arequipa y Cusco, se ha invertido considerablemente en mejorar las infraestructuras viales, pero los problemas derivados de los procesos constructivos inadecuados siguen siendo frecuentes, especialmente en las áreas periféricas y rurales. Las normativas actuales en Perú, si bien establecen criterios para la pavimentación, no siempre se aplican con rigurosidad, lo que repercute en la calidad del producto final. Además, el aumento del tránsito vehicular y las cargas pesadas exigen pavimentos más resistentes y duraderos, lo que pone de relieve la necesidad de mejorar tanto los materiales como los procesos constructivos.

A nivel local en la provincia de San Román, los problemas asociados a la pavimentación de vías son similares a los observados en otras regiones del país, pero se ven agravados por factores locales. En esta provincia, la infraestructura vial es crítica para la conectividad entre zonas rurales y urbanas, y para el transporte de mercancías hacia otras regiones. No obstante, muchas de las vías pavimentadas con concreto rígido presentan signos de deterioro temprano debido a fallos en los procesos constructivos. Los problemas más frecuentes incluyen la falta de control de calidad en la mezcla del concreto, una inadecuada compactación de la base, y deficiencias en el proceso de curado.

Motivo por el cual surge la necesidad de este estudio para evaluar de manera técnica los procesos constructivos empleados en la pavimentación de vías de concreto rígido en la provincia de San Román, con el objetivo de identificar las prácticas deficientes y proponer mejoras que optimicen las propiedades mecánicas del concreto. Este análisis es crucial para extender la vida útil de los pavimentos, reducir los costos de mantenimiento



y asegurar que las vías cumplan con los estándares necesarios para soportar las exigencias del clima y el tráfico de la región. El propósito de esta investigación es proporcionar recomendaciones basadas en evidencia que permitan mejorar la calidad de las infraestructuras viales en la provincia, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la seguridad vial en la región.

## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 *Problema general*

¿Cómo son los procesos constructivos en pavimentación de vías y su incidencia en las propiedades mecánicas de concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024?

### 1.2.2 *Problemas específicos*

- a. ¿Cuáles son los aspectos técnicos considerados en los procesos constructivos de pavimentación de vías en la provincia de San Román 2024?
- b. ¿Cuáles son los asentamientos considerados en campo para la colocación de concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024?
- c. ¿Cuál es la variación de resistencias a la compresión en campo y en laboratorio de los concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024?

## 1.3 Objetivos de la investigación

### 1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar los procesos constructivos en pavimentación de vías y su incidencia en las propiedades mecánicas de concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- a. Identificar los aspectos técnicos considerados en los procesos constructivos de pavimentación de vías en la provincia de San Román 2024.
- b. Verificar los asentamientos considerados en campo para la colocación de concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024.
- c. Determinar la variación de resistencias a la compresión en campo y en laboratorio de los concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024.

## **1.4 Justificación de la investigación**

### **1.4.1 Justificación técnica**

La investigación tiene una sólida justificación técnica, dado que los procesos constructivos en la pavimentación de vías son fundamentales para garantizar la durabilidad y el buen desempeño del concreto en pavimentos rígidos. Al evaluar cómo los distintos métodos y prácticas constructivas impactan en las propiedades mecánicas del concreto, se podrá optimizar el control de calidad en la construcción de pavimentos. Esto permitirá identificar las técnicas más adecuadas para mejorar la resistencia y longevidad de los pavimentos, aportando conocimientos que podrían traducirse en estándares de construcción más precisos y efectivos.

### **1.4.2 Justificación económica**

Desde un punto de vista económico, esta investigación es altamente relevante, ya que la construcción de pavimentos rígidos representa una inversión significativa, tanto en el sector público como en el privado. Mejorar la calidad de los procesos constructivos puede reducir considerablemente los costos de mantenimiento y reparación a largo plazo. Un pavimento mal construido o con deficiencias técnicas puede llevar a fallos prematuros, incrementando los gastos de reconstrucción y mantenimiento. Por el contrario, al identificar las mejores prácticas constructivas, se puede garantizar una mayor durabilidad del



pavimento, lo que reduce la necesidad de intervenciones recurrentes y maximiza el retorno de la inversión inicial.

### **1.4.3 Justificación social**

En el aspecto social, la investigación contribuye a mejorar la calidad de vida de la población, ya que la construcción de vías de alta calidad asegura un transporte más eficiente y seguro. Las carreteras y vías son infraestructuras críticas para la movilidad urbana y rural, impactando en la conectividad, el comercio y el acceso a servicios básicos. Pavimentos duraderos y bien contruidos disminuyen los riesgos de accidentes asociados a defectos en la superficie, mejoran la experiencia de los usuarios, y favorecen el desarrollo económico al facilitar el transporte de bienes y personas.

### **1.4.4 Justificación ambiental**

El estudio justifica su relevancia ambiental al destacar que una correcta construcción de pavimentos reduce la necesidad de mantenimiento y minimiza el uso de recursos naturales. Los fallos en pavimentación conllevan reparaciones frecuentes, incrementando el consumo de materiales como cemento y agregados, así como la emisión de CO<sub>2</sub>. La optimización de los procesos constructivos, garantizando pavimentos más duraderos, promueve una gestión sostenible de recursos, reduciendo el impacto ambiental y fomentando una infraestructura más eficiente en el uso de energía.

## **1.5 Hipótesis de la investigación**

### **1.5.1 Hipótesis general**

Los procesos constructivos en pavimentación de vías y su incidencia en las propiedades mecánicas de concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024, serán deficientes.



### 1.5.2 *Hipótesis específicas*

- Los aspectos técnicos considerados en los procesos constructivos de pavimentación de vías en la provincia de San Román 2024, serán inadecuados y poco prácticos.
- Los asentamientos considerados en campo para la colocación de concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024, no cumplirán con los recomendados.
- La variación de resistencias a la compresión en campo y en laboratorio de los concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024, serán regulares.

## 1.6 Variables e indicadores

### 1.6.1 *Variable independiente*

Procesos constructivos de pavimentos rígidos

#### **INDICADOR:**

- Movimiento de tierras
- Mejoramiento de la base y sub base
- Encofrado de la capa de rodadura
- Vaciado de la capa de rodadura
- Curado del concreto

### 1.6.2 *Variable dependiente*

Propiedades mecánicas

#### **INDICADOR:**

- Asentamiento (Slump).
- Resistencia a la compresión.

### 1.7 Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
<b>Procesos constructivos de pavimentos rígidos</b>	El proceso constructivo de pavimentos rígidos consiste en la colocación de una losa de concreto que se apoya sobre una base o subbase previamente preparada para proporcionar una estructura sólida y duradera. Este proceso incluye varias etapas clave: la preparación del terreno, nivelación y compactación de la subrasante, la instalación de una capa de base y la colocación de juntas.	<b>Proceso constructivo</b>	Movimiento de tierras	Plantilla de toma de datos
			Base y sub base	
			Capa de rodadura	
			Concreto asfáltico	
			Curado del concreto	
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
<b>Propiedades mecánicas</b>	Las cualidades mecánicas de un material definen cómo se comporta cuando se le aplican cargas o fuerzas procedentes de fuentes externas. Estas propiedades incluyen la resistencia a la tracción, compresión, flexión y cizalladura, así como su dureza, elasticidad, ductilidad, tenacidad y fatiga.	<b>Propiedades mecánicas</b>	Asentamiento (Slump)	Ensayos realizados en campo
			Resistencia a la compresión	Método de ensayos normalizados en laboratorio



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Según Loaiza (2023) en su proyecto "Supervisión en el proceso constructivo de pavimento rígido en vías rurales en el municipio de San Vicente Ferrer, mediante las especificaciones técnicas de construcción del proyecto", Para fomentar el desarrollo económico de la nación y revitalizar la economía local, es imperativo mejorar la calidad de las carreteras terciarias mediante la implementación de nuevos proyectos que enfatizen su funcionamiento. La iniciativa de mejora de caminos rurales se ejecutó mediante la construcción de pavimento rígido en el municipio de San Vicente Ferrer, donde se realizó la supervisión y asistencia para el desarrollo de dos segmentos de pavimento hidráulico: el segmento inicial en la aldea de La Magdalena, de 302 metros lineales, y el segmento posterior en la aldea de La Enea, de 1.001,87 metros lineales, ambos finalizados con eficiencia. Una vez verificadas las especificaciones técnicas y requisitos constructivos del proyecto, se considera que las actividades preliminares, pavimentación y drenaje señaladas en las partidas presupuestarias del contrato del proyecto fueron ejecutadas correctamente.



Además, Santos y Solarte (2016) en su proyecto "Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla de concreto hidráulico para pavimento rígido con la inclusión de hormigón asfáltico recuperado tipo Rap", la construcción de pavimentos rígidos y flexibles produce desarrollo social y efectos económicos/ambientales a lo largo de su diseño, implementación y posterior operación. El edificio requiere materiales económicos, alta disponibilidad y uso completo, además de características que aseguren un mínimo cumplimiento de durabilidad y gastos de mantenimiento razonables. Es prudente adquirir y utilizar recursos que son abundantes y necesitan tecnologías de procesamiento convencionales y limpias para minimizar el efecto ambiental. Los áridos reciclables se refieren a diversos recursos, incluido el RAP o Reclaimed Asphalt Pavement, que denota materiales extraídos o procesados con presencia concentrada de betún asfáltico. La fatiga estructural de un pavimento flexible, resultante de los efectos del envejecimiento, se evalúa mediante una técnica de recuperación bien establecida: el fresado. Numerosos países a nivel mundial han utilizado pavimento asfáltico recuperado (RAP) en la Re manufactura de mezclas asfálticas. Esto disminuye su eliminación en los sitios finales y disminuye el uso de agregados de piedra virgen, lo que genera ventajas ambientales inmediatas y beneficios adicionales relacionados con la calidad de su mezcla y la integridad estructural residual. Esto ha dado lugar a una nueva vía de investigación para la producción de mezclas hidráulicas utilizadas en la construcción de pavimentos rígidos.

Asimismo, Díaz (2018) en su proyecto "Análisis de los procesos constructivos en infraestructura vial para la generación de cartilla de procesos constructivos de pavimentos de concreto hidráulico aplicados en tránsitos vehiculares de bajos volúmenes en la región del alto magdalena" El objetivo de este proyecto es elaborar una cartilla sobre las técnicas de construcción de pavimentos de hormigón hidráulico diseñados para volúmenes de tráfico bajos, supeditada al cumplimiento de la normativa del INVIAS. La cartilla de procedimientos constructivos de pavimentos de concreto hidráulico para bajo volumen de tráfico es una referencia confiable para los expertos en construcción vial de la región del



Alto Magdalena. Promueve un equilibrio económico, tecnológico y ambiental, permitiendo proponer soluciones que potencien el desarrollo vial de la región. Este proyecto tiene como objetivo definir los requisitos para la construcción de una carretera de hormigón hidráulico, destacando la necesidad de evaluar y analizar la calidad en cada fase de la construcción, desde la evaluación de la calidad del material hasta el mantenimiento del pavimento de hormigón hidráulico. Para el éxito de la imprimación, es crucial que las construcciones de carreteras se adhieran a las propiedades de cada material empleado y a las especificaciones de los diseños específicos del emplazamiento en la zona del Alto Magdalena. Este folleto facilita el desarrollo de proyectos en la UPCSAM, permitiendo así la investigación continua sobre pavimentos de concreto hidráulico y mejorando el enfoque del programa académico de ingeniería civil en la investigación relacionada con pavimentos.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Según, Sánchez (2021) en su proyecto "Evaluación del proceso constructivo en el mejoramiento de la carretera departamental Vizcas – Saramarca, Palpa", El presente informe detalla las actividades realizadas durante mi gestión en la ingeniería como auxiliar en la supervisión, verificación y seguimiento del mejoramiento de la carretera departamental Vizcaya - Saramarca, junto con una exposición de las diversas circunstancias encontradas durante su ejecución. Se elaborarán soluciones a los problemas encontrados durante la ejecución, utilizando la experiencia de la ingeniería civil para mejorar los procesos de construcción. Esto implicará brindar soluciones relacionadas con la producción y supervisar el control de calidad de acuerdo con los protocolos de liberación de artículos dentro del proyecto. Los hallazgos sugirieron que las alternativas de ejecución elegidas eran óptimas y podrían representarse mediante un cronograma de progreso físico para monitorear la implementación. La eficacia de los planes será validada al momento de su revisión, ya sea para verificación o perfeccionamiento del proyecto, consistentemente apoyado por el supervisor quien velará diligentemente por el cumplimiento de todas las estipulaciones permitidas.



Además, Escarcena (2023) en su proyecto “Propiedades mecánicas del pavimento rígido empleando fibras de acero, Ayacucho 2022”, Esta investigación tiene como objetivo principal mejorar la resistencia a la tracción y flexión del concreto estándar utilizado en pavimentos urbanos al incluir fibras de acero en cantidades de 5, 7,5 y 10 por ciento en relación con el peso del cemento. Como materiales de construcción se utilizaron agregados de la cantera de Chillico, cemento Portland tipo I marca Andino y fibras de acero CHO 65/35 NB marca SIKA. El diseño de la mezcla se ejecutó utilizando el enfoque ACI 211, mientras que el diseño del pavimento se apegó a la metodología AASHTO 93 y cumplió con las leyes peruanas, incluyendo la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos (2010) y el Manual de Suelos y Pavimentos MTC (2014). Este experimento implicó la formulación de una combinación estándar con una resistencia a la compresión predeterminada de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , junto con mezclas con fibras de acero. Las pruebas de compresión axial y tracción indirecta se realizaron a los 7, 14 y 28 días de edad, mientras que la prueba de flexión se realizó a los 28 días. Posteriormente, se evaluó el impacto de las fibras de acero en la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto de pavimento rígido, lo que llevó a la determinación de la proporción óptima de fibras de acero. Acero para el citado pavimento, cuyo objetivo es lograr el cumplimiento de criterios de diseño de pavimentos contemporáneos garantizando al mismo tiempo un reducido coste de producción respecto a los pavimentos convencionales.

Asimismo, Paredes y Saldaña (2021) en su proyecto “Evaluación del tiempo y costo en el proceso constructivo, entre los pavimentos: flexible y semirrígido en vías urbanas, del distrito de la banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín”, Este estudio tiene como objetivo comparar la duración de un proyecto de pavimentación con el costo por metro cuadrado, derivado de la evaluación de las alternativas propuestas dentro de los parámetros de estudio definidos. Este análisis examina el comportamiento de cada alternativa, asumiendo que ambas son soluciones viables para el proyecto de pavimentación, con foco en dos factores principales: el aspecto económico, que abarca el

costo inicial de cada alternativa y el mantenimiento y rehabilitación requeridos a lo largo de sus respectivos ciclos de vida. Por el contrario, se revela el elemento funcional, permitiendo determinar cuál de los dos pavimentos es más adecuado. El proyecto emplea investigación descriptiva para delinear las características de los pavimentos flexibles y semirrígidos, junto con un análisis de costos, ventajas y desventajas. La metodología principal implica la recopilación de datos, lo que permite identificar las alternativas más económicas y eficientes en el tiempo, ayudando así a las autoridades y diseñadores a seleccionar una de las opciones estudiadas para varios proyectos.

Por otro lado, Albuja (2023) en su proyecto "Propiedades mecánicas del concreto hidráulico para pavimentos rígidos con la adición de polietileno de alta densidad (HDPE) reciclado", El objetivo del proyecto fue evaluar las características mecánicas del concreto hidráulico para pavimentos rígidos con polietileno reciclado de alta densidad (PEAD), Lima 2023. Este estudio empleó una metodología cuantitativa, utilizando un diseño de investigación aplicada con dimensiones cuasiexperimentales y explicativas. La muestra estuvo compuesta por probetas cilíndricas para el ensayo de compresión (9 estándar y 27 experimentales), ensayo de tracción (3 estándar y 9 experimentales) y vigas prismáticas para el ensayo de flexión (3 estándar y 9 experimentales). Utilizar la ficha de registro documental como herramienta de recogida de datos. Los resultados indicaron que se logró un rendimiento mecánico óptimo con el uso de 2,5% de polietileno de alta densidad (HDPE) reciclado, lo que produjo aumentos del 4,6% en compresión, 4,0% en flexión y 9,4% en tracción. En referencia a la norma concreta, el diseño sugerido reportó valores que superan lo estipulado en las normas actuales. El uso de polietileno de alta densidad (HDPE) reciclado mejora las propiedades mecánicas del hormigón hidráulico, haciéndolo adecuado para la construcción de pavimentos duros.

Finalmente, Bonet (2022) en su proyecto "Propiedades físico-mecánicas del concreto en pavimento rígido  $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de residuos metálicos de obra,



Cusco 2022", esta investigación tuvo como objetivo evaluar en qué medida la incorporación de escombros metálicos de construcción (RMO) afecta las características físico-mecánicas del concreto para pavimento rígido con una resistencia a la compresión de  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en Cusco, 2022. La investigación utilizó una metodología aplicada que utiliza un enfoque cuantitativo y un diseño cuasiexperimental. El hormigón con resistencia a la compresión  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  se produjo con adiciones de RMO en dosis de 0%, 1%, 3% y 5%. Se evaluaron doce muestras para sedimentación y doce muestras para peso unitario en cuanto a parámetros físicos. Se utilizaron treinta y dos briquetas para las pruebas de resistencia al esfuerzo de compresión y treinta y dos vigas para las pruebas de resistencia al esfuerzo de flexión para evaluar las cualidades mecánicas. La muestra se realizó de acuerdo con la norma E060; el método de muestreo empleado fue no probabilístico. Los hallazgos indican que una mayor adición de RMO da como resultado una disminución del asentamiento, reduciendo así la trabajabilidad del concreto. Además, a medida que aumenta la cantidad de RMO, también aumenta el peso unitario. En términos de propiedades mecánicas, tanto la resistencia a la compresión como a la flexión mejoran con una adición del 5% de RMO.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

Según, Soto (2024) en su proyecto "Estudio del comportamiento mecánico del concreto para pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero reciclado en la ciudad de Juliaca", Esta investigación sugiere la utilización de fibras de acero recicladas, provenientes de talleres de torneado de la ciudad de Juliaca, para su incorporación al concreto. El objetivo principal es examinar las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero reciclado de formas irregulares en Juliaca. Se incorporaron al hormigón fibras de acero reciclado en proporciones de 5%, 10% y 15% en función del peso del cemento. Esto implicó la caracterización del árido procedente de la cantera isla, seguido de la preparación de probetas y vigas a los 7, 14 y 28 días, las que fueron sometidas a ensayos de fractura por compresión y flexión. Esta



investigación es aplicada, empleando un método cuantitativo y un diseño experimental a nivel explicativo. La población está compuesta por fibras de acero recicladas en Juliaca, y la muestra está compuesta por 38 testigos y 14 vigas. Los valores de absorción para arena y grava fueron 2,85% y 1,92%, respectivamente; la humedad fue de 6,75% y 1,83%; el peso específico fue de 2,48 g/cm<sup>3</sup> y 2,52 g/cm<sup>3</sup>; el peso unitario fue de 1.570 g/cm<sup>3</sup> y 1.531 g/cm<sup>3</sup>; y el módulo de finura fue 2,88. La resistencia a los 28 días para 0%, 5%, 10% y 15% es 223,62 kg/cm<sup>2</sup>, 226,14 kg/cm<sup>2</sup>, 203,43 kg/cm<sup>2</sup> y 184,84 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. La resistencia a la flexión a los 28 días con la inclusión de FA al 0%, 5%, 10% y 15% produce un módulo de ruptura de 41,18 kg/cm<sup>2</sup>, 42,38 kg/cm<sup>2</sup>, 43,57 kg/cm<sup>2</sup> y 38,26 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Nuestra conclusión es que un aumento en la proporción de fibras de acero recicladas en el hormigón se correlaciona con una reducción de su resistencia.

Además. Torres y Mamani (2017) en su proyecto "Variación de los niveles de la rasante por falta o exceso de agua en el proceso constructivo de un pavimento rígido - Lampa", Durante la ejecución de diversos proyectos, han surgido problemas como deformaciones del concreto, asentamientos y fallas por contracción, probablemente debido a un exceso o deficiencia de agua durante el proceso constructivo, lo que motivó la siguiente indagación: ¿Qué impactos surgen en la variación de niveles debido a ¿A un exceso o deficiencia de agua durante la instalación de pavimento rígido? Esta investigación tiene como objetivo conocer el impacto de la deficiencia o excedente de agua sobre el concreto durante su construcción, teniendo como objetivos particulares los siguientes: Conocer la altura de asentamiento del concreto resultante de un exceso o deficiencia de agua durante la instalación de pavimento rígido. Determinar la longitud de la fractura resultante de la contracción del hormigón en pavimento rígido por exceso o deficiencia de agua. Determinar la resistencia a la compresión resultante de la contracción del hormigón debido al exceso de contenido de agua. Llegando a las siguientes conclusiones: Inicialmente se determinó la elevación del pueblo. Los hallazgos indican que la losa de Control mide 0.057, mientras que la losa con un aumento del 5% en el contenido de agua



presenta una longitud diferente. La longitud es de 1,357, mientras que en la losa de agua (-5%), la longitud es de 0,017. Además, en tercera instancia: Entre el Grupo de Control y el Grupo (+5% de agua), la resistencia a la compresión en  $\text{kg/cm}^2$  a los tres días de edad es de -13,446, mientras que entre el Grupo de Control y el Grupo (-5% de agua), es de +1,68. A los 7 días de edad, el Grupo de Control y el Grupo (+5% de agua) tuvieron un diferencial de resistencia a la compresión de -14,356  $\text{kg/cm}^2$ , mientras que el Grupo de Control y el Grupo (-5% de agua) tuvieron una diferencia de +1,878  $\text{kg/cm}^2$ . A los 14 días de edad, la resistencia a la compresión en  $\text{kg/cm}^2$  del Grupo de control es inferior en -17,584 a la del Grupo (+5% de agua), y la del Grupo de control es inferior en +15,897 a la del Grupo (-5% de agua).

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Pavimento rígido

Es un tipo de pavimento cuya estructura principal está constituida por una losa de concreto hidráulico, generalmente reforzada con acero, que se apoya sobre una base o subbase previamente compactada y preparada. A diferencia de los pavimentos flexibles, los pavimentos rígidos distribuyen las cargas aplicadas de manera más uniforme debido a su alta rigidez, lo que reduce el esfuerzo sobre las capas inferiores. El concreto hidráulico, como material principal de las losas, confiere al pavimento una alta capacidad de soporte frente a cargas pesadas y tránsito continuo, lo que lo hace ideal para vías de alto tráfico, autopistas, aeropuertos y áreas industriales. (Gutierrez, 2022).

Las características de un pavimento rígido incluyen su alta resistencia y su capacidad para soportar tensiones bajo flexión. Además, es menos susceptible a deformaciones provocadas por cargas cíclicas en comparación con pavimentos flexibles. La durabilidad de los pavimentos rígidos es notablemente mayor, lo que se traduce en ciclos de mantenimiento menos frecuentes y costos operativos más bajos a lo largo del

tiempo, aunque su construcción inicial tiende a ser más costosa y compleja debido a las etapas de diseño y los procedimientos de curado del concreto.

Otra ventaja significativa de los pavimentos rígidos es su resistencia al desgaste y a las condiciones ambientales adversas, como el calor, la humedad y la acción de productos químicos, lo que les otorga una vida útil prolongada, frecuentemente superando los 30 años. Sin embargo, un aspecto crítico en el diseño y construcción de estos pavimentos es la correcta colocación de juntas de dilatación y contracción, que evitan la aparición de grietas incontroladas debido a las variaciones de temperatura y la retracción del concreto. Además, su capacidad para soportar deformaciones elásticas es limitada, lo que requiere un cuidadoso diseño estructural para evitar la aparición de fisuras o fallas prematuras.

#### 2.2.1.1. Componentes del pavimento rígido

Un pavimento rígido se caracteriza por estar compuesto principalmente de concreto hidráulico, el cual proporciona una superficie rígida y resistente. Los componentes del pavimento rígido se dividen en varios elementos estructurales, cada uno con una función específica. (Arroyo, 2010). A continuación se describen los principales componentes de un pavimento rígido:

##### 1. Capa de rodadura o losa de concreto

Es la capa superior del pavimento, formada por concreto hidráulico. Este es el componente principal del pavimento rígido, y su función es soportar las cargas del tráfico y distribuir las hacia las capas inferiores. La losa de concreto tiene las siguientes características:

- **Material:** Típicamente, se emplea una combinación de cemento Portland, agregados finos y gruesos, agua y ocasionalmente aditivos como plastificantes, retardadores, aceleradores o fibras.
- **Espesor:** El espesor de la losa puede variar entre 15 y 30 cm, dependiendo de las cargas de tráfico y el diseño estructural del pavimento.



- **Durabilidad:** Proporciona una superficie de rodadura muy resistente y duradera, con una vida útil mayor a la de los pavimentos flexibles.

## 2. Subbase.

La subbase es una capa intermedia entre la losa de concreto y la subrasante. Su función es proporcionar una base uniforme y de soporte para la losa de concreto, distribuyendo las cargas que provienen de la capa superior. Ayuda a mejorar la capacidad portante del pavimento y a reducir el riesgo de asentamientos diferenciales. Las características de la subbase son:

- **Materiales:** Generalmente se utiliza una mezcla de grava, arena y en algunos casos, un material granular triturado o estabilizado con cemento o cal.
- **Espesor:** El espesor de la subbase puede variar entre 10 y 30 cm, dependiendo de las condiciones del suelo y las cargas previstas.

## 3. Base.

En algunos casos, sobre la subrasante se coloca una capa llamada base. Es similar a la subbase, pero con materiales de mayor calidad y resistencia, y su función es mejorar la capacidad de carga del pavimento y proporcionar mayor estabilidad. En pavimentos de tráfico pesado, se suele utilizar una base para optimizar la durabilidad del sistema.

## 4. Subrasante.

Es el terreno natural o mejorado sobre el cual se construye el pavimento. Es la capa más baja del sistema de pavimentación y, aunque no es un componente añadido, tiene un papel fundamental, ya que soporta todo el peso del pavimento y del tráfico vehicular. Es esencial que la subrasante esté adecuadamente preparada, compactada y estabilizada para evitar fallas en el pavimento.

- **Estabilidad:** Una subrasante mal compactada puede provocar asentamientos y fisuras en el pavimento rígido.



- **Mejoramiento:** Si la subrasante es de baja calidad, puede mejorarse mediante estabilización con materiales como cal, cemento o geotextiles.

### 5. Juntas de control y dilatación.

Las juntas son indispensables en los pavimentos rígidos y se utilizan para controlar el agrietamiento y permitir el movimiento de las losas debido a cambios de temperatura o cargas. Existen diferentes tipos de juntas:

- **Juntas de contracción o control:** Se colocan para permitir que el concreto se contraiga de manera controlada durante el fraguado, evitando fisuras aleatorias. Estas juntas se realizan mediante cortes en la losa a intervalos regulares.
- **Juntas de dilatación:** Permiten que la losa se expanda y se contraiga con los cambios de temperatura sin causar daño a la estructura del pavimento. Se colocan en áreas donde se espera un movimiento significativo, como cerca de puentes o estructuras.
- **Juntas de construcción:** Se utilizan donde se detuvo el vertido del concreto y se necesita unir la nueva losa con la previamente construida.

### 6. Refuerzo (opcional).

En algunos pavimentos rígidos se utilizan refuerzos de acero para mejorar la resistencia del concreto. Estos refuerzos pueden ser en forma de barras de acero (mallas o varillas) o fibras añadidas a la mezcla de concreto para aumentar la durabilidad y reducir el agrietamiento. Aunque no todos los pavimentos rígidos utilizan refuerzo, en algunos casos puede ser necesario para mejorar el rendimiento estructural.

### 7. Drenaje.

El drenaje es un componente esencial en la construcción de pavimentos rígidos. Si bien no forma parte de la estructura física del pavimento, es indispensable para garantizar su durabilidad. Un sistema de drenaje eficiente evita la acumulación de

agua en la subbase y la subrasante, lo que podría reducir su capacidad portante y causar fallas prematuras.

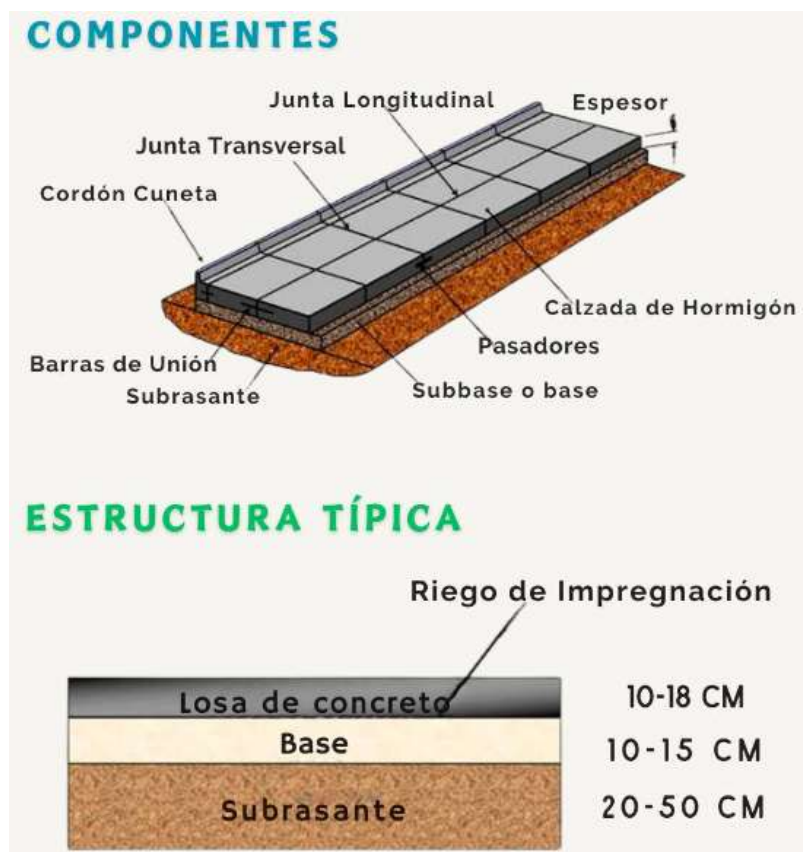
- **Drenaje superficial:** Evita que el agua se acumule sobre la superficie del pavimento.
- **Drenaje subterráneo:** Asegura que el agua se evacue adecuadamente de las capas inferiores del pavimento.

### 8. Capa de fricción o separación.

En algunas ocasiones, se coloca una capa de material delgado (como arena o membranas impermeables) entre la losa de concreto y la subbase. Esto reduce el roce o fricción que podría ocurrir entre el concreto y las capas inferiores debido a movimientos térmicos, y también evita que el agua suba desde la subbase hacia la losa de concreto, protegiendo su durabilidad.

**Figura 1**

*Pavimento rígido*



*Nota:* Componentes del pavimento rígido, tomado de Ingeniería Perú.

### 2.2.1.2. Características del pavimento rígido

Las características principales del pavimento rígido son las siguientes:

- **Material de construcción.**

El pavimento rígido está compuesto principalmente de concreto, una mezcla de cemento Portland, agua y agregados (generalmente arena y grava). A menudo se refuerza con acero, como barras de refuerzo o mallas, para aumentar su resistencia a la tracción. El concreto es un material que se endurece con el tiempo, y debido a su rigidez, no depende tanto de las capas subyacentes para distribuir las cargas, lo que lo distingue de los pavimentos flexibles que utilizan capas asfálticas y granuladas. (Londoño, 2023).

- **Alta rigidez estructural.**

La rigidez del concreto es una de sus características clave. Al ser un material rígido, distribuye las cargas de los vehículos sobre una superficie más amplia que un pavimento, lo que reduce la tensión en las capas subyacentes del suelo. Esta rigidez permite que el pavimento absorba y resista mayores cargas, haciéndolo ideal para carreteras de alto tránsito y situaciones en las que el pavimento está sujeto a grandes esfuerzos, como en puertos, aeropuertos y áreas industriales.

- **Durabilidad.**

Una de las características más apreciadas del pavimento rígido es su durabilidad. Con un mantenimiento adecuado, puede durar entre 20 y 40 años, superando a los pavimentos flexibles, que tienen una vida útil promedio de 10 a 15 años. Esta durabilidad proviene de la resistencia inherente del concreto a las cargas pesadas y a las condiciones climáticas adversas, como las heladas, lluvias intensas y variaciones extremas de temperatura.

- **Menor deformación.**

El pavimento rígido tiene una capacidad significativamente menor de deformarse bajo cargas pesadas en comparación con los pavimentos flexibles. Las

deformaciones como las roderas (surcos producidos por el paso repetido de vehículos) son comunes en pavimentos asfálticos, pero raras en los de concreto. Esta estabilidad es especialmente importante en autopistas o carreteras con tráfico de camiones pesados, ya que la superficie se mantiene uniforme y nivelada durante largos periodos.

- **Larga vida útil.**

El pavimento rígido es una inversión a largo plazo. Aunque los costos iniciales de construcción son más altos que los del pavimento flexible, su menor necesidad de mantenimiento y su capacidad para soportar grandes cargas durante décadas lo convierten en una opción rentable. Con reparaciones puntuales, puede mantenerse en buen estado por más de 30 años, reduciendo los costos de reconstrucción frecuentes que se asocian con otros tipos de pavimento.

- **Resistencia a condiciones climáticas extremas.**

El concreto tiene una excelente resistencia a las condiciones climáticas extremas, como el calor intenso o las heladas. En regiones donde el ciclo de congelación y descongelación es frecuente, los pavimentos flexibles suelen deteriorarse rápidamente debido a la expansión y contracción del asfalto. En cambio, los pavimentos rígidos, especialmente cuando se diseñan con juntas adecuadas, pueden soportar estos ciclos sin sufrir daños estructurales significativos, lo que los hace ideales para zonas con inviernos severos o temperaturas muy altas.

- **Requiere juntas de expansión.**

Una característica importante del pavimento rígido es la necesidad de juntas de expansión y contracción. Debido a que el concreto se expande y contrae con los cambios de temperatura, es esencial colocar juntas transversales y longitudinales para controlar este movimiento y evitar agrietamientos. Las juntas de contracción ayudan a que las grietas aparezcan de manera controlada en lugar de formar



fisuras aleatorias. Las juntas de expansión, por otro lado, permiten que el concreto se expanda sin dañarse, lo que mejora la durabilidad de la superficie.

- **Poca flexibilidad.**

El pavimento rígido es menos flexible que el asfáltico o el suelo-cemento. Esto significa que no se adapta fácilmente a los movimientos del suelo o a los cambios en la base o subbase. Si hay un asentamiento diferencial o un mal diseño de la capa de apoyo, pueden aparecer grietas o fisuras en la superficie del pavimento. Sin embargo, estas fisuras suelen ser menos problemáticas que las deformaciones en pavimentos flexibles, y pueden repararse con técnicas específicas como el sellado de juntas.

- **Bajo mantenimiento.**

Aunque el costo de instalación inicial es elevado, el pavimento rígido requiere mucho menos mantenimiento que el pavimento flexible. La necesidad de realizar obras de parcheo, sellado de grietas o recapeo es mucho menor. Además, cuando se presentan problemas como fisuras o desgaste, las reparaciones suelen ser localizadas y más fáciles de realizar, sin necesidad de retirar grandes secciones de la superficie. Esto reduce significativamente los costos operativos a largo plazo y minimiza las interrupciones al tráfico.

- **Capacidad de reflejar el calor.**

El concreto tiene un alto índice de reflectancia solar, lo que significa que refleja más luz y calor que los pavimentos de asfalto oscuro, que tienden a absorber el calor. Esto puede ayudar a reducir el efecto de las islas de calor urbanas, donde las temperaturas en zonas pavimentadas suelen ser más altas que en las áreas verdes circundantes. Al reflejar más luz, también mejora la visibilidad en las carreteras, reduciendo la necesidad de iluminación adicional y aumentando la seguridad vial, especialmente por la noche.

Estas características hacen que el pavimento rígido sea especialmente adecuado para carreteras de alto tráfico, aeropuertos, zonas industriales, y otras áreas donde la durabilidad, la resistencia a grandes cargas y la baja necesidad de mantenimiento sean requisitos prioritarios.

### 2.2.1.3. Tipos de pavimento rígido

Existen varios tipos de pavimentos rígidos, diferenciados principalmente por el uso de refuerzos y el tipo de juntas empleadas (Figuroa, 2015).

#### a) JPCP (Jointed Plain Concrete Pavement) – Pavimento de Concreto Simple

**con Juntas:** Este tipo de pavimento utiliza concreto simple sin refuerzos adicionales, y el control de fisuras se realiza mediante juntas de contracción espaciadas regularmente, que son rellenadas para evitar el ingreso de materiales y agua. Este pavimento es adecuado para cargas ligeras y moderadas, y su correcta disposición de juntas evita la aparición de grietas descontroladas. En la imagen se muestra una junta de contracción con un relleno entre las losas.

#### b) JRCP (Jointed Reinforced Concrete Pavement) – Pavimento de Concreto

**Reforzado con Juntas:** Este pavimento incluye refuerzos de acero, lo que permite aumentar la separación entre las juntas en comparación con el pavimento simple. El refuerzo ayuda a distribuir mejor las cargas y a controlar las fisuras, permitiendo un espaciado mayor entre las juntas. Además, se utilizan barras de transferencia en las juntas de carga en los bordes de las losas. En la imagen, se ilustra una barra de transferencia que atraviesa la junta para asegurar el traspaso de cargas entre losas.

#### c) CRCP (Continuously Reinforced Concrete Pavement) – Pavimento de

**Concreto Continuamente Reforzado:** Este tipo de pavimento no utiliza juntas de contracción regulares; en cambio, emplea un refuerzo continuo de acero en la losa para controlar las fisuras, las cuales son pequeñas y distribuidas uniformemente a

lo largo de la losa. El acero de refuerzo ayuda a mantener las fisuras cerradas, lo que proporciona una mayor durabilidad y capacidad de carga, eliminando la necesidad de juntas de contracción. Este tipo de pavimento se usa en áreas con tráfico pesado, como autopistas.

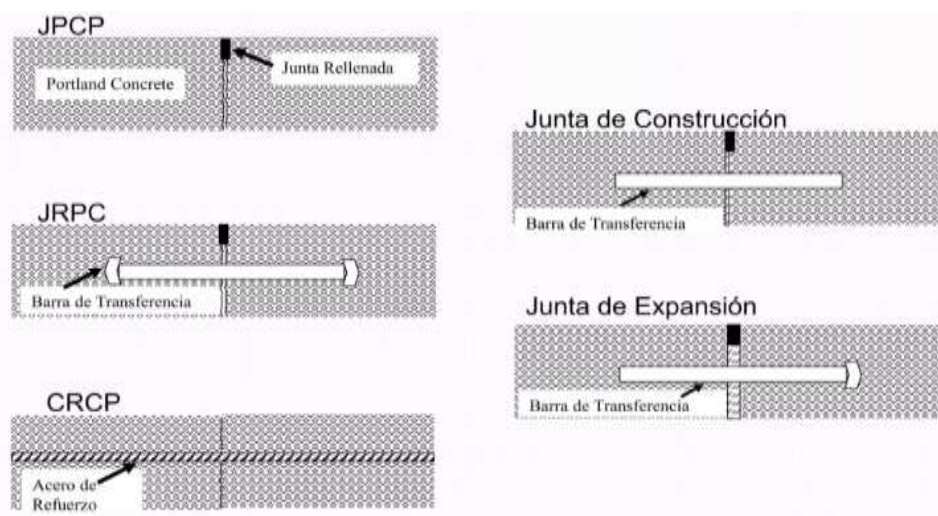
**d) Juntas:**

- **Junta de Construcción:** Estas juntas se emplean cuando el vertido del concreto se interrumpe, permitiendo unir los segmentos de concreto vertidos en diferentes etapas. Para asegurar que las cargas se transmitan de una losa a otra, se utilizan barras de transferencia, como se muestra en la imagen.
- **Junta de Expansión:** Estas juntas permiten que las losas de concreto se expandan y contraigan debido a los cambios de temperatura sin generar daños estructurales. Las barras de transferencia también están presentes en este tipo de juntas para asegurar la continuidad en la transferencia de carga entre las losas.

En resumen, la diferencia principal entre estos tipos de pavimento es la presencia o ausencia de refuerzos y el tipo de juntas empleadas para controlar las fisuras y asegurar la durabilidad del pavimento.

**Figura 2**

*Tipos de pavimento rígido*



*Nota:* Pavimentos rígidos, tomado de SlideShare.

### **2.2.2 Procesos constructivos en pavimentos rígidos**

El proceso constructivo de pavimentos rígidos es un conjunto de actividades que deben realizarse de manera secuencial y controlada para garantizar la calidad y durabilidad de la estructura pavimentada. Estos pavimentos, generalmente compuestos por losas de concreto hidráulico, requieren una cuidadosa preparación del terreno, control de materiales y ejecución precisa en cada una de las etapas. (Arroyo, 2010). A continuación, se describen los pasos principales del proceso constructivo de pavimentos rígidos:

#### **a. Preparación del terreno (subrasante).**

El primer paso en la construcción de un pavimento rígido es la preparación de la subrasante, que es el terreno natural sobre el cual se asienta la estructura. Esta etapa implica la limpieza del terreno, retirando cualquier material orgánico o inadecuado que pudiera debilitar la base del pavimento. Posteriormente, se realiza la nivelación y compactación del suelo, asegurando que la subrasante esté suficientemente estable para soportar las cargas que se aplicarán. Si el terreno es débil o inconsistente, se pueden usar técnicas de estabilización (como el uso de cemento o cal) para mejorar su resistencia.

#### **b. Colocación de la subbase.**

Sobre la subrasante se extiende una capa de material estabilizado o granular denominada subbase. Su función principal es proporcionar una capa adicional de soporte para la losa de concreto y mejorar el drenaje, evitando la acumulación de agua bajo el pavimento, lo que podría generar problemas de bombeo y erosión. El material de la subbase, como grava o material triturado, debe colocarse en capas uniformes y compactarse adecuadamente para garantizar una base sólida y uniforme para las capas superiores. La calidad y el espesor de la subbase dependen del tipo de suelo y del tráfico que soportará el pavimento.

#### **c. Instalación de la base.**

Se coloca la capa de base, tratada con cemento, o incluso de concreto magro, dependiendo del diseño del pavimento. La base proporciona soporte adicional a la



losa de concreto, ayudando a distribuir las cargas aplicadas por el tráfico. También mejora la durabilidad de la losa al reducir el bombeo y minimizar el riesgo de asentamientos. Esta capa debe ser cuidadosamente nivelada y compactada, cumpliendo con las especificaciones de resistencia y espesor requeridas por el diseño del pavimento.

#### **d. Colocación de las juntas.**

Las juntas son espacios que se dejan en el pavimento rígido para permitir la expansión y contracción del concreto debido a los cambios de temperatura, así como para controlar el agrietamiento que ocurre durante el fraguado. Existen diferentes tipos de juntas (contracción, dilatación y construcción), que se colocan según el diseño del pavimento. Las juntas deben cortarse o colocarse en los momentos apropiados para evitar que el concreto se agriete de manera no controlada. Además, las juntas se rellenan con materiales sellantes que evitan la penetración de agua y suciedad, protegiendo así el pavimento de daños adicionales.

#### **e. Colocación del refuerzo.**

En pavimentos reforzados (como en los pavimentos CRCP o JRCP), se colocan refuerzos de acero dentro de la losa de concreto. Estos refuerzos se disponen de acuerdo con el diseño estructural y ayudan a controlar el agrietamiento por tensión y a mejorar la capacidad de carga del pavimento. El refuerzo debe estar colocado en la posición correcta dentro de la losa, generalmente a una altura de entre un tercio y la mitad del espesor de la losa, para maximizar su efectividad.

#### **f. Colocación del concreto.**

Una vez que la subbase y las juntas están preparadas, se procede a la colocación del concreto, que es la etapa principal del proceso constructivo. El concreto debe mezclarse adecuadamente y colocarse en la zona de pavimentación de manera continua para evitar juntas de construcción innecesarias. Se utiliza equipo especializado, como pavimentadoras y vibradores, para garantizar que el concreto

se compacte correctamente y se eliminen vacíos o burbujas de aire. El espesor del concreto depende del diseño y del tipo de tráfico que soportará el pavimento. En esta etapa, se puede aplicar un acabado superficial para proporcionar la textura deseada, lo que influirá en el nivel de fricción del pavimento y en su capacidad de drenaje superficial.

**g. Curado del concreto.**

El curado es un paso fundamental para asegurar que el concreto alcance su resistencia total. Durante el proceso de curado, el concreto debe mantenerse húmedo para que la reacción de hidratación continúe y se logre la resistencia deseada. Esto se puede hacer aplicando agua, cubriendo el concreto con mantas húmedas, o utilizando compuestos de curado que impidan la evaporación prematura del agua. Un curado deficiente puede generar fisuras en el pavimento, lo que comprometería su durabilidad.

**h. Instalación del sistema de drenaje.**

El sistema de drenaje es crucial para la durabilidad de los pavimentos rígidos, ya que el agua acumulada bajo la losa puede debilitar la subbase y la subrasante, causando daños a largo plazo. El drenaje se asegura mediante la inclinación adecuada de la superficie del pavimento, y en algunos casos, con la instalación de tuberías subterráneas o sistemas de drenaje laterales que desvíen el agua lejos de la estructura. Un sistema de drenaje bien diseñado protege al pavimento de problemas como el bombeo y la erosión.

**i. Control de calidad y verificación.**

Durante todo el proceso de construcción, es necesario realizar controles de calidad para asegurar que se cumplan las especificaciones técnicas. Estos controles incluyen pruebas de resistencia y asentamiento del concreto, verificación del espesor de las capas, y pruebas de compactación de la subbase y la base. También se monitorea la alineación y espaciado de las juntas, así como el estado del

refuerzo de acero. Todos estos controles garantizan que el pavimento rígido tenga la calidad necesaria para soportar las condiciones de tráfico y ambiente previstas.

#### j. **Apertura al tráfico.**

Finalmente, una vez que el pavimento ha alcanzado la resistencia adecuada después del curado, se puede abrir al tráfico. Es importante seguir las recomendaciones de tiempo de fraguado y resistencia antes de permitir el paso de vehículos, ya que una apertura prematura puede causar daños irreparables en la estructura del pavimento.

En resumen, el proceso constructivo de pavimentos rígidos es un trabajo complejo que requiere una adecuada planificación, control de calidad y ejecución para asegurar que el pavimento cumpla con las exigencias de tráfico y durabilidad. Cada etapa, desde la preparación de la subrasante hasta el curado del concreto, desempeña un papel crucial en el desempeño a largo plazo del pavimento.

#### 2.2.2.1. **Técnicas de compactación para las capas de base y subbase**

Las técnicas de compactación para las capas de base y subbase en la construcción de pavimentos rígidos son esenciales para garantizar la estabilidad y capacidad de soporte del pavimento a lo largo del tiempo. Una compactación adecuada minimiza el riesgo de asentamientos, evita deformaciones y mejora la resistencia estructural del pavimento. (Rodríguez, 2024). A continuación, se describen las técnicas más comunes de compactación para las capas de base y subbase:

- **Compactación por vibración:** Es un método de compactación que utiliza equipos vibratorios, como rodillos vibratorios o planchas vibratorias, que generan vibraciones para reducir los espacios vacíos entre las partículas del material granular. Este tipo de compactación es más eficaz para suelos no cohesivos como la grava o la arena, ya que las vibraciones facilitan el reacomodo de las partículas, logrando una mayor densidad.

- **Compactación por impacto:** Este método implica aplicar golpes repetidos al suelo utilizando equipos como pisones vibratorios o rodillos de impacto. Los golpes comprimen las partículas del suelo, logrando su reacomodo y eliminando el aire atrapado. Es especialmente útil para suelos cohesivos, como arcillas, donde la vibración sola no sería suficiente para lograr una compactación adecuada.
- **Compactación estática:** En este tipo de compactación, no se emplean vibraciones ni impactos; se basa en la presión ejercida por el peso del equipo, como rodillos lisos estáticos, para comprimir el material. Este método es efectivo en materiales granulares finos y cohesivos en capas delgadas, aunque no es tan eficiente para materiales sueltos como arenas o gravas.
- **Compactación en capas delgadas:** Este término se refiere a la técnica de compactar el material en capas de espesor reducido, generalmente entre 15 y 30 cm, para asegurar que cada capa pueda compactarse uniformemente y alcanzar la densidad requerida. Compactar en capas delgadas facilita una mejor compactación, evitando vacíos o zonas sueltas en el material.
- **Control del contenido de humedad:** El control del contenido de humedad es fundamental para lograr una compactación efectiva. Los suelos tienen un rango óptimo de humedad que permite la mejor compactación. Si el suelo está demasiado seco, será difícil de compactar; si está demasiado húmedo, se puede producir una mezcla lodosa que pierde estabilidad. Medir y ajustar la humedad del suelo antes de la compactación asegura que el material se comporte adecuadamente y se logre la densidad especificada.

### **2.2.3 Propiedades mecánicas del concreto en pavimentos**

#### **2.2.3.1. Resistencia a la compresión**

Es una de las propiedades mecánicas del concreto, especialmente en la construcción de pavimentos rígidos. Esta característica mide la resistencia del hormigón a los esfuerzos de compresión, es decir, fuerzas que tienden a reducir su tamaño. Dado que

el concreto es un material que resiste muy bien las fuerzas de compresión, esta característica se convierte en un indicador clave de su calidad y durabilidad en aplicaciones de infraestructura. (Osorio, 2021).

❖ **Explicación.**

Se refiere a la capacidad del concreto de soportar esfuerzos que actúan sobre él sin romperse o sufrir deformaciones significativas. En los pavimentos rígidos, el concreto está sometido principalmente a cargas de compresión debido al peso de los vehículos que circulan sobre él. Estas cargas generan tensiones que tienden a reducir el volumen del concreto, y la resistencia del material a esas tensiones es lo que determina su capacidad para soportar tráfico sin sufrir fallas estructurales.

❖ **Propiedad clave del concreto.**

Es fundamental porque el concreto es inherentemente fuerte en compresión, pero débil en tracción. Por lo tanto, los pavimentos rígidos dependen en gran medida de esta propiedad para distribuir las cargas de manera uniforme sobre la subbase y base, evitando que se produzcan grietas o deformaciones. Esta resistencia se alcanza gracias al proceso de hidratación del cemento, que fortalece la mezcla de concreto con el tiempo. Generalmente, la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos es especificada en términos de la fuerza que puede soportar por unidad de área.

❖ **Cómo se mide en pavimentos rígidos.**

La resistencia del concreto en pavimentos rígidos se mide mediante ensayos en laboratorio, utilizando cilindros de concreto que se han preparado durante la construcción del pavimento. Estos cilindros, generalmente de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, se someten a pruebas de compresión en una máquina de ensayo, donde se aplica una carga de manera continua y uniforme hasta que el cilindro se fractura. La carga máxima que el concreto puede soportar antes de romperse se registra y se divide por el área de la sección transversal del cilindro para obtener la resistencia a la compresión.

En el contexto de pavimentos rígidos, esta medición es esencial para verificar que el concreto utilizado cumple con los requisitos de diseño y es capaz de soportar las cargas de tráfico previstas. La resistencia a la compresión estándar para pavimentos rígidos suele ser de 28 MPa (4,000 psi) a los 28 días de curado, aunque este valor puede variar dependiendo de las especificaciones del proyecto.

En resumen, la resistencia a la compresión es una propiedad clave del concreto que define su capacidad para soportar cargas de compresión, y se mide mediante ensayos en laboratorio que aseguran que el material utilizado en los pavimentos rígidos.

### 2.2.3.2. Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión es una propiedad mecánica crucial del concreto en los pavimentos rígidos, que mide la capacidad del material para resistir tensiones generadas cuando es sometido a fuerzas que tienden a doblarlo o curvarlo. (Osorio, 2021). A diferencia de la resistencia a la compresión, que actúa principalmente en la parte superior del pavimento, la resistencia a la flexión es relevante en toda la losa de concreto, ya que las cargas dinámicas (como el tráfico vehicular) generan tensiones de tracción en la parte inferior de la losa, que tienden a separarla o fracturarla.

- **Explicación:**

Se refiere a la capacidad del concreto para soportar esfuerzos que intentan doblarlo sin que se produzcan grietas o fallas estructurales. Cuando una losa de pavimento rígido está sometida a cargas dinámicas, como el paso de vehículos, estas cargas provocan tensiones de tracción en la parte inferior de la losa y tensiones de compresión en la parte superior. La resistencia a la flexión es fundamental para determinar cuánto esfuerzo puede soportar el pavimento antes de que aparezcan grietas que comprometan su integridad estructural.

- **Relevancia en el comportamiento del pavimento rígido bajo cargas dinámicas:**

En los pavimentos rígidos, la capacidad del concreto para resistir estas tensiones de tracción es esencial para su durabilidad, ya que la mayoría de las fallas en el pavimento ocurren debido a la fisuración causada por la flexión. Las cargas dinámicas, como el tráfico repetido de vehículos pesados, someten al pavimento a esfuerzos cíclicos de flexión. Si el concreto no tiene suficiente resistencia a la flexión, la losa puede fracturarse con el tiempo, lo que lleva a fisuras que pueden crecer y deteriorar el pavimento, reduciendo su vida útil.

La resistencia a la flexión en pavimentos rígidos también se denomina módulo de ruptura, y se mide generalmente en MPa o psi. El módulo de ruptura se obtiene mediante ensayos de flexión en laboratorio, donde se aplican cargas sobre vigas de concreto hasta que se produce la falla por fractura. En el caso de pavimentos rígidos, los valores típicos de resistencia a la flexión varían entre 3.5 MPa (500 psi) y 5 MPa (725 psi), dependiendo del diseño y las especificaciones del proyecto.

- **Cómo se mide:**

Para medir la resistencia, se utilizan ensayos estandarizados en laboratorio, como el ensayo de viga en tercera parte (tercios), donde una viga de concreto es sometida a una carga en su centro mientras sus extremos están apoyados. La carga se incrementa progresivamente hasta que la viga se fractura, y el valor de la resistencia a la flexión se calcula en función de la carga máxima que soportó la viga antes de la falla.

- **Importancia en el diseño de pavimentos rígidos:**

En el diseño de pavimentos rígidos, asegurar una adecuada resistencia a la flexión es tan importante como la resistencia a la compresión. Una losa con suficiente resistencia a la flexión podrá soportar cargas repetidas de tráfico sin que se formen grietas o fisuras. Además, el pavimento podrá distribuir las cargas de manera más

eficiente hacia las capas inferiores, mejorando su desempeño y prolongando su vida útil.

### 2.2.3.3. Resistencia a la tracción

Se refiere a su capacidad para soportar esfuerzos de tracción, es decir, las fuerzas que tienden a separar o estirar el material. A diferencia de la resistencia a la compresión, el concreto es un material que presenta una baja resistencia a la tracción, lo que significa que es más vulnerable a las fuerzas de tracción que a las compresivas. Esta propiedad es crítica en pavimentos rígidos, donde las tensiones de tracción pueden desarrollarse debido a la contracción por secado, cambios de temperatura o la flexión bajo cargas vehiculares.

El concreto, por su naturaleza, es muy fuerte bajo compresión pero relativamente débil bajo tracción, aproximadamente 1/10 de su resistencia. Para medir la resistencia a la tracción en concreto, se utilizan dos métodos comunes:

- **Ensayo de tracción indirecta o de compresión diametral:** Se coloca un cilindro de concreto en una máquina de compresión con una carga aplicada a lo largo de su diámetro, generando tensiones de tracción perpendiculares a la carga aplicada.
- **Ensayo de flexión:** Se aplica una carga en el centro de una viga de concreto apoyada en ambos extremos, lo que provoca esfuerzos de tracción en la parte inferior de la viga hasta que se rompe.

### Influencia en la durabilidad del concreto.

La baja resistencia a la tracción del concreto influye directamente en su durabilidad, ya que las fisuras o grietas suelen aparecer debido a tensiones de tracción generadas por variaciones térmicas, cargas cíclicas y asentamientos. Estas grietas permiten la penetración de agua, productos químicos o agentes corrosivos, lo que acelera la degradación del concreto y puede comprometer la durabilidad del pavimento.

Para mejorar la resistencia a la tracción y la durabilidad en pavimentos rígidos, se suelen usar refuerzos de acero o fibras en la mezcla de concreto. Estos refuerzos ayudan



a resistir las tensiones de tracción y a prevenir el agrietamiento, contribuyendo a una vida útil más prolongada del pavimento.

#### **2.2.3.4. Durabilidad del concreto**

Se define como su capacidad para resistir el desgaste y la degradación a lo largo del tiempo, manteniendo sus propiedades estructurales y funcionales en condiciones ambientales y de tráfico adversas. En el contexto de los pavimentos rígidos, la durabilidad está relacionada con la capacidad del concreto para soportar la exposición continua a factores como el tráfico pesado, la acción del agua, ciclos de congelación y descongelación, la penetración de agentes químicos y la variación de temperaturas, sin sufrir deterioros significativos. (Zumaeta, 2022).

#### **Factores que influyen en la durabilidad del pavimento rígido:**

##### **1. Condiciones ambientales:**

- **Clima:** Los cambios extremos de temperatura, como los ciclos de congelación y descongelación, pueden generar grietas en el concreto debido a la expansión del agua dentro de los poros del material.
- **Exposición al agua:** La exposición constante al agua puede provocar la lixiviación de los compuestos del cemento y facilitar la penetración de agentes agresivos como cloruros y sulfatos, acelerando la corrosión del acero de refuerzo y deteriorando la matriz de concreto.
- **Atmósferas químicamente agresivas:** La presencia de contaminantes, sales de deshielo o productos químicos agresivos (como sulfatos en el suelo o cloruros en las áreas costeras) puede provocar reacciones químicas dañinas dentro del concreto, reduciendo su durabilidad.

##### **2. Tráfico vehicular:**

- **Cargas repetidas:** El paso constante de vehículos pesados somete al pavimento rígido a cargas cíclicas, lo que puede generar fatiga en el concreto.

Si no se diseña adecuadamente para soportar estas cargas, con el tiempo pueden aparecer grietas y otros deterioros.

- Impacto y vibración: El impacto repetido de vehículos, especialmente en áreas de alta velocidad o frenado, puede contribuir al desgaste superficial del concreto, causando abrasión o desprendimiento de partículas.

### **3. Diseño del pavimento:**

- Espesor de la losa: Un espesor adecuado en la losa de concreto es fundamental para resistir las cargas aplicadas. Un diseño insuficiente puede llevar a una vida útil reducida.
- Control de juntas: Las juntas mal diseñadas o mal mantenidas pueden permitir la infiltración de agua y la entrada de materiales que debiliten el pavimento con el tiempo.
- Refuerzo adecuado: La utilización de refuerzos de acero o fibras mejora la capacidad del concreto para resistir tensiones y previene el agrietamiento, incrementando así su durabilidad.

### **4. Calidad de los materiales y su mezcla:**

- Relación agua-cemento: La resistencia y longevidad del hormigón dependen de la relación agua-cemento. Una mayor porosidad por exceso de agua en la mezcla puede hacerla más susceptible a la intrusión de agua y otras sustancias nocivas.
- Agregados de buena calidad: Los agregados deben ser duraderos, estables y libres de contaminantes para evitar reacciones dañinas en el concreto, como la reacción álcali-agregado.

### **5. Curado del concreto:**

Un curado adecuado durante los primeros días de vida del concreto es esencial para que desarrolle su resistencia total y minimice la formación de grietas por

contracción. Un curado deficiente puede reducir la resistencia y la durabilidad, lo que hace al pavimento más susceptible a la degradación prematura.

## **2.2.4 Factores que afectan el desempeño de los pavimentos rígidos**

### **2.2.4.1. Condiciones climáticas**

El rendimiento y la longevidad de los pavimentos rígidos están muy influidos por el clima. Las características físicas y mecánicas del hormigón se ven directamente afectadas por la temperatura, la humedad y la exposición a ciclos de hielo-deshielo. Estos factores también pueden influir en la aparición de grietas, la degradación prematura y la reducción de la vida útil del firme. (Murga et al., 2023). A continuación, se explican los principales efectos de las condiciones climáticas en los pavimentos rígidos:

#### **▲ Variaciones de temperatura:**

Los cambios de temperatura, especialmente aquellos que ocurren de manera abrupta entre el día y la noche o entre estaciones, afectan el pavimento rígido debido a la expansión y contracción térmica del concreto. Durante el día, las altas temperaturas provocan la expansión del concreto, mientras que en la noche, las bajas temperaturas causan contracción. Este ciclo repetitivo genera tensiones internas en la losa, lo que puede conducir a la formación de grietas si no se han colocado juntas adecuadas para controlar estos movimientos. En regiones con climas extremos, es esencial considerar estas variaciones térmicas en el diseño del pavimento para prevenir fallas prematuras.

#### **▲ Humedad:**

La presencia de humedad en los pavimentos rígidos puede causar problemas significativos, especialmente cuando hay acumulación de agua en las capas inferiores. La absorción de agua en la losa de concreto puede aumentar su porosidad y debilitar la estructura con el tiempo. Además, el exceso de humedad puede influir en el fenómeno de bombeo, que ocurre cuando el agua y las partículas finas son forzadas hacia la superficie del pavimento debido al paso de cargas

pesadas, lo que debilita la base y subbase del pavimento. Para mitigar los efectos de la humedad, es fundamental contar con un adecuado sistema de drenaje que evite la acumulación de agua bajo el pavimento.

▲ **Ciclos de congelación y descongelación:**

Los pavimentos rígidos son susceptibles a los ciclos de hielo-deshielo en climas fríos, lo que tiene un impacto sustancial en su longevidad. Durante el ciclo de congelación, el agua presente en el pavimento o en las capas subyacentes se expande al convertirse en hielo, generando tensiones dentro de la losa de concreto. Cuando se produce la descongelación, el agua descongelada puede penetrar más en el concreto, y con cada ciclo, estas tensiones aumentan, provocando el agrietamiento y deterioro del pavimento. Este fenómeno es conocido como daño por congelación o desconchado por hielo.

Para prevenir el deterioro por congelación y descongelación, se pueden emplear aditivos en el concreto que mejoren su resistencia a la absorción de agua y la formación de hielo. Además, es importante diseñar el pavimento con las pendientes adecuadas para facilitar el drenaje superficial y evitar la acumulación de agua que podría congelarse.

▲ **Impacto global en las propiedades del pavimento:**

Las condiciones climáticas extremas y los ciclos repetidos de temperatura, humedad y congelación/descongelación pueden reducir la resistencia a la compresión y a la flexión del pavimento, además de acelerar la aparición de grietas, desconches y otros tipos de daño superficial. Esto no solo compromete la durabilidad estructural del pavimento, sino que también aumenta los costos de mantenimiento y rehabilitación. Los pavimentos rígidos en áreas con condiciones climáticas severas requieren un diseño y ejecución adecuados para mitigar estos efectos, incluyendo el uso de materiales con características mejoradas de resistencia al agua y el hielo, así como un diseño de juntas optimizado para permitir la expansión y contracción del concreto.

### ▲ **Conclusión:**

Las variaciones climáticas, en particular los cambios de temperatura, la humedad y los ciclos de congelación y descongelación, pueden influir significativamente en el desempeño y la vida útil de los pavimentos rígidos. Es esencial tomar en cuenta estos factores en el diseño del pavimento, implementando juntas, sistemas de drenaje y aditivos que aumenten la durabilidad del concreto y reduzcan el impacto de las condiciones climáticas adversas.

#### **2.2.4.2. Carga y tráfico vehicular**

El tráfico vehicular y las cargas dinámicas ejercidas por vehículos pesados tienen un impacto directo y significativo en la durabilidad y desempeño de los pavimentos rígidos. Estos factores determinan la vida útil del pavimento y su capacidad para soportar el uso continuo sin experimentar fallas estructurales prematuras. La acumulación de cargas pesadas y repetitivas, junto con las características dinámicas de las fuerzas que los vehículos aplican, son clave para entender el deterioro y desgaste de los pavimentos.

##### ○ **Impacto del tráfico pesado:**

El tráfico pesado, compuesto principalmente por camiones y vehículos de carga, aplica cargas concentradas y de gran magnitud sobre la superficie del pavimento. Estas cargas se transfieren a la losa de concreto y a las capas subyacentes, generando tensiones tanto de compresión como de tracción dentro del pavimento. La capacidad del pavimento rígido para soportar estas tensiones depende en gran medida de su diseño estructural, la calidad del concreto y los refuerzos utilizados. Con el paso del tiempo, el tráfico pesado causa el agotamiento estructural del pavimento, provocando la aparición de fisuras y deformaciones superficiales, especialmente en áreas donde las losas no tienen suficiente resistencia a la flexión o en aquellas con un mal control de las juntas. Cuanto más alta sea la frecuencia del tráfico pesado, mayor será el desgaste acumulado en el pavimento.

##### ○ **Cargas dinámicas:**

Las cargas dinámicas se producen cuando los vehículos se mueven sobre el pavimento, lo que genera un efecto cíclico de aplicación y liberación de tensiones. A diferencia de las cargas estáticas, las dinámicas no son uniformes y varían con la velocidad y las características del vehículo, como el tipo de suspensión y el peso distribuido sobre los ejes. Este tipo de carga incrementa el estrés en las zonas de contacto entre los neumáticos y la losa de concreto, lo que puede provocar fatiga y el desarrollo de fisuras tanto en la superficie como en las capas inferiores.

Las fuerzas de impacto derivadas de los movimientos bruscos de los vehículos, como frenadas, arranques rápidos o el paso sobre juntas mal ejecutadas, también contribuyen al deterioro del pavimento. Estas cargas dinámicas son especialmente problemáticas en las áreas de mayor estrés, como las intersecciones o zonas de desaceleración y aceleración, donde los vehículos pesados aplican una mayor fuerza sobre el pavimento. **(Murga et al., 2023).**

- **Efecto en la vida útil y el desempeño del pavimento:**

El impacto acumulado de las cargas dinámicas y del tráfico pesado conduce al deterioro progresivo del pavimento rígido, reduciendo su vida útil. A medida que el pavimento se desgasta, empiezan a aparecer grietas, juntas mal alineadas, fisuras por fatiga, desconches y otras formas de daño que disminuyen la capacidad del pavimento para soportar más tráfico. Si no se toman medidas de mantenimiento a tiempo, el pavimento puede sufrir un colapso estructural, requiriendo una rehabilitación total o parcial mucho antes de lo previsto.

El diseño de los pavimentos rígidos debe tener en cuenta tanto la intensidad como la frecuencia del tráfico pesado, así como la naturaleza de las cargas dinámicas que estos vehículos generan. Las técnicas como el refuerzo del pavimento, el uso de concretos de alta resistencia y la instalación de juntas bien diseñadas pueden ayudar a mitigar los efectos del tráfico y extender la vida útil del pavimento.

- **En conclusión,** el tráfico pesado y las cargas dinámicas representan factores críticos en el diseño y mantenimiento de los pavimentos rígidos. La capacidad de

estos pavimentos para soportar las tensiones inducidas por estos factores es clave para su longevidad y para evitar el deterioro prematuro, lo que asegura un buen desempeño y una reducción en los costos de mantenimiento a largo plazo.

#### 2.2.4.3. Ciclos de fatiga

El concepto de fatiga en pavimentos hace referencia al deterioro progresivo de la losa de concreto debido a la repetición continua de cargas vehiculares a lo largo del tiempo. Aunque el pavimento rígido está diseñado para soportar cargas, las aplicaciones cíclicas o repetitivas de estas cargas generan tensiones que pueden llevar al desarrollo de fisuras por fatiga, afectando tanto la resistencia estructural del pavimento como su durabilidad.

- **Explicación del concepto de fatiga:**

La fatiga en pavimentos se produce cuando el material, en este caso el concreto, es sometido a un ciclo continuo de esfuerzos debido al paso de vehículos. Aunque cada carga individualmente no es suficiente para causar una falla inmediata, la acumulación de estas tensiones con el tiempo provoca que el material se debilite progresivamente. Con cada ciclo de carga, se producen pequeñas deformaciones en la losa que, eventualmente, desarrollan fisuras y grietas visibles.

Este fenómeno es especialmente problemático en áreas donde el tráfico pesado es constante y frecuente, como en carreteras principales, autopistas o zonas industriales. En estas condiciones, el concreto está expuesto a millones de ciclos de carga durante su vida útil, lo que puede resultar en una acumulación de daño.

- **Relación con las cargas repetitivas:**

Las cargas repetitivas aplicadas por el tráfico vehicular, en particular el tráfico pesado, son la causa principal de la fatiga en los pavimentos rígidos. Cada vez que un vehículo pasa sobre el pavimento, la carga genera tensiones tanto de compresión como de tracción dentro de la losa de concreto. Con el tiempo, estos ciclos de carga crean un estrés acumulativo que supera la capacidad de recuperación del material, causando la aparición de microfisuras. Estas

microfisuras eventualmente se convierten en grietas más grandes y, si no se reparan a tiempo, pueden causar la falla total del pavimento.

La severidad del daño por fatiga depende de varios factores, como el número de ciclos de carga, la magnitud de las cargas y las condiciones del pavimento. Las cargas más pesadas aceleran el proceso de fatiga, mientras que un diseño de pavimento adecuado y el uso de materiales de alta resistencia pueden retrasar el inicio de las grietas por fatiga.

- **Manifestación de la fatiga en pavimentos:**

El daño por fatiga generalmente se manifiesta en forma de grietas transversales o longitudinales en la superficie del pavimento. Estas grietas pueden aparecer primero en las zonas de mayor estrés, como las juntas o los bordes de las losas, y luego propagarse hacia el interior. Si el daño por fatiga no se repara a tiempo, el pavimento puede perder su capacidad de soportar cargas, lo que lleva a una falla prematura y la necesidad de una rehabilitación extensa.

- **Mitigación de la fatiga:**

Para mitigar el efecto de los ciclos de fatiga, los diseñadores de pavimentos deben considerar varios factores, como:

- El espesor adecuado de la losa de concreto para soportar el número esperado de ciclos de carga.
- El uso de refuerzos de acero en la losa para controlar el desarrollo de grietas.
- La colocación correcta de las juntas, que ayuda a controlar el agrietamiento y distribuye mejor las tensiones.
- La elección de materiales de alta calidad que ofrezcan una mayor resistencia a la fatiga.

- **En conclusión,** los ciclos de fatiga en pavimentos son el resultado del deterioro progresivo del concreto debido a la aplicación repetida de cargas vehiculares. Si bien los pavimentos rígidos están diseñados para soportar cargas pesadas, el

estrés acumulado con el tiempo puede llevar al desarrollo de grietas y fallas si no se toma en cuenta el efecto de la fatiga en el diseño y mantenimiento del pavimento.

## **2.2.5 Sostenibilidad en la construcción de pavimentos rígidos**

### **2.2.5.1. Impacto ambiental de los pavimentos rígidos**

El impacto ambiental de los pavimentos rígidos está relacionado principalmente con los efectos derivados de la producción del concreto, el material base de estos pavimentos, y su uso a lo largo de su ciclo de vida. (Granda, 2024). A continuación, se abordan los conceptos clave sobre cómo la producción y uso de pavimentos rígidos afectan al medio ambiente, haciendo énfasis en la emisión de CO<sub>2</sub> y el uso de recursos naturales.

#### **a. Producción de concreto y emisiones de CO<sub>2</sub>:**

La fabricación de concreto, el material fundamental de los pavimentos rígidos, genera importantes cantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global. El componente principal del concreto es el cemento, cuya producción implica un proceso altamente intensivo en energía. Durante la fabricación del cemento, la caliza (carbonato de calcio) se calienta a altas temperaturas, lo que provoca la descomposición del material y la liberación de grandes cantidades de CO<sub>2</sub>. Se estima que la industria del cemento es responsable de aproximadamente el 7-8% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>.

El impacto ambiental del concreto no solo se limita a las emisiones directas de CO<sub>2</sub> durante la producción del cemento, sino también a las emisiones indirectas derivadas del uso de energía fósil en el transporte de materiales y el proceso de construcción de los pavimentos rígidos. Estos factores hacen que la huella de carbono de los pavimentos de concreto sea significativa en comparación con otros tipos de pavimentos.

#### **b. Uso de recursos naturales:**

La fabricación de pavimentos rígidos requiere una gran cantidad de recursos naturales, especialmente materiales como la grava, la arena y el agua. La

extracción de estos agregados genera un impacto ambiental considerable, incluyendo la alteración de paisajes, la degradación de ecosistemas locales y el agotamiento de fuentes de agua, especialmente en regiones donde el agua es escasa.

Además, el cemento utilizado en el concreto también requiere una gran cantidad de caliza, un recurso no renovable. La extracción de esta materia prima puede generar impactos negativos como la pérdida de biodiversidad en áreas mineras y la erosión del suelo.

### **c. Impactos ambientales durante la vida útil:**

A lo largo de su vida útil, los pavimentos rígidos pueden generar impactos ambientales adicionales. Por ejemplo, la alta reflectividad del concreto puede contribuir al fenómeno de las islas de calor urbanas, donde las superficies pavimentadas retienen el calor y elevan las temperaturas locales. Este fenómeno no solo afecta el confort térmico en áreas urbanas, sino que también aumenta la demanda de energía para refrigeración, contribuyendo a un mayor consumo energético y emisiones indirectas.

Por otro lado, aunque los pavimentos rígidos tienen una vida útil prolongada en comparación con los pavimentos flexibles, su mantenimiento y rehabilitación también generan impactos ambientales, como la producción de desechos y el uso de recursos adicionales para reparaciones.

### **d. Estrategias para mitigar el impacto ambiental:**

Para reducir el impacto ambiental de los pavimentos rígidos, se han implementado diversas estrategias, como:

- Uso de materiales reciclados: Incorporar materiales reciclados, como agregados reciclados o cenizas volantes, en la mezcla de concreto puede reducir el consumo de recursos naturales y la cantidad de desechos generados.

- Tecnologías de bajo carbono: La investigación en cementos alternativos y la reducción del uso de Clinker en el cemento tradicional puede disminuir significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub> durante la producción.
- Diseño optimizado: Diseñar pavimentos con un espesor adecuado y minimizar el uso innecesario de material puede reducir el impacto ambiental en la fase de construcción.
- Rehabilitación y reciclaje de pavimentos: La implementación de técnicas de reciclaje y reutilización de pavimentos antiguos puede disminuir la demanda de nuevos materiales y reducir los desechos.

#### **e. Conclusión:**

Los pavimentos rígidos tienen un importante efecto medioambiental debido a las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la fabricación del cemento y al uso extensivo de recursos naturales como el agua y los áridos. Sin embargo, a través de estrategias de sostenibilidad, como el uso de materiales reciclados y la adopción de tecnologías de bajo carbono, es posible mitigar estos efectos y contribuir a la construcción de infraestructuras más sostenibles.

#### **2.2.5.2. Técnicas sostenibles en la pavimentación**

Las técnicas sostenibles en la pavimentación buscan minimizar el impacto ambiental durante la construcción, operación y mantenimiento de los pavimentos, enfocándose en la eficiencia de los recursos, el uso de materiales reciclados y la reducción de residuos. Estas técnicas son esenciales para reducir la huella de carbono y promover la sostenibilidad en la infraestructura vial. A continuación, se explican algunas de las principales técnicas utilizadas en pavimentación sostenible:

##### **1. Uso de materiales reciclados:**

Una de las prácticas en la construcción de pavimentos es la incorporación de materiales reciclados en la mezcla de concreto. Los materiales reciclados pueden provenir de pavimentos viejos que se han demolido, como el concreto reciclado o

los agregados reciclados de asfalto. Además, se pueden utilizar subproductos industriales como las cenizas volantes (residuo de la combustión del carbón) o la escoria de alto horno, que pueden sustituir parcialmente al cemento tradicional, reduciendo tanto el uso de recursos naturales como las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la producción de cemento.

La utilización de materiales reciclados reduce la cantidad de basura que se vierte en los vertederos y también la necesidad de extraer recursos vírgenes como grava y arena. Al reciclar los pavimentos existentes, se minimiza el impacto ambiental relacionado con el transporte y procesamiento de nuevos materiales, lo que contribuye a una infraestructura más sostenible.

## **2. Optimización de recursos:**

La optimización de recursos implica diseñar los pavimentos de manera que se utilicen eficientemente los materiales, reduciendo el desperdicio y maximizando el rendimiento estructural del pavimento con menos recursos. Esto puede incluir el diseño de espesores optimizados de la losa de concreto, asegurando que el pavimento sea lo suficientemente fuerte para soportar las cargas previstas, pero sin usar más material del necesario.

Otra estrategia es la implementación de técnicas de mezcla de concreto mejoradas, que permitan utilizar menos cemento sin comprometer la resistencia del pavimento. Estas técnicas pueden incluir el uso de aditivos que mejoren las propiedades del concreto, permitiendo una mayor eficiencia en la mezcla y reduciendo la cantidad de cemento requerida. Además, el uso de tecnologías de prefabricación de losas de concreto puede mejorar la calidad y reducir el desperdicio de materiales durante la construcción.

## **3. Reducción de residuos:**

La reducción de residuos en la pavimentación es otro enfoque clave de la sostenibilidad. Esto se puede lograr mediante la reutilización y reciclaje de materiales de desecho durante la construcción. Por ejemplo, los escombros y



residuos de pavimentos antiguos pueden triturarse y reutilizarse como agregados en nuevas mezclas de concreto o para la construcción de capas de base y subbase. Además, se pueden emplear prácticas de construcción más limpias, como el uso de tecnologías de reciclaje en frío en el sitio, donde el pavimento existente se reutiliza in situ sin necesidad de retirar y transportar los materiales. Esto reduce los costos energéticos asociados al transporte y disminuye las emisiones de CO<sub>2</sub>.

#### **4. Pavimentos permeables:**

El uso de pavimentos permeables es una técnica que no solo reduce el impacto ambiental durante la construcción, sino que también aporta beneficios a largo plazo. Los pavimentos permeables permiten que el agua de lluvia se infiltre a través de la superficie, ayudando a reducir la escorrentía y la carga sobre los sistemas de drenaje. Esto previene inundaciones, mejora la recarga de acuíferos y contribuye a un mejor manejo del agua en entornos urbanos.

#### **5. Reducción de la huella de carbono:**

La reducción de la huella de carbono en la pavimentación sostenible se logra mediante varias estrategias, como:

- El uso de cemento de bajo carbono o alternativas como el cemento con bajo contenido de Clinker, que genera menos emisiones de CO<sub>2</sub> durante su producción.
- El aprovechamiento de energías renovables para el procesamiento de materiales o la construcción en el sitio.
- La mejora en las técnicas de transporte para reducir las emisiones indirectas generadas por el traslado de materiales.

#### **6. Conclusión:**

Las técnicas sostenibles en la pavimentación son esenciales para reducir el impacto ambiental de la construcción de infraestructuras. El uso de materiales reciclados, la optimización de recursos, la reducción de residuos, la incorporación

de pavimentos permeables y la reducción de la huella de carbono son prácticas que no solo benefician al medio ambiente, sino que también pueden resultar en una mayor eficiencia y menor costo a largo plazo en la construcción y mantenimiento de pavimentos. Estas estrategias contribuyen a una infraestructura más sostenible y responsable con el medio ambiente.

### 2.2.5.3. Durabilidad y sostenibilidad

La durabilidad de los pavimentos está estrechamente relacionada con la sostenibilidad, ya que un pavimento con una vida útil más prolongada requiere menos reparaciones y reconstrucciones, lo que contribuye a reducir el impacto ambiental. La durabilidad es la capacidad de un pavimento para resistir las tensiones y condiciones ambientales a lo largo del tiempo sin sufrir un deterioro significativo que afecte su funcionalidad. La sostenibilidad, por otro lado, se enfoca en minimizar el uso de recursos naturales y la emisión de contaminantes, promoviendo soluciones que sean ambientalmente responsables. (Granda, 2024).

- **Relación entre durabilidad y sostenibilidad:**

Un pavimento más duradero reduce la necesidad de reemplazos y reparaciones frecuentes, lo que a su vez disminuye la cantidad de recursos naturales (como agregados, cemento y energía) necesarios para fabricar nuevos materiales y llevar a cabo las obras de mantenimiento. Además, un pavimento con una larga vida útil reduce la emisión de CO<sub>2</sub> asociada al transporte de materiales y al uso de maquinaria de construcción, disminuyendo el impacto global de la infraestructura. La frecuencia de mantenimiento también se reduce cuando el pavimento es más duradero. Esto significa menos interrupciones en el tráfico y menos uso de energía para los equipos de construcción, lo que mejora tanto la eficiencia del sistema vial como su impacto ambiental. A su vez, las emisiones indirectas relacionadas con la construcción disminuyen, promoviendo un enfoque más sostenible a largo plazo.

- **Impacto de una vida útil prolongada:**

Un pavimento que se construye para durar más tiempo contribuye directamente a la sostenibilidad al evitar la necesidad de frecuentes rehabilitaciones y reconstrucciones. Cada vez que se reemplaza o repara una sección de pavimento, se consume energía, se generan residuos y se emiten gases de efecto invernadero. Un pavimento duradero puede mantener su integridad estructural durante varias décadas, minimizando estos impactos negativos.

Por ejemplo, en pavimentos rígidos, la utilización de refuerzos y materiales de alta resistencia puede extender la vida útil del pavimento a más de 30 años sin necesidad de reparaciones importantes. Esto no solo beneficia a la economía en términos de menor costo de mantenimiento, sino que también disminuye la demanda de recursos, como la extracción de agregados y el consumo de agua.

- **Sostenibilidad a través de la durabilidad:**

Al invertir en pavimentos de alta durabilidad, se está apostando por un enfoque más sostenible de largo plazo. Algunos materiales y técnicas constructivas que mejoran la durabilidad, como el uso de cemento con bajo contenido de clínker o el reciclaje de pavimentos existentes, no solo prolongan la vida útil, sino que también reducen el uso de energía y los desechos. Además, las prácticas de diseño optimizado, que ajustan los espesores y características de las losas de concreto de acuerdo con las cargas esperadas, garantizan que se usen los materiales necesarios, evitando el desperdicio innecesario.

En conclusión, el aumento de la sostenibilidad en la construcción y el mantenimiento de las infraestructuras viarias depende en gran medida de la durabilidad de los firmes. Aumentar la longevidad de los pavimentos promueve un método de ingeniería vial más eficaz y respetuoso con el medio ambiente al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, la producción de basura y el uso de recursos naturales.



## 2.3 Marco conceptual

### a) Concreto

Los principales ingredientes del hormigón son cemento, agua, áridos (como piedra triturada, grava o arena) y, en ocasiones, aditivos químicos. Cuando se mezcla, el cemento reacciona con el agua en un proceso llamado hidratación, endureciéndose y formando una masa sólida y resistente. Este material es utilizado en la construcción de estructuras debido a su durabilidad, versatilidad y capacidad para soportar grandes cargas.

### b) Curado del concreto

El curado del concreto es el proceso de mantener condiciones adecuadas de humedad y temperatura durante un período de tiempo específico después del vertido, con el fin de asegurar que el concreto alcance sus propiedades óptimas de resistencia y durabilidad. Este proceso permite que la hidratación del cemento continúe, evitando la pérdida prematura de agua, lo que podría provocar grietas, retracción y una reducción en la resistencia final del concreto.

### c) Diseño de pavimentos

Es el proceso de planificación y determinación de las características estructurales y de materiales de un pavimento para garantizar su rendimiento, durabilidad y resistencia bajo condiciones de tráfico y clima específicas. Este proceso implica la selección de los materiales de las capas que componen el pavimento (subrasante, subbase, base y capa de rodadura), el espesor de cada una de estas capas y su capacidad para distribuir las cargas de los vehículos. Existen dos tipos principales de pavimentos: rígidos (de concreto) y flexibles (de asfalto).



### **d) Fatiga del concreto**

La fatiga del concreto es el fenómeno que ocurre cuando este material es sometido a cargas cíclicas o repetidas a lo largo del tiempo, lo que provoca una acumulación gradual de daños y, eventualmente, la falla del material, incluso si las cargas individuales están por debajo de su resistencia última. A medida que el concreto experimenta ciclos de carga y descarga, se generan microfisuras internas que se propagan progresivamente, reduciendo su capacidad para soportar cargas adicionales.

### **e) Pavimentación de vías**

La pavimentación de vías es el proceso de construcción o rehabilitación de caminos, calles o carreteras mediante la colocación de capas de materiales que proporcionan una superficie de rodadura resistente, duradera y adecuada para el tránsito vehicular. Este proceso involucra varias etapas, que incluyen la preparación de la subrasante (suelo base), la aplicación de una capa de subbase y base (generalmente de materiales granulados) y la instalación de la capa de rodadura, que puede ser de asfalto (pavimento flexible) o concreto (pavimento rígido).

### **f) Pavimento rígido**

El pavimento rígido es un tipo de pavimento construido principalmente con concreto hidráulico, que se caracteriza por su alta rigidez y capacidad para distribuir las cargas sobre una amplia área del suelo. A diferencia del pavimento flexible, el pavimento rígido no depende tanto de la base y la subbase para soportar el tráfico, ya que el concreto es capaz de resistir y distribuir las cargas de manera más uniforme.



## **g) Procesos constructivos**

Los procesos constructivos son el conjunto de actividades, técnicas y métodos utilizados para llevar a cabo la ejecución de una obra o proyecto de construcción, desde su fase inicial hasta su finalización. Estos procesos incluyen la planificación, la preparación del terreno, la elección de materiales, la disposición y ensamblaje de componentes estructurales, así como la aplicación de técnicas específicas para asegurar la calidad, seguridad y eficiencia del proyecto.

## **h) Propiedades mecánicas**

Las propiedades mecánicas son las características de los materiales que determinan su comportamiento cuando se someten a fuerzas o cargas. Estas propiedades reflejan la capacidad del material para resistir esfuerzos, deformaciones y fallas bajo diversas condiciones de carga, como tensión, compresión, flexión o torsión.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es un elemento fundamental de cualquier investigación académica, ya que define el marco y la metodología necesarios para abordar los problemas de la investigación. El diseño de la investigación, según (Creswell, 2014), incluye la toma de decisiones sobre las metodologías que se utilizarán, la recopilación y el análisis de datos, y las interconexiones entre los componentes del proyecto.

El diseño de la investigación es de tipo **cuantitativo y experimental**, ya que se busca medir el impacto que tienen los diferentes procesos constructivos en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos. Este diseño permitirá recolectar datos numéricos a través de pruebas de laboratorio y análisis de campo, con el fin de establecer relaciones causales entre las variables estudiadas.

#### 3.2 Métodos de la investigación

Según (Hernández et al., 2014) delinear la técnica de investigación como compuesta por seis etapas esenciales: caracterización del problema, evaluación de la literatura, diseño del estudio, recolección de datos, análisis de datos y presentación de



resultados. Las etapas pueden no seguir necesariamente una secuencia lineal, ya que el estudio puede requerir modificaciones en función de los descubrimientos iniciales o de las metodologías novedosas que surjan a lo largo del proceso.

El método utilizado será de tipo **deductivo y experimental**, dado que parte de teorías y principios previamente establecidos sobre los procesos constructivos y las propiedades mecánicas del concreto, para luego verificar o refutar dichas teorías a través de pruebas experimentales. En este enfoque, se formulan hipótesis específicas sobre cómo los diferentes procesos constructivos impactan en el desempeño del concreto en pavimentos rígidos, las cuales serán probadas mediante la ejecución de experimentos.

### **3.3 Nivel y tipo de investigación**

#### **3.3.1 Nivel de la investigación**

El tipo de investigación se refiere a la técnica científica y procedimental empleada para investigar un fenómeno o explorar un tema. (Hernández et al., 2014) identifican muchas formas de estudio que pueden clasificarse en función de distintos criterios.

El nivel de la investigación es **explicativo**, ya que no solo se busca describir el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos, sino también explicar por qué los procesos constructivos influyen de manera significativa en dichas propiedades.

#### **3.3.2 Tipo de la investigación**

El nivel explicativo trasciende la mera descripción y trata de averiguar las causas de un fenómeno o los vínculos causales entre diversas variables. Esta etapa se define por la búsqueda de explicaciones y la comprensión de las variables fundamentales que afectan al tema examinado. (Creswell, 2014) afirma que en esta etapa se emplea una técnica más rigurosa e intrincada, que abarca el control y la modificación de variables para determinar los vínculos causales.

El tipo de investigación es **aplicada y experimental**. Es aplicada porque se orienta a la resolución de problemas prácticos y específicos relacionados con la pavimentación de vías en la provincia de San Román. Es experimental porque se realizaron ensayos controlados en laboratorio, donde se manipularán las variables independientes (procesos constructivos) para observar su impacto en las variables dependientes (propiedades mecánicas del concreto).

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

La población de la investigación denota toda la colección de personas, ítems o situaciones que poseen características compartidas y constituyen el foco de análisis de un estudio. Como afirman (Hernández et al., 2014), la población constituye todo el universo al que se pretenden generalizar las conclusiones del estudio.

La población de este estudio está constituida por los proyectos de pavimentación con concreto rígido que se han ejecutado y se encuentran en ejecución en la provincia de San Román.

#### **3.4.2 Muestra**

La muestra de la investigación es un subconjunto representativo de la población global seleccionada para el estudio, con el objetivo de generalizar los resultados a toda la población. (Hernández et al., 2014) afirman que el método de selección de la muestra es esencial para garantizar la validez externa del estudio y la aplicabilidad de los resultados a la población objetivo.

Dado que es probable que sea inviable estudiar todos los proyectos de pavimentación debido a limitaciones de tiempo y recursos, se seleccionó una muestra representativa. La muestra que se tomó para este estudio está compuesta por los siguientes proyectos:



- Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en la Urb. Municipal Taparachi – Sector San Cristóbal del distrito de Juliaca – Provincia de San Román.
- Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la Urb. Santa María II de la ciudad de Juliaca – Provincia de San Román.
- Mejoramiento del servicio de movilidad urbana de los jirones Escuri, Parinacochas (tramo Av. Independencia – Av. Aviación) de la ciudad de Juliaca – Provincia de San Román.

### 3.5 Técnicas e instrumentos

#### 3.5.1 Técnicas

Según **(Patton, 2015)**. Los numerosos instrumentos y enfoques que emplean los investigadores para recopilar, examinar y evaluar datos con el fin de abordar cuestiones de investigación se conocen como métodos de investigación.

En el presente estudio, se emplearon las siguientes técnicas:

#### 1. Observación directa.

Esta técnica permitió recolectar información sobre los procesos constructivos empleados en los proyectos de pavimentación seleccionados. A través de visitas de campo, se observarán las técnicas de dosificación, colocación, compactación y curado del concreto.

- **Objetivo:** Identificar las prácticas constructivas reales y evaluar si cumplen con los estándares técnicos establecidos.
- **Aplicación:** Se realizó una observación in situ en los proyectos de pavimentación, tanto en fases de construcción como en pavimentos concluidos.

## 2. Ensayos mecánicos en laboratorio.

Se realizaron pruebas físicas en laboratorio para evaluar las propiedades mecánicas del concreto utilizado en los proyectos de pavimentación. Entre las pruebas más relevantes están las de resistencia a la compresión, flexión.

- **Objetivo:** Determinar cómo los diferentes procesos constructivos influyen en las propiedades mecánicas del concreto y verificar si cumplen con las especificaciones técnicas.
- **Aplicación:** Muestras de concreto extraídas de los proyectos fueron sometidas a ensayos mecánicos en el laboratorio.

## 3. Entrevistas a profesionales de la construcción.

Se realizaron entrevistas semiestructuradas con ingenieros, supervisores y responsables de los proyectos de pavimentación para obtener información cualitativa sobre los procesos constructivos empleados y las decisiones técnicas tomadas durante la obra.

- **Objetivo:** Recabar datos sobre las prácticas y desafíos durante la ejecución de los procesos constructivos.
- **Aplicación:** Las entrevistas se realizaron a profesionales involucrados en la ejecución y supervisión de los proyectos seleccionados.

### 3.5.2 Instrumentos

Según (Patton, 2015), Para garantizar que los datos recogidos son legítimos y fiables -es decir, que miden realmente lo que se supone que deben medir y que lo hacen de forma coherente-, los instrumentos deben elegirse y construirse cuidadosamente.

Los instrumentos para este estudio son:

- **Guía de observación.**

Documento que contiene los aspectos clave a observar en los proyectos de pavimentación, como el tipo de maquinaria utilizada, las técnicas de colocación y compactación del concreto, y el proceso de curado.

- **Ficha de recolección de datos.**

Formulario para recopilar la información técnica de los ensayos de laboratorio, incluyendo resultados de las pruebas de resistencia a la compresión, asentamientos.

- **Análisis documental.**

Instrumentos para clasificar y analizar los documentos técnicos recolectados (planos, memorias, especificaciones), permitiendo compararlos con los datos obtenidos en campo y en laboratorio.

### **3.6 Procedimiento de recolección de datos**

#### **3.6.1 Desarrollo del plan de investigación**

Una vez finalizada la fase de recolección y el adecuado procesamiento de los datos obtenidos, se dio inicio a la etapa de análisis de los resultados. Durante esta fase, se aplicaron diversas técnicas de análisis estadístico y metodológico, con el fin de interpretar los datos de manera rigurosa y extraer conclusiones que permitieran validar o refutar las hipótesis planteadas.

#### **Etapa I: Recolección de datos de las instituciones educativas.**

##### **a) Ubicación geográfica de las obras.**

Los proyectos de pavimentación con concreto rígido que han sido evaluados están localizados en la provincia de San Román. El acceso a estas obras es sencillo, ya que se encuentran situadas en áreas cercanas a la ciudad, lo que facilita su conectividad. Las características específicas de las obras son las siguientes:

**Tabla 2**

Obras tomadas para el presente estudio

Nº	Proyectos de pavimentación	Ubicación
1	Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en la Urb. Municipal Taparachi – Sector San Cristóbal	Urb. Municipal Taparachi
2	Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la Urb. Santa María II de la ciudad de Juliaca	Urb. Santa María II
3	Mejoramiento de los servicios de movilidad urbana en la Urb. 20 de enero	Urb. 20 de enero

*Nota:* Adaptado de la recolección de datos.

La tabla 7, presenta una selección de los proyectos de pavimentación que se han incluido en este estudio de investigación. Estos proyectos se seleccionaron con el fin de llevar a cabo un análisis exhaustivo del proceso de construcción en la pavimentación de vías. El objetivo de este análisis es identificar las distintas deficiencias a lo largo del proceso de construcción.

**Figura 3**

Ubicación del primer proyecto de pavimentación



*Nota:* Urb. Municipal Taparachi – Sector San Cristóbal, tomado de Google Maps.

**Figura 4**

Ubicación del segundo proyecto de pavimentación



Nota: Urb. Santa María II, tomado de Google Maps.

**Figura 5**

Ubicación del tercer proyecto de pavimentación



Nota: Urb. 20 de enero, tomado de Google Maps.



## Etapa II: Ensayos realizados en campo y en laboratorio.

Durante esta fase del estudio, se ejecutó un conjunto de pruebas tanto en campo, a través de ensayos in situ, como en laboratorio, replicando las mismas condiciones y características. Estos ensayos fueron fundamentales para verificar la viabilidad de las soluciones propuestas y se llevaron a cabo en las etapas más críticas del proceso constructivo, particularmente en la pavimentación de vías. La realización de estas pruebas en ambos entornos permitió comparar resultados y asegurar la consistencia y calidad de los materiales utilizados.

### a) Medición del asentamiento (ASTM C-143).

El ensayo de asentamiento del concreto, según la norma ASTM C143/C143M, describe el procedimiento estandarizado para medir la consistencia del concreto fresco mediante el uso del cono de Abrams. A continuación, se detalla el procedimiento conforme a esta norma:

#### Procedimiento:

- La muestra de concreto debe ser representativa de la mezcla. El concreto debe estar en estado fresco y ser recogido de forma uniforme.
- Coloca el cono de Abrams sobre una base rígida y no absorbente, asegurándote de que esté estable y no se desplace durante el llenado.
- Llena el cono en tres capas de igual volumen:
- **Primera capa:** Llena el cono hasta un tercio de su altura (aproximadamente 7.5 cm).
- Compacta la capa con 25 golpes usando la varilla compactadora, distribuyéndolos uniformemente sobre toda la superficie.
- **Segunda capa:** Llena el cono hasta los dos tercios de su altura (aproximadamente 15 cm). Repite la compactación con 25 golpes.



- **Tercera capa:** Llena el cono completamente hasta la parte superior. Nuevamente, compacta con 25 golpes. Si después de la compactación queda material por encima del borde del cono, elimina el exceso con la varilla o una espátula hasta nivelar la parte superior.
- Una vez nivelado el concreto en la parte superior, retira el molde de forma vertical en un tiempo de entre 5 a 10 segundos sin mover el molde lateralmente o agitarlo.
- Inmediatamente después de retirar el cono, mide la diferencia en altura entre el concreto asentado y la altura original del molde (30 cm). Esto se hace midiendo desde la parte superior del concreto hasta la base de la superficie donde se realizó el ensayo. El resultado es el valor del asentamiento, o Slump, generalmente expresado en milímetros.

### b) **CONTENIDO DE HUMEDAD:**

Para determinar la cantidad de agua contenida en suelos, áridos u otros materiales de construcción, la prueba del contenido de humedad es un procedimiento crucial en geotecnia. Este ensayo es crucial porque la cantidad de agua influye directamente en las propiedades mecánicas de los materiales, como su cohesión, densidad, resistencia y compactación.

A continuación, se presenta el procedimiento estándar para realizar el ensayo de contenido de humedad:

#### **Procedimiento:**

- Se obtiene una muestra representativa del material a ensayar. El tamaño de la muestra varía según el tipo de material. Para suelos, puede ser de entre 100 a 200 gramos, mientras que para agregados más gruesos se puede requerir una mayor cantidad de material.
- Pesa el recipiente vacío y anota su peso.

- Coloca la muestra en el recipiente y pesa el conjunto (muestra + recipiente). La diferencia entre ambos valores te da el peso húmedo de la muestra.
- Coloca el recipiente con la muestra en el horno a una temperatura constante de entre 105°C y 110°C. Esta temperatura es suficiente para evaporar el agua presente en la muestra sin alterar la composición de los materiales sólidos.
- La muestra debe permanecer en el horno durante un día entero o hasta que su peso se mantenga constante (es decir, la diferencia de peso en mediciones sucesivas sea insignificante).
- Tras el secado, saque la muestra del horno y déjala enfriar a temperatura ambiente en un desecador. De este modo, cuando la muestra se enfríe, no recogerá la humedad del entorno.
- Vuelva a pesar el recipiente que contiene la muestra seca. La disparidad entre este peso y el peso del recipiente vacío constituye el peso seco de la muestra.

#### **Cálculo del contenido de humedad:**

- Se determina mediante la fórmula siguiente:

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

#### **c) Ensayo de análisis granulométrico:**

El ensayo de análisis granulométrico es un procedimiento utilizado en ingeniería civil para determinar la distribución de tamaño de las partículas en suelos o agregados. Este análisis permite identificar si un suelo o material granular está bien o mal graduado, lo que influye directamente en su comportamiento mecánico, como la compactación, estabilidad y permeabilidad. A continuación, se describe el ensayo de análisis granulométrico de acuerdo con las normas estandarizadas.



### **Procedimiento:**

- Selección de la muestra: Se toma una muestra representativa del material a ensayar. El tamaño de la muestra depende del tipo de suelo o agregado. Generalmente, para agregados finos, se utilizan de 500 a 1000 gramos, y para agregados gruesos, se requiere de 2 a 5 kg de material.
- Secado de la muestra: La muestra debe secarse en un horno a una temperatura entre 105°C y 110°C para eliminar toda la humedad. Este proceso asegura que el peso de la muestra se mantenga constante durante el análisis.
- Se colocan los tamices en orden descendente de tamaño, con el tamiz de mayor abertura en la parte superior y el de menor abertura en la inferior. Debajo del último filtro se coloca una bandeja para recoger las partículas más finas.
- Peso inicial: Pesa la muestra seca antes de iniciar el proceso de tamizado y anota el valor.
- Tamizado: Coloca la muestra en el tamiz superior y somete el conjunto de tamices a un movimiento vibratorio (manualmente o con el agitador mecánico) durante 10-15 minutos para permitir que las partículas más pequeñas pasen a través de los tamices inferiores.
- Una vez finalizado el procedimiento de tamizado, el material retenido en cada tamiz se recoge y se pesa por separado.

### **d) Ensayo de resistencia a compresión:**

Una de las pruebas más cruciales en ingeniería civil y materiales de construcción es la prueba de resistencia a la compresión, que determina hasta qué punto un material -como el hormigón- puede tolerar presiones de compresión sin fallar. En el caso del concreto, este ensayo es esencial para determinar si la mezcla cumple con los requerimientos de diseño y para garantizar la seguridad de las estructuras.



### Procedimiento:

- Moldeo de los especímenes: Los especímenes de concreto se deben moldear en moldes estandarizados inmediatamente después de mezclar el concreto. Cada molde se llena en capas (generalmente 2 o 3 capas) y se compacta mediante varillado o vibrado para eliminar vacíos o burbujas.
- Curado de los especímenes: Las muestras deben ser curadas en condiciones controladas (normalmente sumergidas en agua o en un ambiente húmedo) para asegurar un endurecimiento adecuado. El curado se realiza hasta el día en que se va a efectuar el ensayo (generalmente a los 28 días de edad).
- Antes de realizar el ensayo, verifica las dimensiones de las muestras y asegúrate de que estén en buen estado (sin grietas o daños significativos que puedan afectar los resultados).
- Si se utilizan cilindros, se debe verificar que las superficies sean planas y paralelas. Si no lo son, se pueden rectificar utilizando una máquina de pulido o se pueden utilizar caperuzas metálicas o de elastómero en la parte superior e inferior de la muestra para asegurar la distribución uniforme de la carga.
- Coloca el espécimen de concreto (cilindro o cubo) centrado en la máquina de compresión. Asegúrate de que el espécimen esté bien alineado con las placas de la máquina para evitar que las cargas se apliquen de manera desigual.
- Una vez que el espécimen está correctamente colocado, aplica la carga de manera continua y sin choques. La norma específica que la carga debe aplicarse a una tasa constante, que suele ser de entre 0.25 a 0.50 MPa/s (según la norma ASTM C39).
- Continúa aplicando la carga hasta que la muestra falle (se quiebre o fracture). La máquina registrará la carga máxima soportada por la muestra justo antes de la falla.



### **Etapas III: Análisis y evaluación de resultados.**

En esta fase se presentarán detalladamente los resultados obtenidos durante el proceso de evaluación. La información se estructurará en cuadros comparativos que permitirán una visualización clara y precisa de las diferencias entre los distintos grupos evaluados.

### **3.7 Procesamiento y análisis de datos**

Este proceso comienza con una evaluación exhaustiva de los datos para confirmar su calidad. Posteriormente, los datos se ordenan y examinan mediante herramientas como hojas de cálculo, lo que permite detectar patrones y tendencias. A continuación, se lleva a cabo una evaluación exhaustiva para recopilar la información pertinente, y los resultados se combinan para generar alternativas fundamentadas. Por último, los resultados se presentan de forma clara y directa, utilizando tablas para mejorar la comprensión y permitir la aplicación práctica.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados obtenidos

Este estudio describe los resultados de un examen realizado en adobe tradicional, en el que se emplearon diferentes cantidades de virutas de eucalipto y virutas de ciprés para mejorar las propiedades del adobe.

Los resultados fueron meticulosamente analizados y posteriormente dados a conocer de acuerdo con los objetivos definidos en las secciones y en el orden subsiguiente:

- ✚ Se evaluaron los aspectos técnicos del proceso constructivo de pavimentación de vías.
- ✚ Se evaluaron los asentamientos del concreto en campo para la colocación del pavimento rígido.
- ✚ Finalmente, se determinó la variación de resistencias a la compresión del pavimento rígido.

Los resultados de esta investigación se exponen a continuación.

### a) Análisis granulométrico

**Tabla 3**

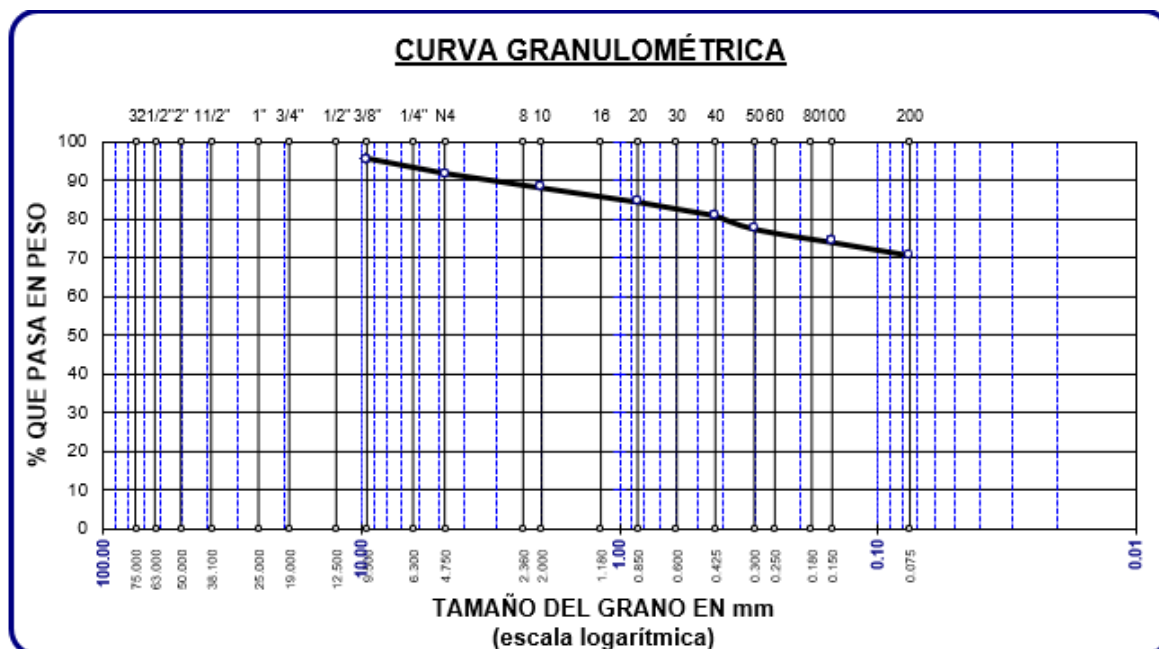
*Análisis granulométrico agregado fino*

Tamices ASTM	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
1/2"				
3/8"	110.00	4.40	4.40	<b>95.60</b>
No4	95.72	3.83	8.23	<b>91.77</b>
No10	93.63	3.75	11.97	<b>88.03</b>
No20	90.58	3.62	15.60	<b>84.40</b>
No40	87.14	3.49	19.08	<b>80.92</b>
No50	86.31	3.45	22.54	<b>77.46</b>
No100	84.92	3.40	25.93	<b>74.07</b>
No200	83.87	3.35	29.29	<b>70.71</b>
<b>Base</b>	1767.83	70.71	100.00	0.00
<b>Total</b>	2500.00	100.00		
<b>% Perdida</b>	70.71			

*Nota:* Cálculos realizados en el ensayo de Granulometría

**Figura 6**

*Análisis granulométrico agregado fino*



La figura 6, demuestra la distribución granulométrica del agregado fino.

**Tabla 4**

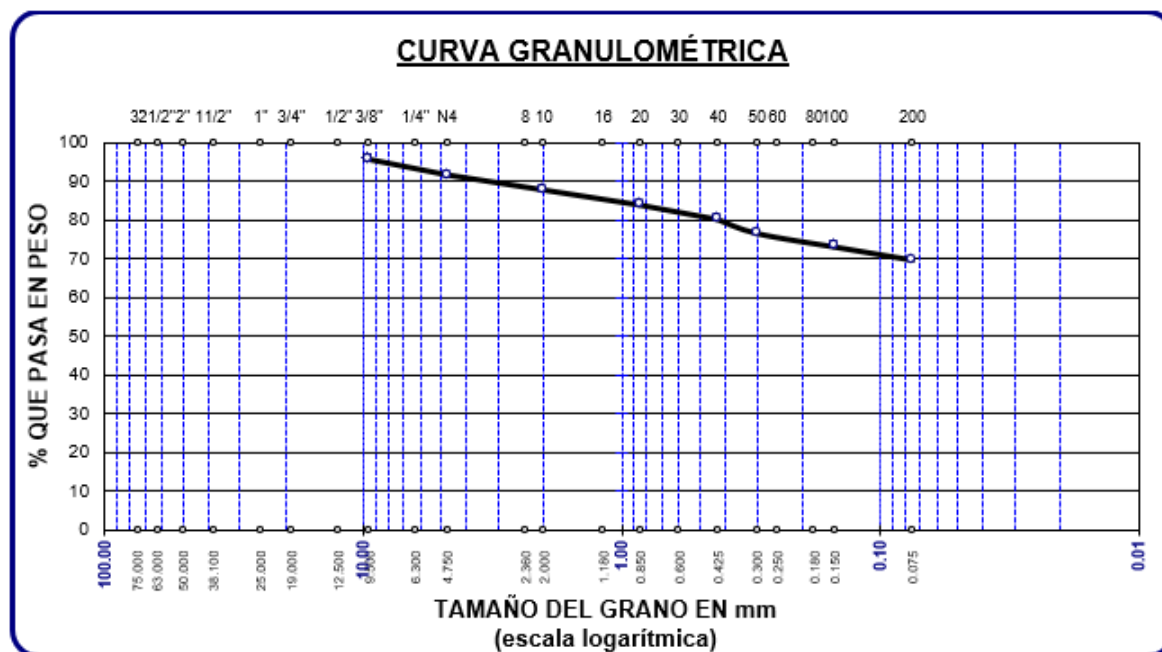
*Análisis granulométrico agregado grueso*

Tamices ASTM	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa
1/2"				
3/8"	108.00	4.32	4.32	<b>95.68</b>
No4	99.25	3.97	8.29	<b>91.71</b>
No10	97.43	3.90	12.19	<b>87.81</b>
No20	96.61	3.86	16.05	<b>83.95</b>
No40	92.51	3.70	19.75	<b>80.25</b>
No 50	89.78	3.59	23.34	<b>76.66</b>
No100	86.73	3.47	26.81	<b>73.19</b>
No200	84.31	3.37	30.18	<b>69.82</b>
<b>Base</b>	1745.38	69.82	100.00	0.00
<b>Total</b>	2500.00	100.00		
<b>% Perdida</b>	69.82			

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio.

**Figura 7**

*Análisis granulométrico agregado grueso*



La figura 7, demuestra la distribución granulométrica del agregado grueso.

## b) Humedad natural

**Tabla 5**

*Contenido de humedad de las muestras*

% Humedad	
Muestras	Humedad (%)
M-01	15.02
M-02	14.11
M-03	14.68
<b>Promedio</b>	<b>14.60</b>

La tabla 5, ilustra el análisis detallado de las muestras de suelo recolectadas, con especial atención en los niveles de humedad natural presentes en cada muestra. Este análisis es fundamental para comprender las propiedades del suelo y su comportamiento en condiciones específicas. A partir de los datos obtenidos, se estableció que el valor promedio de humedad natural en las muestras estudiadas fue de 14.60%.

### **4.1.1 Resultados sobre los procesos constructivos de pavimentación de vías en la provincia de San Román**

Los trabajos realizados, que se detallarán en los siguientes párrafos, se enmarcan dentro de los objetivos planificados del proyecto y estipulados en el contrato principal. A continuación, se expone de manera detallada el procedimiento llevado a cabo para la construcción de una nueva vía con pavimento rígido en la provincia de San Román. Esta obra incluyó diversas etapas clave, que abarcaron desde la preparación del terreno hasta la colocación final del pavimento.

#### **1. Levantamiento topográfico y replanteo.**

En esta fase, se llevó a cabo el levantamiento topográfico de la obra, en el cual se registraron los hitos, niveles de corte y relleno, con un especial enfoque en los taludes y pendientes del terreno. Asimismo, se determinó la ubicación precisa de



los puntos de control (BM), basándose en la topografía del perfil longitudinal de la obra. Para esta tarea, se emplearon instrumentos especializados, como el nivel de ingeniero, que aseguraron la precisión requerida en la medición.

El replanteo general del proyecto también fue una actividad crucial, ya que permitió realizar los ajustes necesarios en función de las condiciones del terreno, las cuales podían variar respecto a los planos iniciales. Para garantizar la fidelidad de este replanteo, se llevaron a cabo reuniones y consultas con el proyectista y el consultor técnico a cargo del expediente.

A lo largo del replanteo, se evaluaron detalladamente tanto las secciones transversales de la carretera como los anchos proyectados, asegurando que se respetaran las normativas establecidas por el (MTC) en lo que respecta al corte y nivelación del terreno. Estos trabajos fueron fundamentales para el éxito del movimiento de tierras y la correcta ejecución de las fases posteriores del proyecto.

## **2. Movimiento de tierras.**

Este proceso inicia con el desmonte, donde se retiran la vegetación y los obstáculos superficiales, seguido por la excavación o corte del terreno natural hasta alcanzar las cotas de diseño. Luego, se realizan los rellenos en las áreas donde el terreno esté por debajo del nivel requerido, empleando materiales seleccionados y compactados en capas. Es fundamental asegurar la compactación adecuada para prevenir asentamientos futuros que puedan comprometer la estructura de la vía. El movimiento de tierras incluye también la conformación de la subrasante, que es la superficie final sobre la que se colocarán las capas del pavimento, y la implementación de sistemas de drenaje para evitar la acumulación de agua que pueda deteriorar el pavimento. Todo el proceso debe realizarse siguiendo especificaciones técnicas precisas para garantizar la durabilidad de la vía.

El perfilado y la compactación del subsuelo en la zona de corte incluyen las acciones de escarificar, perfilar, nivelar y compactar el subsuelo. La nivelación y compactación con una placa de compactación implica el relleno con material



procedente de una cantera designada y colocado en las zonas que necesitan relleno. El material debe aplicarse en capas consistentes de unos 20 cm, dispersándolo uniformemente por toda la zona de relleno designada de acuerdo con las alineaciones y elevaciones especificadas. La superficie de la capa debe estar nivelada y ser homogénea. La compactación debe ser ejecutada utilizando compactadores mecánicos, cuando sea factible, alcanzando una densidad mínima del 95% del Proctor Standard para materiales cohesivos y una densidad relativa no inferior al 80% para materiales granulares.

### 3. Subrasante.

Capa de arena o material graduado que se aplica encima de una subrasante arcillosa, húmeda o absorbente de humedad para evitar que materiales inadecuados penetren y contaminen las capas superiores de la estructura del pavimento.

- **Perfilado y preparación de la subrasante:** Antes de iniciar la preparación de la subrasante, la línea central y los márgenes de la plataforma designada para la pavimentación deberán estacarse a intervalos de 20 metros, junto con otros puntos intermedios según se requiera. En los casos en que la subrasante esté blanda, irregular o insuficientemente compactada después de la terminación, los materiales de la subrasante deberán excavar y sustituirse por suelos apropiados y adecuadamente compactados.

### 4. Subbase.

La preparación del suelo que servirá como subrasante implica una serie de operaciones preliminares cuya ejecución es esencial para asegurar una base sólida. Estas actividades son cruciales para garantizar la adecuada colocación de la capa de subbase sobre la subrasante, proporcionando una cimentación estable que contribuye a la durabilidad y resistencia de las capas superiores en la estructura del pavimento.



- **Escarificación de la subrasante:** Este proceso consiste en fracturar la superficie del suelo a lo largo y ancho de la carretera prevista hasta una profundidad determinada, facilitando que el suelo alcance un estado suelto y uniforme. La escarificación se realiza con maquinaria pesada, como tractores de orugas o escarificadores equipados con gradas o discos.
- **Humectación del suelo subrasante:** Una vez escarificado y homogeneizado el material, si el contenido de humedad del suelo está por debajo del nivel óptimo para la compactación, se procede a su hidratación. Este procedimiento utiliza sistemas de riego convencionales para alcanzar niveles de humedad del suelo dentro de  $\pm 2\%$  de la humedad óptima establecida en el laboratorio mediante el ensayo Proctor. Esta fase es crucial para alcanzar la densidad y estabilidad óptimas en la subrasante antes de la compactación final.
- **Compactación de la subrasante:** La compactación de la subrasante se lleva a cabo después de la nivelación realizada con motoniveladora hasta alcanzar la altura específica de la capa. Este proceso utiliza técnicas convencionales de movimiento de tierras, empleando rodillos compactadores de pata de cabra o vibratorios, según el tipo de material del suelo. El objetivo es alcanzar una densidad que cumpla con los requisitos del ensayo Proctor.

Antes de finalizar esta operación, es esencial verificar la calidad del material, la cual debe haber sido controlada previamente en el laboratorio, así como los niveles de compactación definidos por la topografía del terreno. La superficie final de la subrasante debe ser uniforme y no presentar deformaciones ni elevaciones visibles a simple vista. Cualquier irregularidad debe ser corregida para asegurar que el tramo compactado cumpla con las especificaciones necesarias y pueda ser aceptado como concluido.



### 5. Carpeta asfáltica.

Una vez completada la compactación del material y verificado mediante ensayos que se cumple con la densidad máxima calculada en laboratorio, se procede al trazo de la capa de rodadura. Este trazo es esencial para garantizar que la superficie cumpla con las dimensiones y niveles requeridos.

Posteriormente, se ejecuta el encofrado de acuerdo con las medidas especificadas en el diseño del pavimento, incluyendo juntas de dilatación, veredas, sardinel y cunetas. Esto asegura que todos los elementos estructurales queden correctamente alineados y preparados para el vaciado de la mezcla.

El vaciado de la mezcla asfáltica se realiza conforme a las dimensiones establecidas en el diseño, prestando especial atención al espesor de la capa de rodadura y a las juntas. Para lograr una dosificación precisa y optimizar la velocidad del trabajo, se recomienda el uso de concreto premezclado, lo cual facilita obtener una mezcla homogénea y duradera.

Luego de un tiempo determinado, se inicia el proceso de curado. Este puede realizarse de dos maneras: si se dispone de suficiente agua, el curado se efectúa aplicando agua para mantener la humedad; en caso contrario, se utiliza un aditivo antisol que forma una capa impermeabilizante sobre la superficie. Este aditivo evita la evaporación del agua en la mezcla, manteniendo la losa fresca y asegurando un curado adecuado.

#### 4.1.1.1. Resultados de la identificación de los aspectos técnicos considerados en el proceso constructivo de pavimentación de vías.

##### a) Aspectos evaluados en la obra "Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en la Urb. Municipal Taparachi"

**Tabla 6**

Aspectos evaluados en la obra de la Urb. Municipal Taparachi

<b>Etapas del proceso constructivo</b>	<b>Falencias identificadas</b>	<b>Consecuencias potenciales</b>
Planificación y diseño	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estudios geotécnicos insuficientes.</li><li>• Diseño incorrecto del pavimento para el tráfico proyectado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pavimentos no aptos para las condiciones del terreno (hundimientos, grietas)</li><li>- Desgaste prematuro por carga inadecuada</li></ul>
Preparación del terreno	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compactación insuficiente del suelo</li><li>• Drenaje deficiente</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Asentamiento del pavimento, formación de grietas</li><li>- Acumulación de agua, debilitamiento del pavimento</li></ul>
Construcción de la subbase y base	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uso de materiales inadecuados</li><li>• Espesor de capas incorrectos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Deformaciones y pérdida de soporte estructural</li><li>- Incapacidad de soportar cargas, fisuras y fallas</li></ul>
Colocación de la capa de rodadura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mala adherencia entre capas</li><li>• Mezcla asfáltica de baja calidad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Desprendimiento de la superficie, formación de grietas</li><li>- Desgaste prematuro, formación de baches</li></ul>
Control de calidad	<ul style="list-style-type: none"><li>• Falta de inspecciones regulares</li><li>• Falta de pruebas técnicas (Compactación)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Deficiencias no detectadas durante la construcción</li><li>- Compromiso de la durabilidad del pavimento</li></ul>
Mantenimientos posteriores	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ausencia de plan de mantenimiento</li><li>• Reacciones tardías a problemas menores</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Deterioro acelerado del pavimento, mayores costos de reparación</li><li>- Fisuras y baches se agravan sin mantenimiento adecuado</li></ul>

**b) Aspectos evaluados en la obra "Mejoramiento del servicio de la transitabilidad vehicular y peatonal de la Urb. Santa María II"**

**Tabla 7**

Aspectos evaluados en la obra de la Urb. Santa María II

<b>Etapas del proceso constructivo</b>	<b>Falencias identificadas</b>	<b>Consecuencias potenciales</b>
Planificación y diseño	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estudios topográficos con deficiencias</li><li>• Falta de previsión en la expansión de tráfico futuro</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diseño inapropiado del trazo de la vía</li><li>- Inundaciones que debilitan las capas del pavimento</li></ul>
Preparación del terreno	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inadecuada estabilización del suelo</li><li>• Equipos de compactación desactualizados o insuficientes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Compactación irregular, deformaciones en la vía</li><li>- Fisuración del pavimento por asentamientos</li></ul>
Construcción de la subbase y base	<ul style="list-style-type: none"><li>• Subbase y base con materiales de cantera de baja calidad</li><li>• No se colocan sistemas de drenaje adecuados</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Deterioro acelerado, pérdida de capacidad de carga</li><li>- Saturación de agua en la base, afectando la estabilidad</li></ul>
Colocación de la capa de rodadura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mala mezcla de materiales asfálticos</li><li>• Ausencia de refuerzo adecuado en pavimentos de concreto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Superficie frágil, con desprendimientos y baches</li><li>- Fisuras en la losa de concreto, pérdida de integridad estructural</li></ul>
Control de calidad	<ul style="list-style-type: none"><li>• Falta de control durante la compactación</li><li>• Pruebas insuficientes de los materiales utilizados</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reducción en la capacidad estructural del pavimento</li><li>- Uso de materiales no aptos, fallas prematuras</li></ul>
Mantenimientos posteriores	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mantenimiento reactivo en lugar de preventivo</li><li>• Falta de monitoreo del tráfico y condiciones de la vía</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Incremento en los costos de reparación y reducción de la vida útil del pavimento</li><li>- Desgaste acelerado del pavimento, sin posibilidad de corrección temprana</li></ul>

**c) Aspectos evaluados en la obra “Mejoramiento de los servicios de movilidad urbana en la Urb. 20 de enero”**

**Tabla 8**

Aspectos evaluados en la obra de la Urb. 20 de enero

<b>Etapas del proceso constructivo</b>	<b>Falencias identificadas</b>	<b>Consecuencias potenciales</b>
Planificación y diseño	<ul style="list-style-type: none"><li>• Subestimación de las condiciones climáticas</li><li>• Elección inadecuada del tipo de pavimento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Deterioro rápido por expansión térmica o acumulación de agua</li><li>- Desgaste acelerado, mayor costo de mantenimiento</li></ul>
Preparación del terreno	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ausencia de estabilización química del suelo</li><li>• Falta de consideración del tráfico de maquinaria pesada</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pérdida de la calidad del terreno preparado</li><li>- Daños prematuros a las capas de base antes de finalizar la pavimentación</li></ul>
Construcción de la subbase y base	<ul style="list-style-type: none"><li>• Distribución desigual de los materiales</li><li>• Falta de control de la compactación en capas profundas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Áreas débiles con capacidad de carga insuficientes</li><li>- Fallas en la capacidad de carga debido a la compactación superficial</li></ul>
Colocación de la capa de rodadura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplicación inadecuada del asfalto</li><li>• Temperatura inadecuada al aplicar el asfalto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Superficie irregular, con fisuras y falta de adherencia</li><li>- El asfalto no se compacta adecuadamente reduciendo su durabilidad</li></ul>
Control de calidad	<ul style="list-style-type: none"><li>• Supervisión insuficiente durante las etapas clave</li><li>• Falta de calibración de equipos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Errores en la compactación y colocación pasan desapercibidos</li><li>- Medidas inexactas que llevan a fallas en espesores o compactación</li></ul>
Mantenimientos posteriores	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reparación mal ejecutadas</li><li>• Falta de sellado de grietas a tiempo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aumento en las áreas afectadas, con necesidad de mayores intervenciones</li><li>- Expansión de las grietas debido a la penetración de agua</li></ul>

#### 4.1.2 Resultados sobre los asentamientos considerados en campo para la colocación de concretos para pavimentos rígidos

##### a) Medición del asentamiento en la obra “Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en la Urb. Municipal Taparachi – Sector San Cristóbal”

El cono Abrams se utilizó para evaluar el asentamiento del hormigón sobre el terreno. El proceso consiste en llenar el cono con hormigón nuevo en tres capas de espesor uniforme. Cada una de estas capas se compacta uniformemente, aplicando 25 golpes con una varilla, hasta obtener una superficie nivelada. Posteriormente, se retira cuidadosamente el cono, dejando la muestra de concreto en su lugar, y se mide la altura del concreto compactado.

El asentamiento del concreto se calcula midiendo la diferencia entre la altura original del cono y la altura final del concreto después de la compactación. Este valor proporciona una medida de la trabajabilidad del concreto, reflejando su capacidad para asentarse bajo su propio peso.

**Tabla 9**

*Asentamiento del concreto en campo y laboratorio*

Descripción	Medida del asentamiento in situ y laboratorio			
	Asentamiento		Consistencia	Trabajabilidad
	In	cm		
In situ	3.00	7.62	Plástica	Trabajable
Laboratorio	3.30	8.38	Plástica	Trabajable

La Tabla 9, presenta los asentamientos de la mezcla de concreto para la pavimentación de vías en la obra Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en la Urb. Municipal Taparachi, obteniendo un asentamiento de 3.00" con una consistencia plástica. Así mismo se obtuvieron asentamientos realizados en laboratorio obteniendo 3.30" con una consistencia plástica.

**b) Medición del asentamiento en la obra “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la Urb. Santa María II”**

El cono Abrams se utilizó para evaluar el asentamiento del hormigón sobre el terreno. El proceso consiste en llenar el cono con hormigón nuevo en tres capas de espesor uniforme. Cada una de estas capas se compacta uniformemente, aplicando 25 golpes con una varilla, hasta obtener una superficie nivelada. Posteriormente, se retira cuidadosamente el cono, dejando la muestra de concreto en su lugar, y se mide la altura del concreto compactado.

El asentamiento del concreto se calcula midiendo la diferencia entre la altura original del cono y la altura final del concreto después de la compactación. Este valor proporciona una medida de la trabajabilidad del concreto, reflejando su capacidad para asentarse bajo su propio peso.

A continuación, se presentan los datos obtenidos:

**Tabla 10**

*Asentamiento del concreto en campo y laboratorio*

Descripción	Medida del asentamiento in situ y laboratorio			Trabajabilidad
	Asentamiento		Consistencia	
	In	cm		
In situ	2.50	6.35	Seca	Poco trabajable
Laboratorio	3.10	7.87	Plástica	Trabajable

La Tabla 10, presenta los asentamientos de la mezcla de concreto para la pavimentación de vías en la obra Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de la Urb. Santa María II, obteniendo un asentamiento de 2.50" con una consistencia seca. Así mismo se obtuvieron asentamientos realizados en laboratorio obteniendo 3.10" con una consistencia plástica.

**c) Medición del asentamiento en la obra “Mejoramiento de los servicios de movilidad urbana en la Urb. 20 de enero”**

El cono Abrams se utilizó para evaluar el asentamiento del hormigón sobre el terreno. El proceso consiste en llenar el cono con hormigón nuevo en tres capas de espesor uniforme. Cada una de estas capas se compacta uniformemente, aplicando 25 golpes con una varilla, hasta obtener una superficie nivelada. Posteriormente, se retira cuidadosamente el cono, dejando la muestra de concreto en su lugar, y se mide la altura del concreto compactado.

El asentamiento del concreto se calcula midiendo la diferencia entre la altura original del cono y la altura final del concreto después de la compactación. Este valor proporciona una medida de la trabajabilidad del concreto, reflejando su capacidad para asentarse bajo su propio peso.

A continuación, se presentan los datos obtenidos:

**Tabla 11**

*Asentamiento del concreto en campo y laboratorio*

Descripción	Medida del asentamiento in situ y laboratorio			Consistencia	Trabajabilidad
	Asentamiento				
	In	cm			
In situ	3.20	8.13	Plástica	Trabajable	
Laboratorio	3.00	7.62	Plástica	Trabajable	

La Tabla 11, presenta los asentamientos de la mezcla de concreto para la pavimentación de vías en la obra Mejoramiento de los servicios de movilidad urbana en la Urb. 20 de enero, obteniendo un asentamiento de 3.20" con una consistencia plástica. Así mismo se obtuvieron asentamientos realizados en laboratorio obteniendo 3.00" con una consistencia plástica.

### 4.1.3 Resultados sobre la variación de las resistencias a la compresión en campo y en laboratorio de los concretos para pavimento rígido

#### 4.1.3.1. Resistencias a compresión en campo (in situ) y en laboratorio

##### a) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. Municipal Taparachi – 7 días

**Tabla 12**

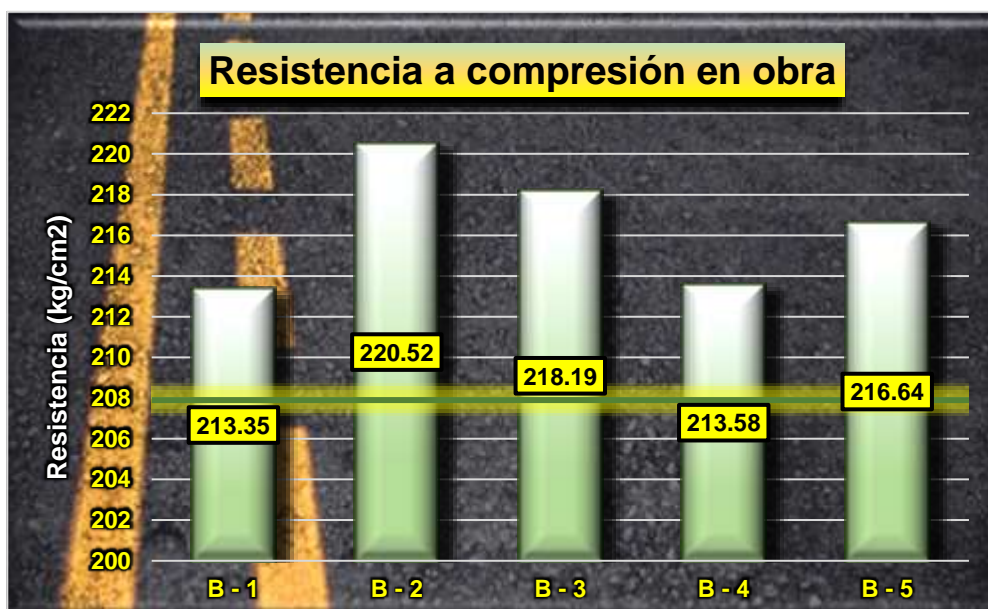
*Resistencia a compresión en obra*

Resistencias tras 7 días de curado – in situ			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	136.87		0.27
B-2	139.93		2.51
B-3	140.73	136.50	3.10
B-4	136.94		0.32
B-5	132.20		-3.15
$\bar{X}$	<b>137.33</b>	-	<b>0.61</b>

La tabla 12, presenta los valores de resistencia alcanzados en obra, destacando que estos valores superan el 65% tras un periodo de curado de 7 días. Se observa además una variación media del 0.61%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

**Figura 8**

*Variación de la resistencia*



La figura 8 ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en el sitio de la obra, destacando que el valor máximo registrado es de 140.73 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### b) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. Municipal Taparachi – 14 días

**Tabla 13**

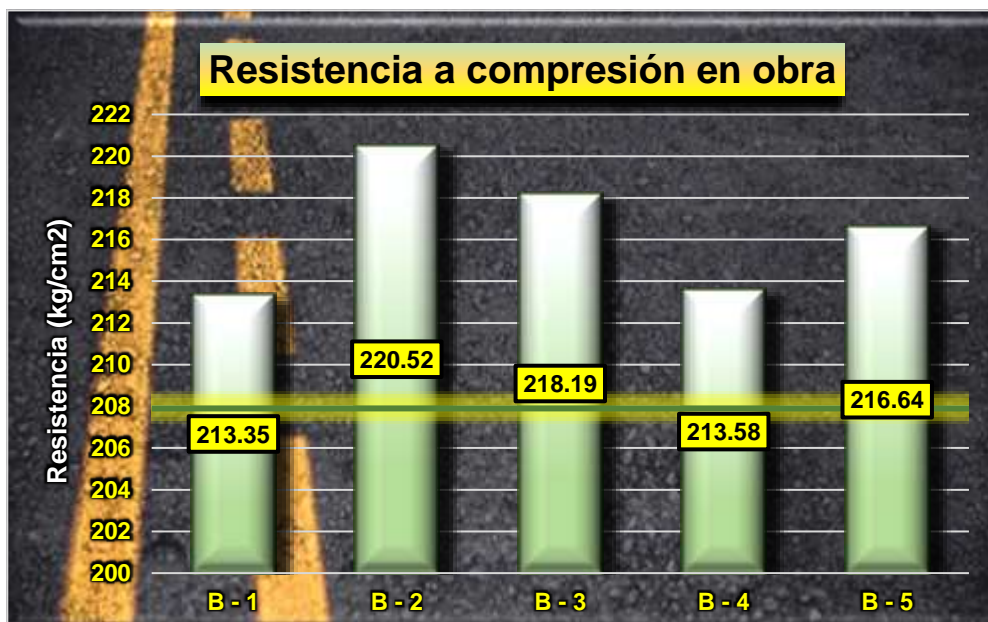
*Resistencia a compresión en obra*

Resistencias tras 14 días de curado – in situ			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	188.14		-0.46
B-2	192.04		1.61
B-3	189.75	189.00	0.40
B-4	184.41		-2.43
B-5	191.96		1.57
$\bar{X}$	<b>189.26</b>	-	<b>0.14</b>

La tabla 13 presenta los valores de resistencia alcanzados en obra, destacando que estos valores superan el 90% tras un periodo de curado de 14 días. Se observa además una variación media del 0.14%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

**Figura 9**

*Variación de la resistencia*



La Figura 9 ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en el sitio de la obra, destacando que el valor máximo registrado es de 192.04 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### c) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. Municipal Taparachi – 28 días

**Tabla 14**

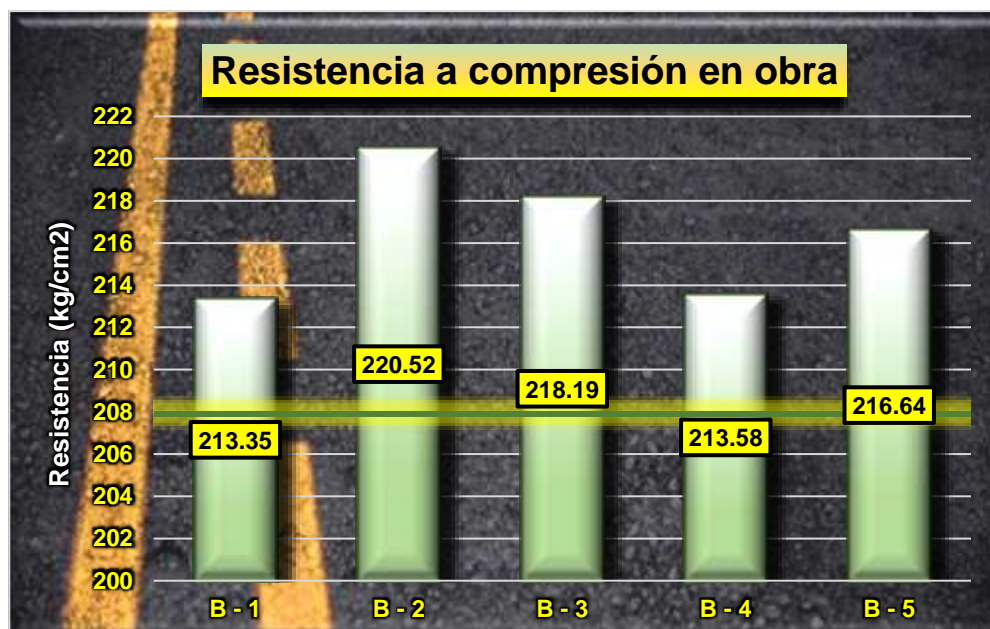
*Resistencia a compresión en obra*

Resistencias tras 28 días de curado – in situ			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	209.75		0.89
B-2	202.55		-2.57
B-3	211.55	207.90	1.76
B-4	215.66		3.73
B-5	209.19		0.62
$\bar{X}$	<b>209.74</b>	-	<b>0.89</b>

La tabla 14 presenta los valores de resistencia alcanzados en obra, destacando que estos valores superan el 99% tras un periodo de curado de 28 días. Se observa además una variación media del 0.89%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

**Figura 10**

*Variación de la resistencia*



La figura 10 ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en el sitio de la obra, destacando que el valor máximo registrado es de 215.66 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### d) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. Municipal Taparachi – 7 días

**Tabla 15**

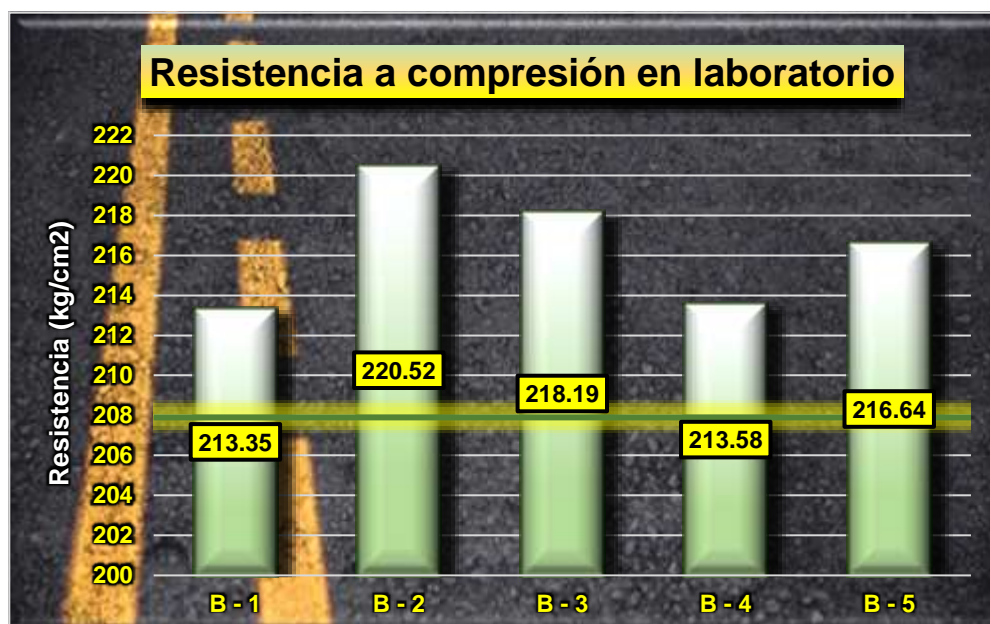
*Resistencia a compresión en laboratorio*

Resistencias tras 7 días de curado – Laboratorio			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	138.81		1.69
B-2	136.57		0.05
B-3	140.49	136.50	2.92
B-4	144.62		5.95
B-5	137.43		0.68
$\bar{X}$	<b>139.58</b>	-	<b>2.26</b>

La tabla 15 presenta los valores de resistencia alcanzados en laboratorio, destacando que estos valores superan el 65% tras un periodo de curado de 7 días. Se observa además una variación media del 2.26%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

**Figura 11**

*Variación de la resistencia*



La figura 11 ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en laboratorio, destacando que el valor máximo registrado es de 144.62 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

## e) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. Municipal Taparachi – 14 días

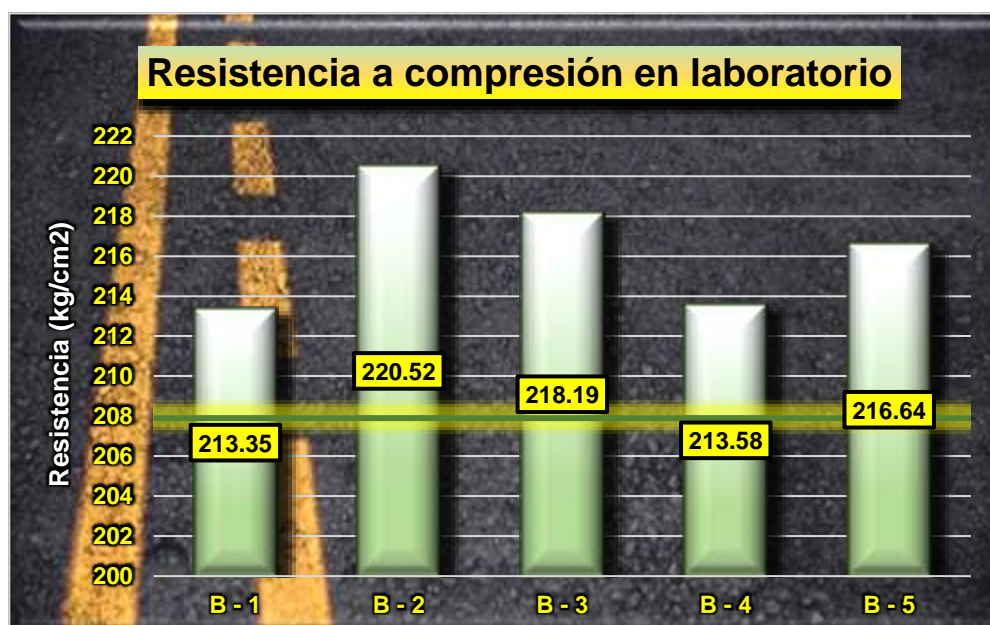
Tabla 16

*Resistencia a compresión en laboratorio*

Resistencias tras 14 días de curado – Laboratorio			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	196.77		4.11
B-2	191.83		1.50
B-3	190.08	189.00	0.57
B-4	195.87		3.63
B-5	193.01		2.12
$\bar{X}$	<b>193.51</b>	-	<b>2.39</b>

La tabla 16 presenta los valores de resistencia alcanzados en laboratorio, destacando que estos valores superan el 90% tras un periodo de curado de 14 días. Se observa además una variación media del 2.39%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

Figura 12

*Variación de la resistencia*

La figura 12 ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en laboratorio, destacando que el valor máximo registrado es de 196.77 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### f) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. Municipal Taparachi – 28 días

**Tabla 17**

*Resistencia a compresión en laboratorio*

Resistencias tras 28 días de curado – Laboratorio			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	218.16		4.94
B-2	209.18		0.62
B-3	214.05	207.90	2.96
B-4	217.11		4.43
B-5	207.84		-0.03
$\bar{X}$	<b>213.27</b>	-	<b>2.58</b>

La tabla 17, presenta los valores de resistencia alcanzados en laboratorio, destacando que estos valores superan el 99% tras un periodo de curado de 28 días. Se observa además una variación media del 2.58%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

**Figura 13**

*Variación de la resistencia*



La figura 13 ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en laboratorio, destacando que el valor máximo registrado es de 218.16 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### 4.1.3.2. Resistencias a compresión en campo (in situ) y en laboratorio

#### a) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. Santa María II – 7 días

**Tabla 18**

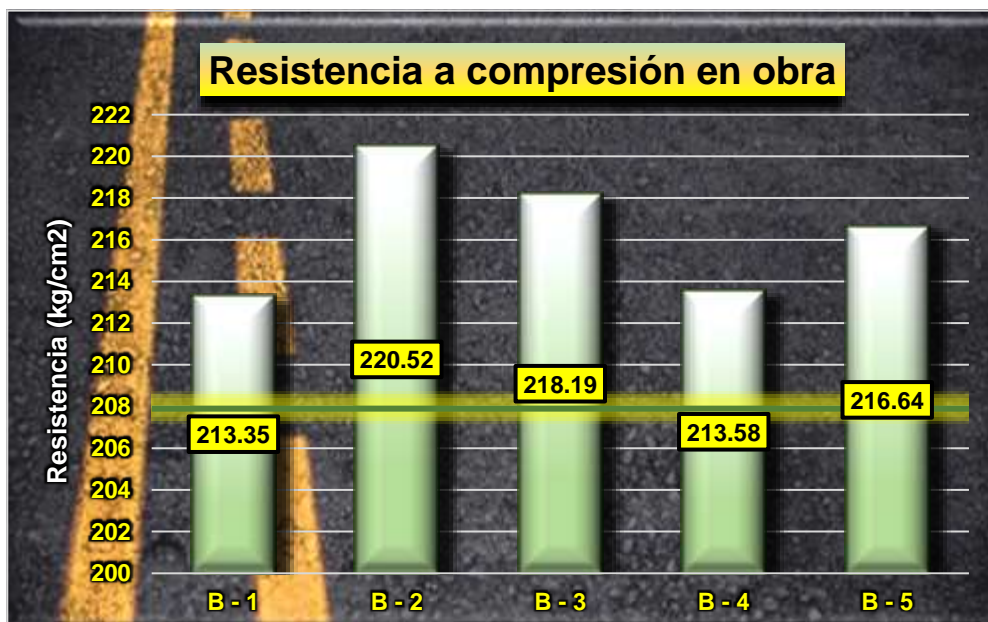
*Resistencia a compresión en obra*

Resistencias tras 7 días de curado – in situ			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	136.94		0.32
B-2	138.24		1.27
B-3	135.35	136.50	-0.84
B-4	139.28		2.04
B-5	134.45		-1.50
$\bar{X}$	<b>136.85</b>	-	<b>0.26</b>

La tabla 18 presenta los valores de resistencia alcanzados en obra, destacando que estos valores superan el 65% tras un periodo de curado de 7 días. Se observa además una variación media del 0.26%.

**Figura 14**

*Variación de la resistencia*



La figura 14 ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en el sitio de la obra, destacando que el valor máximo registrado es de 139.28 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### b) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. Santa María II – 14 Días

**Tabla 19**

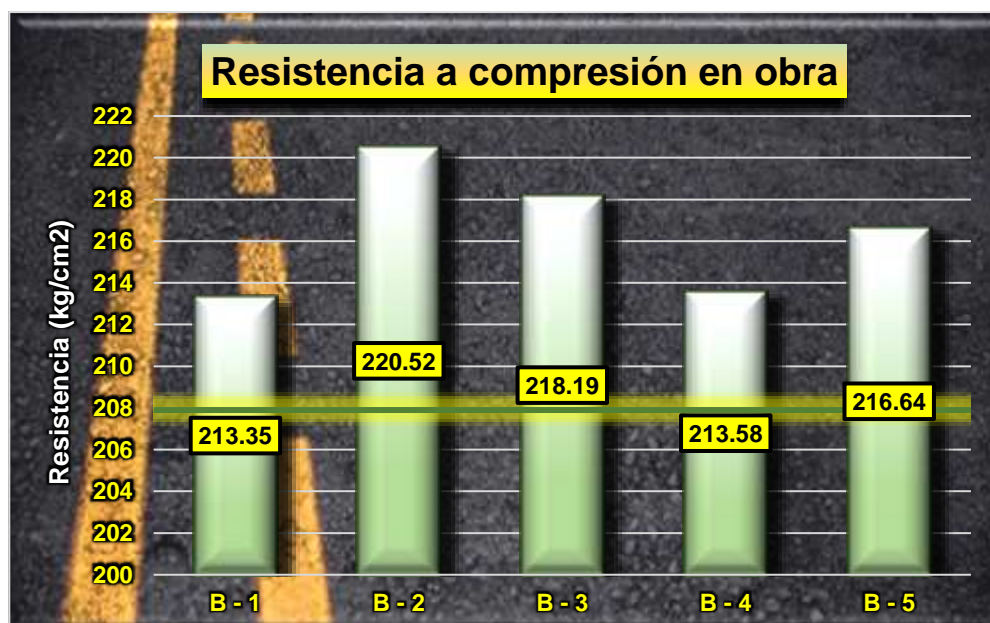
*Resistencia a compresión en obra*

Resistencias tras 14 días de curado – in situ			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	185.73		-1.73
B-2	190.79		0.95
B-3	187.15	189.00	-0.98
B-4	196.01		3.71
B-5	192.93		2.08
$\bar{X}$	<b>190.52</b>	-	<b>0.81</b>

La tabla 19 presenta los valores de resistencia alcanzados en obra, destacando que estos valores superan el 90% tras un periodo de curado de 14 días. Se observa además una variación media del 0.81%.

**Figura 15**

*Variación de la resistencia*



La figura 15 ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en el sitio de la obra, destacando que el valor máximo registrado es de 196.01 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

## c) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. Santa María II – 28 Días

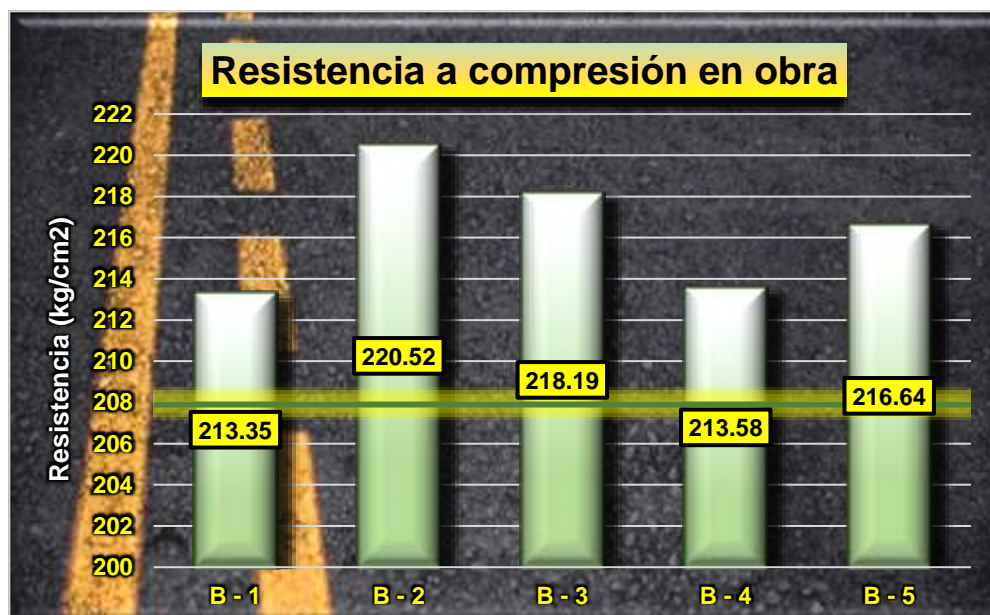
Tabla 20

*Resistencia a compresión en obra*

Resistencias tras 28 días de curado – in situ			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	212.88		2.40
B-2	211.08		1.53
B-3	207.80	207.90	-0.05
B-4	216.69		4.23
B-5	204.94		-1.42
$\bar{X}$	<b>210.68</b>	-	<b>1.34</b>

La tabla 20 presenta los valores de resistencia alcanzados en obra, destacando que estos valores superan el 99% tras un periodo de curado de 28 días. Se observa además una variación media del 1.34%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

Figura 16

*Variación de la resistencia*

La figura 16 ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en el sitio de la obra, destacando que el valor máximo registrado es de 216.69 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

## d) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. Santa María II – 7 días

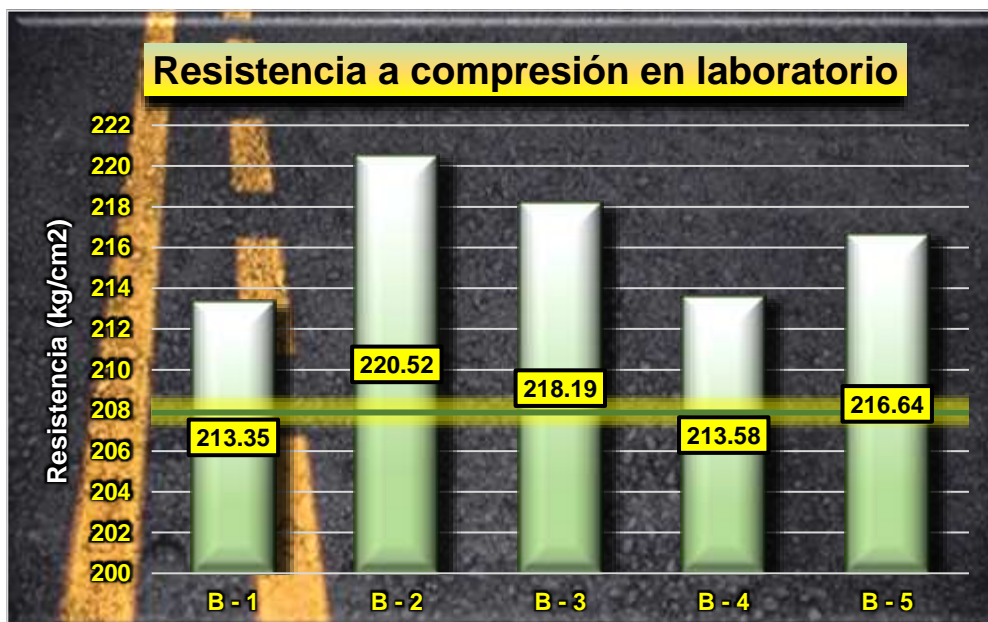
Tabla 21

*Resistencia a compresión en laboratorio*

Resistencias tras 7 días de curado – Laboratorio			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	132.73		-2.76
B-2	137.72		0.89
B-3	142.75	136.50	4.58
B-4	145.05		6.26
B-5	143.05		4.80
$\bar{X}$	<b>140.26</b>	-	<b>2.75</b>

La tabla 21 presenta los valores de resistencia alcanzados en laboratorio, destacando que estos valores superan el 65% tras un periodo de curado de 7 días. Se observa además una variación media del 2.75%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

Figura 17

*Variación de la resistencia*

La figura 17 ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en laboratorio, destacando que el valor máximo registrado es de 145.05 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### e) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. Santa María II – 14 Días

**Tabla 22**

*Resistencia a compresión en laboratorio*

Resistencias tras 14 días de curado – Laboratorio			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	195.87		3.63
B-2	193.09		2.16
B-3	191.73	189.00	1.44
B-4	194.51		2.92
B-5	197.75		4.63
$\bar{X}$	<b>194.59</b>	-	<b>2.96</b>

La tabla 22 presenta los valores de resistencia alcanzados en laboratorio, destacando que estos valores superan el 90% tras un periodo de curado de 14 días. Se observa además una variación media del 2.96%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

**Figura 18**

*Variación de la resistencia*



La figura 18 ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en laboratorio, destacando que el valor máximo registrado es de 197.75 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### f) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. Santa María II – 28 Días

**Tabla 23**

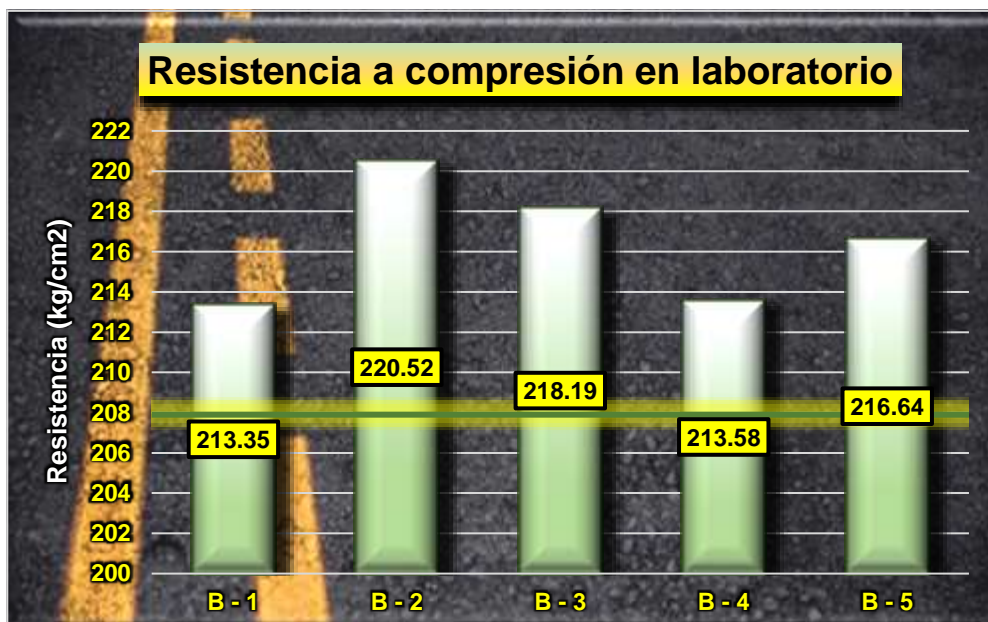
*Resistencia a compresión en laboratorio*

Resistencias tras 28 días de curado – Laboratorio			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	216.50		4.14
B-2	209.46		0.75
B-3	217.43	207.90	4.58
B-4	213.74		2.81
B-5	207.14		-0.37
$\bar{X}$	<b>212.85</b>	-	<b>2.38</b>

La tabla 23 presenta los valores de resistencia alcanzados en laboratorio, destacando que estos valores superan el 99% tras un periodo de curado de 28 días. Se observa además una variación media del 2.38%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

**Figura 19**

*Variación de la resistencia*



La figura 19 ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en laboratorio, destacando que el valor máximo registrado es de 217.43 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### 4.1.3.3. Resistencias a compresión en campo (in situ) y en laboratorio

#### a) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. 20 de enero – 7 Días

**Tabla 24**

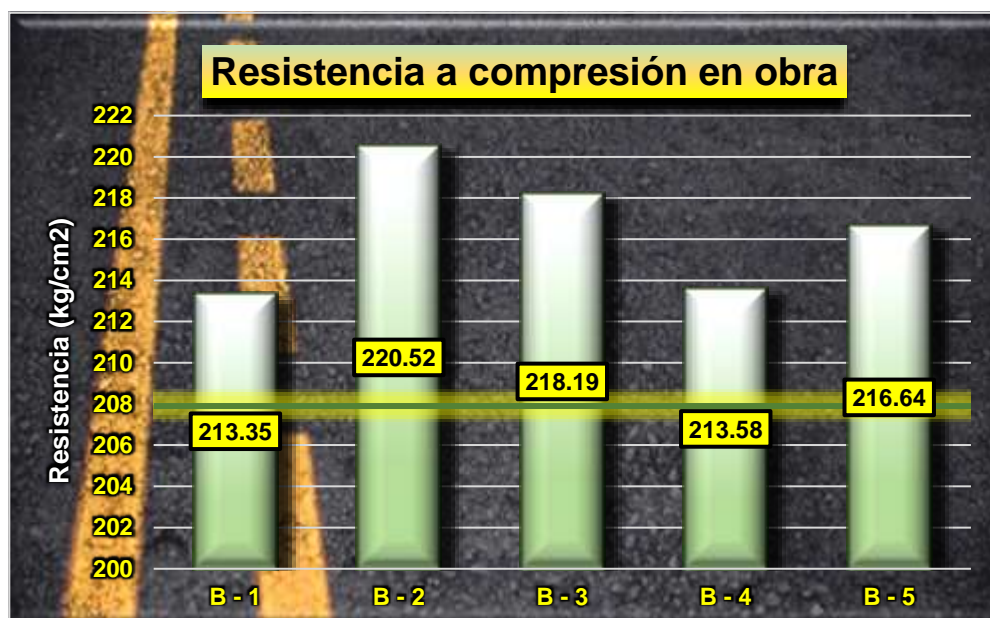
*Resistencia a compresión en obra*

Resistencias tras 7 días de curado – in situ			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	140.64		3.03
B-2	139.07		1.88
B-3	136.25	136.50	-0.18
B-4	135.39		-0.81
B-5	137.54		0.76
$\bar{X}$	<b>137.78</b>	-	<b>0.94</b>

La tabla 24 presenta los valores de resistencia alcanzados en obra, destacando que estos valores superan el 65% tras un periodo de curado de 7 días. Se observa además una variación media del 0.94%.

**Figura 20**

*Variación de la resistencia*



La figura 20, ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en el sitio de la obra, destacando que el valor máximo registrado es de 140.64 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### b) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. 20 de enero 14 Días

**Tabla 25**

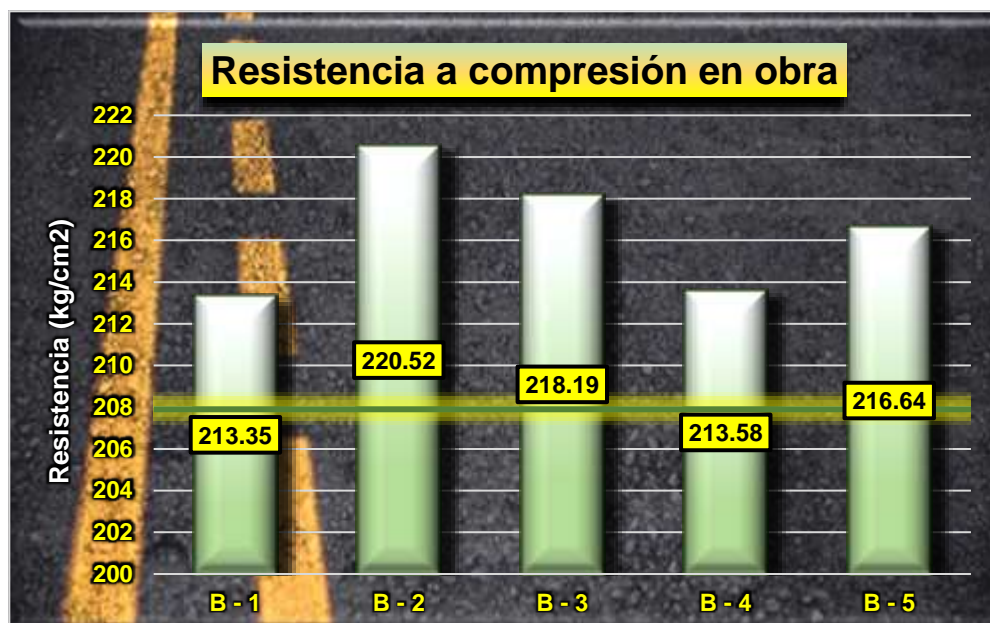
*Resistencia a compresión en obra*

Resistencias tras 14 días de curado – in situ			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	191.18		1.15
B-2	189.75		0.40
B-3	194.27	189.00	2.79
B-4	193.64		2.46
B-5	188.33		-0.35
$\bar{X}$	<b>191.43</b>	-	<b>1.29</b>

La tabla 25, presenta los valores de resistencia alcanzados en obra, destacando que estos valores superan el 90% tras un periodo de curado de 14 días. Se observa además una variación media del 1.29%.

**Figura 21**

*Variación de la resistencia*



La figura 21, ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en el sitio de la obra, destacando que el valor máximo registrado es de 194.27 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### c) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. 20 de enero 28 Días

**Tabla 26**

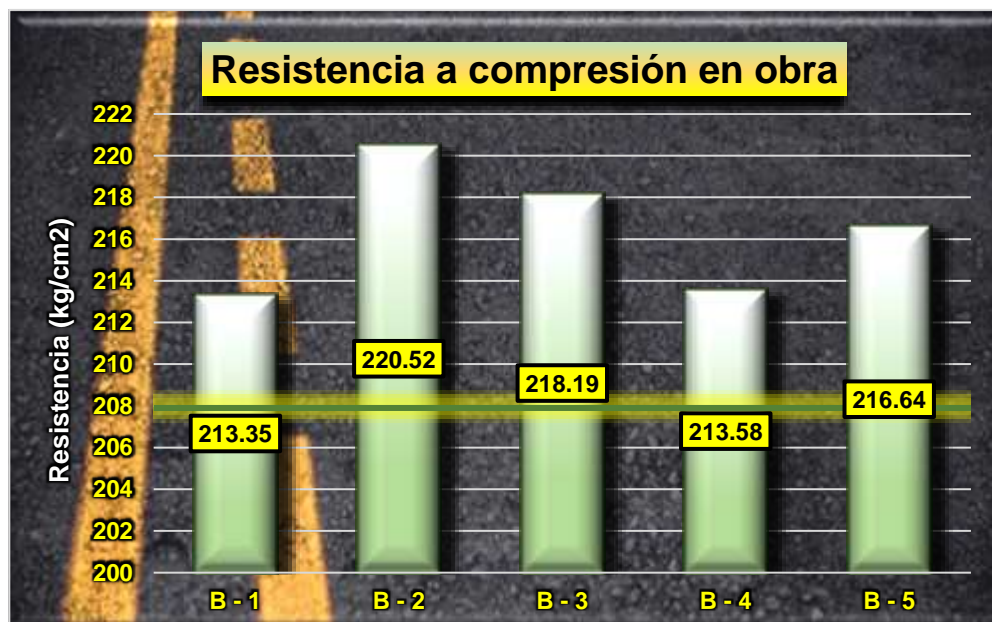
*Resistencia a compresión en obra*

Resistencias tras 28 días de curado – in situ			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	215.38		3.60
B-2	213.91		2.89
B-3	210.63	207.90	1.31
B-4	213.68		2.78
B-5	208.43		0.25
$\bar{X}$	<b>212.41</b>	-	<b>2.17</b>

La tabla 26 presenta los valores de resistencia alcanzados en obra, destacando que estos valores superan el 99% tras un periodo de curado de 28 días. Se observa además una variación media del 2.17%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

**Figura 22**

*Variación de la resistencia*



La figura 22, ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en el sitio de la obra, destacando que el valor máximo registrado es de 215.38 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### d) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. 20 de enero – 7 Días

**Tabla 27**

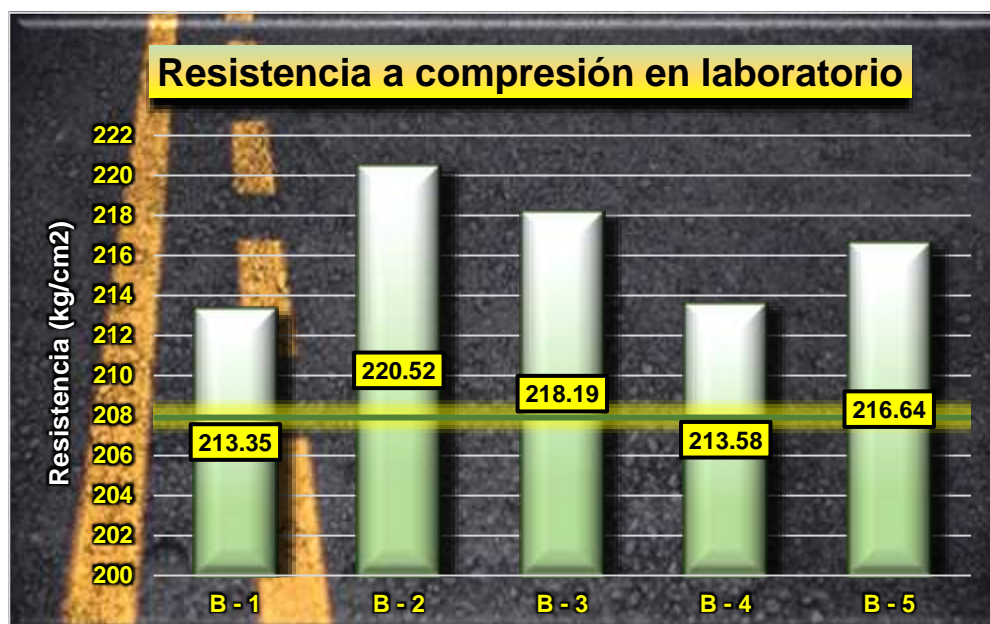
*Resistencia a compresión en laboratorio*

Resistencias tras 7 días de curado – Laboratorio			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	135.21		-0.95
B-2	139.39		2.12
B-3	138.58	136.50	1.52
B-4	143.90		5.42
B-5	141.50		3.66
$\bar{X}$	<b>139.72</b>	-	<b>2.36</b>

La tabla 27 presenta los valores de resistencia alcanzados en laboratorio, destacando que estos valores superan el 65% tras un periodo de curado de 7 días. Se observa además una variación media del 2.36%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

**Figura 23**

*Variación de la resistencia*



La figura 23, ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en laboratorio, destacando que el valor máximo registrado es de 143.90 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### e) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. 20 de enero 14 Días

**Tabla 28**

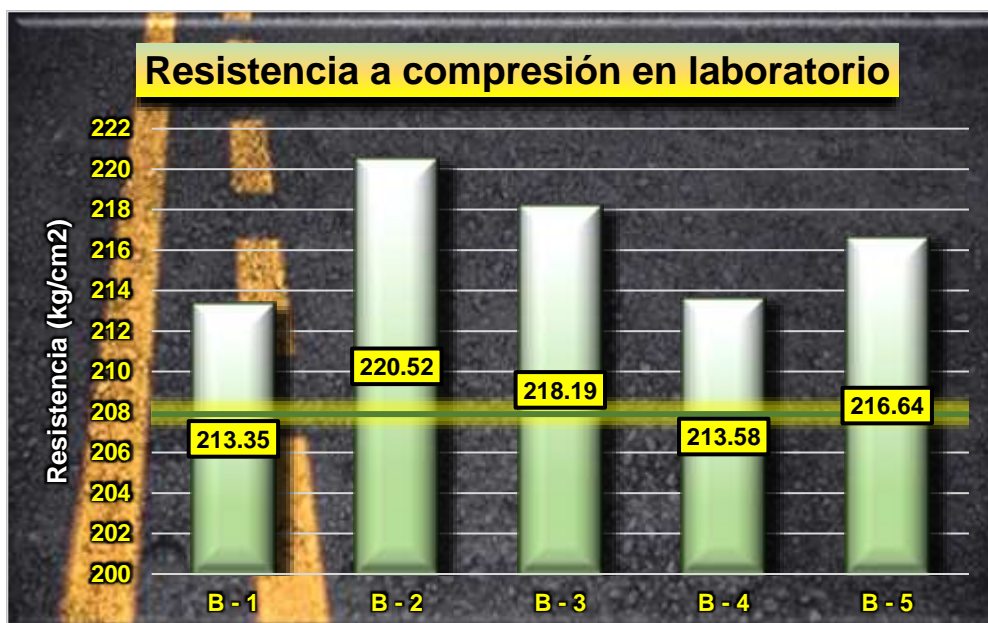
*Resistencia a compresión en laboratorio*

Resistencias tras 14 días de curado – Laboratorio			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	196.44		3.94
B-2	192.05		1.61
B-3	195.11	189.00	3.23
B-4	190.43		0.76
B-5	197.51		4.50
$\bar{X}$	<b>194.31</b>	-	<b>2.81</b>

La tabla 28 presenta los valores de resistencia alcanzados en laboratorio, destacando que estos valores superan el 90% tras un periodo de curado de 14 días. Se observa además una variación media del 2.81%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

**Figura 24**

*Variación de la resistencia*



La figura 24 ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en laboratorio, destacando que el valor máximo registrado es de 197.51 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

## f) Resistencia a compresión de la obra de la Urb. 20 de enero 28 Días

Tabla 29

*Resistencia a compresión en laboratorio*

Resistencias tras 28 días de curado – Laboratorio			
Muestra	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
B-1	213.35		2.62
B-2	220.52		6.07
B-3	218.19	207.90	4.95
B-4	213.58		2.73
B-5	216.64		4.20
$\bar{X}$	<b>216.46</b>	-	<b>4.12</b>

La tabla 29 presenta los valores de resistencia alcanzados en laboratorio, destacando que estos valores superan el 99% tras un periodo de curado de 28 días. Se observa además una variación media del 4.12%, lo cual indica una consistencia razonable en los resultados.

Figura 25

*Variación de la resistencia*

La figura 25, ilustra la variabilidad en las resistencias alcanzadas en laboratorio, destacando que el valor máximo registrado es de 220.52 kg/cm<sup>2</sup>. Este dato proporciona una referencia importante para evaluar la calidad del material y la efectividad de las técnicas de construcción empleadas en campo.

### 4.1.3.1. Comparativa de las resistencias alcanzadas del concreto para pavimentos rígidos in situ y en laboratorio

#### a) Comparativo de resistencias in situ de la obra de la Urb. Municipal Taparachi

**Tabla 30**

*Resistencias in situ*

Comparativo de las resistencias in situ		
Curado (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
7	137.33	0.61
14	189.26	0.14
28	209.74	0.89

La tabla 30, presenta las resistencias alcanzadas in situ a los 7, 14 y 28 días de curado, mostrando variaciones dentro de rangos aceptables y alcanzando su resistencia máxima a los 28 días.

**Figura 26**

*Comparativo de las resistencias in situ*



La figura 26, ilustra el comparativo de las resistencias medias alcanzadas tras los 7, 14 y 28 días de curado, Este comportamiento es consistente con el desarrollo típico de resistencia en el concreto, donde el proceso de curado contribuye gradualmente a mejorar sus propiedades mecánicas, logrando su punto óptimo al final del período de 28 días.

**Figura 27**

*Variación de las resistencias in situ*



La figura 27, muestra la variabilidad en las resistencias obtenidas durante la evaluación de las pruebas de campo. Esta variabilidad refleja las fluctuaciones en el rendimiento del material en condiciones reales, lo cual es fundamental para comprender la consistencia y fiabilidad de las propiedades mecánicas.

**b) Comparativo de resistencias en laboratorio de la obra de la Urb. Municipal Taparachi**

**Tabla 31**

*Resistencias del laboratorio*

Comparativo de las resistencias de laboratorio		
Curado (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
7	139.58	2.26
14	193.51	2.39
28	213.27	2.58

La tabla 31, presenta las resistencias alcanzadas in situ a los 7, 14 y 28 días de curado, mostrando variaciones dentro de rangos aceptables y alcanzando su resistencia máxima a los 28 días.

**Figura 28**

*Comparativo de las resistencias en laboratorio*



La figura 28, ilustra el comparativo de las resistencias medias alcanzadas tras los 7, 14 y 28 días de curado, Este comportamiento es consistente con el desarrollo típico de resistencia en el concreto, donde el proceso de curado contribuye gradualmente a mejorar sus propiedades mecánicas, logrando su punto óptimo al final del período de 28 días.

**Figura 29**

*Variación de las resistencias del laboratorio*



La figura 29, muestra la variabilidad en las resistencias obtenidas durante la evaluación de las pruebas de campo. Esta variabilidad refleja las fluctuaciones en el rendimiento del material en condiciones reales, lo cual es fundamental para comprender la consistencia y fiabilidad de las propiedades mecánicas.

### c) Comparativo de resistencias in situ de la obra de la Urb. Santa María II

**Tabla 32**

*Resistencias in situ*

Comparativo de las resistencias in situ		
Curado (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
7	136.85	0.26
14	190.52	0.81
28	210.68	1.34

La tabla 32, presenta las resistencias alcanzadas in situ a los 7, 14 y 28 días de curado, mostrando variaciones dentro de rangos aceptables y alcanzando su resistencia máxima a los 28 días.

**Figura 30**

*Comparativo de las resistencias in situ*



La figura 30, ilustra el comparativo de las resistencias medias alcanzadas tras los 7, 14 y 28 días de curado, Este comportamiento es consistente con el desarrollo típico de resistencia en el concreto, donde el proceso de curado contribuye gradualmente a mejorar sus propiedades mecánicas, logrando su punto óptimo al final del período de 28 días.

### Figura 31

*Variación de las resistencias in situ*



La figura 31, muestra la variabilidad en las resistencias obtenidas durante la evaluación de las pruebas de campo. Esta variabilidad refleja las fluctuaciones en el rendimiento del material en condiciones reales, lo cual es fundamental para comprender la consistencia y fiabilidad de las propiedades mecánicas.

### d) Comparativo de resistencias en laboratorio de la obra de la Urb. Santa María

#### II

**Tabla 33**

*Resistencias del laboratorio*

Comparativo de las resistencias en laboratorio		
Curado (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
7	140.26	2.75
14	194.59	2.96
28	212.85	2.38

La tabla 33, presenta las resistencias alcanzadas in situ a los 7, 14 y 28 días de curado, mostrando variaciones dentro de rangos aceptables y alcanzando su resistencia máxima a los 28 días.

**Figura 32**

*Comparativo de las resistencias en laboratorio*



La figura 32, ilustra el comparativo de las resistencias medias alcanzadas tras los 7, 14 y 28 días de curado, Este comportamiento es consistente con el desarrollo típico de resistencia en el concreto, donde el proceso de curado contribuye gradualmente a mejorar sus propiedades mecánicas, logrando su punto óptimo al final del período de 28 días.

**Figura 33**

*Variación de las resistencias del laboratorio*



La figura 33, muestra la variabilidad en las resistencias obtenidas durante la evaluación de las pruebas de campo. Esta variabilidad refleja las fluctuaciones en el rendimiento del material en condiciones reales, lo cual es fundamental para comprender la consistencia y fiabilidad de las propiedades mecánicas.

**e) Comparativo de resistencias in situ de la obra de la Urb. 20 de enero**

**Tabla 34**

*Resistencias in situ*

Comparativo de las resistencias in situ		
Curado (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
7	137.78	0.94
14	191.43	1.29
28	212.41	2.17

La tabla 34, presenta las resistencias alcanzadas in situ a los 7, 14 y 28 días de curado, mostrando variaciones dentro de rangos aceptables y alcanzando su resistencia máxima a los 28 días.

### Figura 34

*Comparativo de las resistencias in situ*



La figura 34, ilustra el comparativo de las resistencias medias alcanzadas tras los 7, 14 y 28 días de curado, Este comportamiento es consistente con el desarrollo típico de resistencia en el concreto, donde el proceso de curado contribuye gradualmente a mejorar sus propiedades mecánicas, logrando su punto óptimo al final del período de 28 días.

### Figura 35

*Variación de las resistencias in situ*



La figura 35, muestra la variabilidad en las resistencias obtenidas durante la evaluación de las pruebas de campo. Esta variabilidad refleja las fluctuaciones en el rendimiento del material en condiciones reales, lo cual es fundamental para comprender la consistencia y fiabilidad de las propiedades mecánicas.

### f) Comparativo de resistencias en laboratorio de la obra de la Urb. 20 de enero

**Tabla 35**

*Resistencias del laboratorio*

Comparativo de las resistencias en laboratorio		
Curado (días)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación
7	139.72	2.36
14	194.31	2.81
28	216.46	4.12

La tabla 35, presenta las resistencias alcanzadas in situ a los 7, 14 y 28 días de curado, mostrando variaciones dentro de rangos aceptables y alcanzando su resistencia máxima a los 28 días.

**Figura 36**

*Comparativo de las resistencias en laboratorio*



La figura 36, ilustra el comparativo de las resistencias medias alcanzadas tras los 7, 14 y 28 días de curado, Este comportamiento es consistente con el desarrollo típico de resistencia en el concreto, donde el proceso de curado contribuye gradualmente a mejorar sus propiedades mecánicas, logrando su punto óptimo al final del período de 28 días.

### Figura 37

*Variación de las resistencias del laboratorio*



La figura 37, muestra la variabilidad en las resistencias obtenidas durante la evaluación de las pruebas de campo. Esta variabilidad refleja las fluctuaciones en el rendimiento del material en condiciones reales, lo cual es fundamental para comprender la consistencia y fiabilidad de las propiedades mecánicas.



## 4.2 Discusión de resultados

Este capítulo aborda la interpretación de los resultados obtenidos del análisis, enfocado principalmente en el método constructivo de losas cortas aplicado en pavimentos rígidos. Esta interpretación permite evaluar la efectividad del método y su impacto en la durabilidad y desempeño de las estructuras analizadas.

En cuanto a la resistencia a compresión del concreto hidráulico destinado a pavimentos rígidos de la obra "Urb. Municipal Taparachi" en la provincia de San Román, se obtuvo evidencia de que las resistencias a la compresión tanto en obra como en laboratorio presentan un comportamiento óptimo a los 28 días de curado. Estas mezclas alcanzaron valores de compresión de 209.74 kg/cm<sup>2</sup> (in situ) y 213.27 (laboratorio) kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, lo cual representa un incremento en la resistencia obtenida por el ensayo en laboratorio en comparación con el diseño base (in situ). Comparativamente, en el estudio realizado por (Sánchez, 2021) el concreto hidráulico con 2,5% de HDPE reciclado demostró una compresión de 309,3 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, reflejando una mejora del 4,6% respecto al concreto patrón. Asimismo, estos hallazgos coinciden con los estudios realizados por (Albujar, 2023), quien también observó que la incorporación de fibras PET recicladas en el concreto hidráulico incrementa el valor de compresión en un 5% respecto al concreto convencional. Asimismo, los resultados son consistentes con los de (Escarcena, 2023), quienes reportaron que la inclusión de fibras plásticas en el concreto para pavimentos rígidos permitió alcanzar resistencias de 375 y 337,5 kg/cm<sup>2</sup>, superiores a las del concreto patrón. Estos estudios respaldan la conclusión de que la adición de fibras plásticas, como el HDPE reciclado, contribuye positivamente al desempeño mecánico del concreto, mejorando su resistencia a compresión y demostrando su viabilidad en aplicaciones de pavimento rígido.



## CONCLUSIONES

**Primera-** Se logró identificar los aspectos técnicos del proceso constructivo de vías en la provincia de San Román, en la cual revela que se identificaron varias deficiencias en las etapas de planificación, preparación del terreno, construcción de la subbase y base, y en el mantenimiento. Estos procesos resultaron inadecuados o poco prácticos, especialmente en cuanto al diseño incorrecto del pavimento, la compactación deficiente del suelo, el uso de materiales de baja calidad, y la falta de un adecuado plan de mantenimiento. Estas fallas comprometen la calidad y durabilidad del pavimento, generando problemas estructurales y aumentando la necesidad de intervenciones frecuentes.

**Segunda-** La evaluación de los asentamientos en campo para la colocación de concretos en las tres obras analizadas, muestra diferencias significativas en las medidas obtenidas tanto en campo como en laboratorio. En la obra "Urb. Municipal Taparachi", el asentamiento en campo fue de 7.62 cm. En la obra "Urb. Santa María II", se observó un asentamiento menor de 6.35 cm en campo. En la obra "Urb. 20 de enero", el asentamiento en campo fue de 8.13 cm, con una consistencia plástica y buena trabajabilidad. Estas diferencias en los asentamientos indican variaciones en la calidad y adecuación del concreto utilizado, afectando directamente la trabajabilidad y el rendimiento del pavimento en cada una de las obras.

**Tercera-** La variación de resistencias a compresión obtenidas en campo como en laboratorio, luego de los 28 días de curado presentaron los siguientes resultados; en la obra de la "Urb. Municipal Taparachi" fue 209.74 kg/cm<sup>2</sup> (in situ) y 213.27 kg/cm<sup>2</sup> (laboratorio), en la obra de la "Urb. Santa María II" fue 210.68 kg/cm<sup>2</sup> (in situ) y 212.85 kg/cm<sup>2</sup> (laboratorio), en la obra de la "Urb. 20 de enero" fue 212.41 kg/cm<sup>2</sup> (in situ) y 216.46 kg/cm<sup>2</sup> (laboratorio). Donde podemos apreciar una pequeña mejora en las resistencias obtenidas de los ensayos realizados en laboratorio.



## RECOMENDACIONES

**Primera-** Se recomienda a los asistentes de campo, para la supervisión o contratista, que es fundamental la observación, la verificación técnica y la vigilancia de conservación del marco ambiental de la obra, de los trabajos de las partidas que se tiene que ejecutar para lograr que se cumpla con las metas proyectadas conforme está contemplado en el plano, los diseños y características técnicas en el expediente técnico aprobado, cuidando la calidad de la obra con la finalidad de extender o mantener la serviciabilidad de la vía útil de las carreteras.

**Segunda-** Se recomienda revisar los procedimientos de dosificación y las condiciones ambientales durante la ejecución de las obras para reducir las variaciones en la trabajabilidad y garantizar la calidad del pavimento en las obras.

**Tercera-** Se recomienda continuar con el monitoreo de las resistencias a compresión tanto en campo como en laboratorio, pero considerando la posibilidad de ajustar los procesos de curado en obra para reducir las variaciones observadas, de manera que las resistencias obtenidas in situ se aproximen más a las obtenidas en laboratorio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albujar, M. (2023). *Propiedades mecánicas del concreto hidráulico para pavimentos rígidos con la adición de polietileno de alta densidad (HDPE) reciclado, Lima 2023*. Lima - Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/138251/Albujar\\_AMJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/138251/Albujar_AMJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arroyo, N. (2010). *Diseño y Conservación de Pavimentos Rígidos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de [http://132.248.9.195/ptb2010/noviembre/0664060/0664060\\_A1.pdf](http://132.248.9.195/ptb2010/noviembre/0664060/0664060_A1.pdf)
- Bonet, V. (2022). *Propiedades físico-mecánicas del concreto en pavimento rígido  $F'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de residuos metálicos de obra, Cusco 2022*. Lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/94313/Bonet\\_MV-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/94313/Bonet_MV-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Creswell, J. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage. Obtenido de [https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog\\_609332/objava\\_105202/fajlovi/Creswell.pdf](https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_609332/objava_105202/fajlovi/Creswell.pdf)
- Díaz, E., & Rojas, M. (2018). *Análisis de los procesos constructivos en infraestructura vial para la generación de cartilla de procesos constructivos de pavimentos de concreto hidráulico aplicados en tránsitos vehiculares de bajos volúmenes en la región del alto magdalena*. Colombia: Universidad Piloto de Colombia. Obtenido de <https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5709/Monografia%20Edna%20Rocio%20Diaz%20y%20Miguel%20Andres%20Rojas.pdf?sequence=1>
- Escarcena, J. L. (2023). *Propiedades mecánicas del pavimento rígido empleando fibras de acero, Ayacucho 2022*. Ayacucho - Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de



Huamanga. Obtenido de  
[file:///C:/Users/INTEL/Downloads/TESIS%20CIV550\\_Esc.pdf](file:///C:/Users/INTEL/Downloads/TESIS%20CIV550_Esc.pdf)

Figueroa, P. (20 de 04 de 2015). *SlideShare*. Obtenido de  
<https://es.slideshare.net/slideshow/ppt-pavimento-rigido/47221295>

Granda, C. (29 de abril de 2024). *LeafLatam*. Obtenido de  
<https://leaflatam.com/principales-practicas-de-construccion-sostenible/>

Gutierrez. (14 de diciembre de 2022). *Que es el pavimento rigido*. Obtenido de  
<https://www.frapial.com/que-es-pavimento-rigido/>

Hernández et al. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill. Obtenido de  
<https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Methodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

Loaiza, L. (2023). *Supervisión en el proceso constructivo de pavimento rígido en vías rurales en el municipio de San Vicente Ferrer, mediante las especificaciones técnicas de construcción del proyecto*. Colombia: Universidad de Antioquia. Obtenido de  
[https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/36695/1/LoaizaLaura\\_2023\\_SupervisionProcesoConstructivo.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/36695/1/LoaizaLaura_2023_SupervisionProcesoConstructivo.pdf)

Londoño, C. (27 de abril de 2023). *360 en concreto*. Obtenido de  
<https://360enconcreto.com/blog/detalle/disenio-de-pavimentos-de-concreto/>

Murga et al. (2023). *Mejora del Rendimiento de Pavimentos Rígidos mediante el Uso de*. Perú: Universidad Continental. Obtenido de  
<file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Art%C3%ADculo-2022-03-03-03.pdf>

Osorio, J. (06 de diciembre de 2021). *Resistencia mecánica del concreto y resistencia a compresión*. Obtenido de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion/>

Paredes, K., & Saldaña, M. (2021). *Evaluación del tiempo y costo en el proceso constructivo, entre los pavimentos: flexible y semirrígido en vías urbanas, del distrito*



- de la banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín. Tarapoto: Universidad Científica del Perú. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1304/PAREDES%20CHILC%33%93N%20KEIKO%20TAMARA%20Y%20SALDA%c3%91A%20ALVA%20MICHAEL%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Patton, M. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice*. Sage. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=ovAkBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Patton,+M.+Q.+\(2015\).+Qualitative+Research+%26+Evaluation+Methods:+Integrating+Theory+and+Practice&ots=ZSYY8uyIH\\_&sig=J1IN8E-HAJCiSFK7DFx-Kxrs0dk#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=ovAkBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Patton,+M.+Q.+(2015).+Qualitative+Research+%26+Evaluation+Methods:+Integrating+Theory+and+Practice&ots=ZSYY8uyIH_&sig=J1IN8E-HAJCiSFK7DFx-Kxrs0dk#v=onepage&q&f=false)
- Rodríguez, S. (27 de mayo de 2024). *Excavacionsgirona*. Obtenido de <https://excavacionsgirona.com/tecnicas-compactacion-suelos/>
- Sánchez, A. (2021). *Evaluación del proceso constructivo en el mejoramiento de la carretera departamental Vizcas – Saramarca, Palpa*. Lima - Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/81330/S%c3%a1nchez\\_BA-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/81330/S%c3%a1nchez_BA-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Santos, D., & Solarte, N. (2016). *Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla de concreto hidráulico para pavimento rígido con la inclusión de hormigón asfáltico recuperado tipo Rap*. Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana. Obtenido de <https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/innovacioning/article/view/2615/2658>
- Soto, T. (2024). *Estudio del comportamiento mecánico del concreto para pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero reciclado en la ciudad de Juliaca*. Juliaca - Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Obtenido de <https://repositorio.uancv.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f213f1c8-0238-423c-b413-3bd64685e7a1/content>



- Torres, J., & Mamani, E. (2017). *Variación de los niveles de la rasante por falta o exceso de agua en el proceso constructivo de un pavimento rígido - Lampa. Puno - Perú: Universidad Nacional del Altiplano.* Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/5681/Torres\\_Humire\\_Jorge\\_Luis\\_Mamani\\_Rodrigo\\_Edwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/5681/Torres_Humire_Jorge_Luis_Mamani_Rodrigo_Edwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Zumaeta, M. (15 de marzo de 2022). *Academia.* Obtenido de [https://www.academia.edu/27859241/DURABILIDAD\\_DEL\\_CONCRETO](https://www.academia.edu/27859241/DURABILIDAD_DEL_CONCRETO)



## ANEXOS



### Anexo. Matriz de consistencia

TÍTULO DE LA TESIS: EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cómo son los procesos constructivos en pavimentación de vías y su incidencia en las propiedades mecánicas de concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Evaluar los procesos constructivos en pavimentación de vías y su incidencia en las propiedades mecánicas de concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>Los procesos constructivos en pavimentación de vías y su incidencia en las propiedades mecánicas de concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024, serán deficientes.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p><i>Movimiento de tierras.</i> <i>Mejoramiento de la base y sub base</i> <i>Encofrado de la capa de rodadura</i> <i>Vaciado de la capa de rodadura</i> <i>Curado del concreto</i></p>	<p>Plantilla de toma de datos</p> <p>Ensayos realizados in situ y ensayos realizados en laboratorio.</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuáles son los aspectos técnicos considerados en los procesos constructivos de pavimentación de vías en la provincia de San Román 2024?</p> <p>¿Cuáles son los asentamientos considerados en campo para la colocación de concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024?</p> <p>¿Cuál es la variación de resistencias a la compresión en campo y en laboratorio de los concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Identificar los aspectos técnicos considerados en los procesos constructivos de pavimentación de vías en la provincia de San Román 2024.</p> <p>Verificar los asentamientos considerados en campo para la colocación de concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024.</p> <p>Determinar la variación de resistencias a la compresión en campo y en laboratorio de los concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024.</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>Los aspectos técnicos considerados en los procesos constructivos de pavimentación de vías en la provincia de San Román 2024, serán inadecuados y poco prácticos.</p> <p>Los asentamientos considerados en campo para la colocación de concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024, no cumplirán con los recomendados.</p> <p>La variación de resistencias a la compresión en campo y en laboratorio de los concretos para pavimento rígido en la provincia de San Román 2024, serán regulares.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>PROPIEDADES MECÁNICAS</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p><i>Asentamiento (Slump)</i> <i>Resistencia a la compresión</i></p>	



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



**PROYECTO** EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024  
**SOLICITANTE** Bach. JUAN RENE PUMA RAMIREZ  
**CANTERA** ISLA - AGREGADO GRUESO  
ISLA - AGREGADO FINO  
**LUGAR** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV  
**FECHA** 05 DE SETIEMBRE DEL 2024

## ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

### AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno 486.00
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) 500.00
N° 8	96.52	19.30	19.30	80.70	Wc	-Peso del picnómetro con agua 1305.43
N° 16	72.85	14.57	33.87	66.13	W	-Peso del Pic. + muestra + agua 1622.61
N° 30	87.74	17.55	51.42	48.58	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	143.15	28.63	80.05	19.95	Wc+B =	1805
N° 100	69.91	13.98	94.03	5.97	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500.00}{1622.61-1305.43} = 2.73 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	10.46	2.09	96.13	3.87	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	19.37	3.87	100.00	0.00	B =	500.00
SUMA	500.00	100.00			B-A =	14.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{14.00 \times 100}{486.00} = 2.88 \%$
Mf= MODULO DE FINEZA			2.79			

### AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno 785.95
1 1/2"	10	0.29	0.29	99.71	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) 800.00
1"	68	1.94	2.23	97.77	Wc	-Peso del picnómetro con agua 1305.43
3/4"	423	12.09	14.31	85.69	W	-Peso del Pic. + muestra + agua 1791.87
1/2"	1014	28.97	43.29	56.71	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	583	16.66	59.94	40.06	Wc+B =	2105
N° 4	0	0.00	59.94	40.06	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800.00}{1791.87-1305.43} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$
N° 8	1402	40.06	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	B =	800.00
SUMA	3500.00	100.00			B-A =	14.05
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{14.05 \times 100}{785.95} = 1.79 \%$

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

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL



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



**PROYECTO:** EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

**SOLICITANTE:** Bach. JUAN RENE PUMA RAMIREZ

**CANTERA:** ISLA - AGREGADO GRUESO

**LUGAR:** ISLA - AGREGADO FINO

**FECHA:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

05 DE SETIEMBRE DEL 2024

### CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	305.41
P.T.M. SECA	292.82
P.TARRO	52.14
P AGUA	12.59
P.S.SECA	240.68
% HUMEDAD	5.23

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	440.67
P.T.M. SECA	428.05
P.TARRO	58.92
P AGUA	12.62
P.S.SECA	369.13
% HUMEDAD	3.42

### PESOS UNITARIOS

#### AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9284	5920	2128	1581
9287	5920	2128	1582
9262	5920	2128	1570
			1578

#### AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
11807	7105	3241	1451
11823	7105	3241	1456
11835	7105	3241	1459
			1455

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9471	5920	2128	1669
9489	5920	2128	1677
9473	5920	2128	1670
			1672

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12112	7105	3241	1545
12168	7105	3241	1562
12211	7105	3241	1575
			1561

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL



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



## DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg./cm.²

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES

**MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024.**

**SOLICITANTE** : Bach. JUAN RENE PUMA RAMIREZ

**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

**ISLA - AGREGADO FINO**

**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

**FECHA** : 05 DE SETIEMBRE DEL 2024

**PROCESO DE DISEÑO** :

**NORMAS**: ACI 211.1.74

ACI 211.1.81

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

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

**SE UTILIZARÁ EL CEMENTO RUMI TIPO IP**

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

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

### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.55	2.73
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1561	1672
P.U. Suelto	1455	1578
% de Absorción	1.79	2.88
% de Humedad Natural	3.42	5.23
Modulo de Fineza	-	2.79

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal 3/4" (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 - Lt/m3
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0 %
5. Como se prevé que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de 0.55
6. De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.55) = 372 \text{ Kg/m}^3$$



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



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.79 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1561 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.596 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.596) * (1561) = 930 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (373) / (2.85 * 1000) = 0.131 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (930) / (2.53 * 1000) = 0.368 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.723 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.723) = 0.277 \text{ m}^3$$

$$(0.277) * (2.73) * 1000 = 756 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo } (930) * (1.034188) &= 962 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo } (756) * (1.0523) &= 796 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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

$$205 - 930 * \left( \frac{3.42 - 1.79}{100} \right) - 756 \left( \frac{5.23 - 2.88}{100} \right) = 172$$

## DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	373	1.00	373	1.00
Agua	205	0.55	172	0.46
Agreg. Grueso	930	2.50	962	2.58
Agreg. Fino	756	2.03	796	2.14
Aire	2.0 %		2.0 %	

## 8.77 BOLSAS /m<sup>3</sup> DE CEMENTO

### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	90.75 Kg.
Agregado grueso húmedo	109.70 Kg.
Agua efectiva	19.62 Kg.



*Armedo Tano Torres*  
CIP: 103257



### DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies<sup>3</sup>

**1.0 Bolsa de Cemento: Redondeo**

- |      |                       |     |                       |
|------|-----------------------|-----|-----------------------|
| 2.03 | p3 de Arena           | 2.0 | p3 de Arena           |
| 2.66 | p3 de Piedra Chancada | 2.7 | p3 de Piedra Chancada |
| 20   | Lt. de Agua           | 20  | Lt. de Agua           |

### RECOMENDACIONES

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

### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD NACIONAL VICE-RECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL  
M.Sc. YANALBA TORRES  
Mag. Yana Torres  
C.I.F. 103257



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



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

**SOLICITANTE** : Bach. JUAN RENÉ PUMA RAMÍREZ

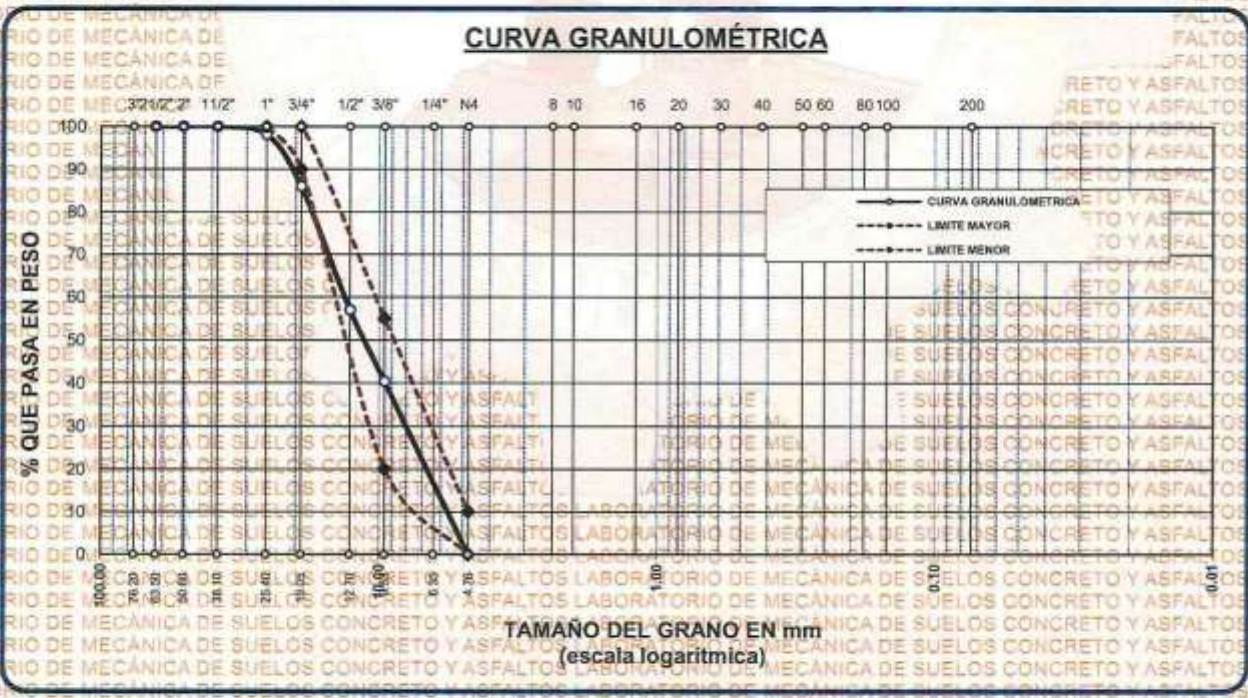
**CANTERA** : ISLA - AGREGADO GRUESO

**LUGAR** : ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA** : 05 DE SEPTIEMBRE DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4"
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		90 - 100 %
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	20 - 55 %	
1"	25.400	68.00	1.94	1.94	98.06		0 - 10 %
3/4"	19.050	423.00	12.09	14.03	85.97	OBSERVACIONES:	
1/2"	12.700	1014.00	28.97	43.00	57.00		
3/8"	9.525	583.00	16.66	59.66	40.34		
1/4"	6.350						
No. 4	4.760	1402.00	40.06	99.71	0.29		
<b>BASE</b>		0.00	0.00	99.7	0.3		
<b>TOTAL</b>		3500.00	100.00				
<b>% PERDIDA</b>		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 T.P.C. INGENIERÍA CIVIL  
 M.S.C. *[Firma]*  
 M. Arminda Yana Torres



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



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**PROYECTO:**

EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

**SOLICITANTE:** Bach. JUAN RENE PUMA RAMIREZ

**CANTERA:** ISLA - AGREGADO GRUESO

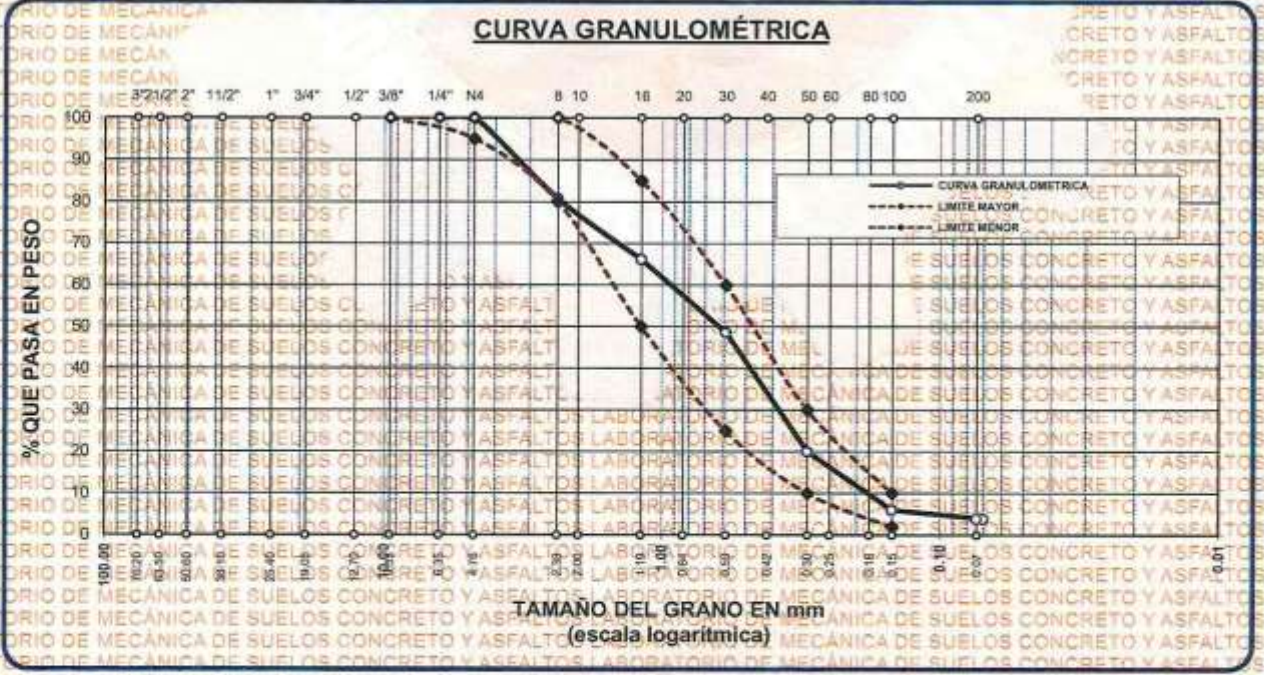
ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA:** 05 DE SETIEMBRE DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = INCR 500 gr.
1/2"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.79
No8	2.380	96.52	19.30	19.30	80.70		
No10	2.000						
No16	1.190	72.85	14.57	33.87	66.13	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	87.74	17.55	51.42	48.58	25 - 60 %	
No40	0.420						
No50	0.300	143.15	28.63	80.05	19.95	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	69.91	13.98	94.03	5.97	2-10%	
No200	0.074	10.46	2.09	96.13	3.87		
BASE		19.37	3.87	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		3.87					

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



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



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



### PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO :** EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

**SOLICITANTE :** Bach. JUAN RENE PUMA RAMIREZ

**CANTERA :** ISLA - AGREGADO GRUESO

**:** ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA :** 05 DE SETIEMBRE DEL 2024

#### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	5920 gr	5920 gr	5920 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2128 cm <sup>3</sup>	2128 cm <sup>3</sup>	2128 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9284.00 gr	9287.00 gr	9262.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3364.00 gr	3367.00 gr	3342.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.581 gr/cm <sup>3</sup>	1.582 gr/cm <sup>3</sup>	1.570 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.578 gr/cm <sup>3</sup>		

#### DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	5920 gr	5920 gr	5920 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2128 cm <sup>3</sup>	2128 cm <sup>3</sup>	2128 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9471.00 gr	9489.00 gr	9473.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3551.00 gr	3569.00 gr	3553.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.669 gr/cm <sup>3</sup>	1.677 gr/cm <sup>3</sup>	1.670 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.672 gr/cm <sup>3</sup>		

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



*[Firma]*  
M.Sc. **Arnaldo Yano Torres**  
CIP: 199297



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



### PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**PROYECTO:** EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

**SOLICITANTE:** Bach. JUAN RENE PUMA RAMIREZ

**CANTERA:** ISLA - AGREGADO GRUESO  
ISLA - AGREGADO FINO

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

**FECHA:** 05 DE SETIEMBRE DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	7105 gr	7105 gr	7105 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3241 cm <sup>3</sup>	3241 cm <sup>3</sup>	3241 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	11807.00 gr	11823.00 gr	11835.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4702.00 gr	4718.00 gr	4730.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.451 gr/cm <sup>3</sup>	1.456 gr/cm <sup>3</sup>	1.459 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.455 gr/cm <sup>3</sup>		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	7105 gr	7105 gr	7105 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3241 cm <sup>3</sup>	3241 cm <sup>3</sup>	3241 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12112.00 gr	12168.00 gr	12211.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5007.00 gr	5063.00 gr	5106.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.545 gr/cm <sup>3</sup>	1.562 gr/cm <sup>3</sup>	1.575 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.561 gr/cm <sup>3</sup>		

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

  
 JUAN RENE PUMA RAMIREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 M.S.C.  




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



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 - MTC-E108-2000

**PROYECTO** EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES

**MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024**

**SOLICITANTE** Bach. JUAN RENE PUMA RAMIREZ

**CANTERA** ISLA AGREGADO GRUESO

**LUGAR** ISLA AGREGADO FINO

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

**FECHA** 05 DE SETIEMBRE DEL 2024

### MUESTRA : AGREGADO FINO

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	305.41
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	292.82
PESO DEL TARRO (gr.)	52.14
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	253.27
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	240.68
PESO DEL AGUA (gr.)	12.59
% HUMEDAD	5.23

### MUESTRA : AGREGADO GRUESO

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	440.67
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	428.05
PESO DEL TARRO (gr.)	58.92
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	381.75
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	369.13
PESO DEL AGUA (gr.)	12.62
% HUMEDAD	3.42

**OBSERVACIONES:**

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA  
FICP - CAJ. INGENIERÍA CIVIL

Juan Rene Puma Ramirez  
05/09/2024



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TEMA

EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

SOLICITANTE

Bach. JUAN RENE PUMA RAMIREZ

LUGAR

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA

SEPTIEMBRE - OCTUBRE DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN OBRA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	24123	14.98	176.24	136.87	210	05/09/2024	12/09/2024	7	65.18
2	BRIQUETA DE PRUEBA	24661	14.98	176.24	139.93	210	05/09/2024	12/09/2024	7	66.63
3	BRIQUETA DE PRUEBA	24902	15.01	176.95	140.73	210	05/09/2024	12/09/2024	7	67.01
4	BRIQUETA DE PRUEBA	24135	14.98	176.24	136.94	210	05/09/2024	12/09/2024	7	65.21
5	BRIQUETA DE PRUEBA	23299	14.98	176.24	132.20	210	05/09/2024	12/09/2024	7	62.95
Promedio De Esf. Rotura					137.33					65.40

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	33158	14.98	176.24	188.14	210	05/09/2024	19/09/2024	14	89.59
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33845	14.98	176.24	192.04	210	05/09/2024	19/09/2024	14	91.45
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33576	15.01	176.95	189.75	210	05/09/2024	19/09/2024	14	90.36
4	BRIQUETA DE PRUEBA	32632	15.01	176.95	184.41	210	05/09/2024	19/09/2024	14	87.82
5	BRIQUETA DE PRUEBA	33831	14.98	176.24	191.96	210	05/09/2024	19/09/2024	14	91.41
Promedio De Esf. Rotura					189.26					90.12

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	37115	15.01	176.95	209.75	210	05/09/2024	03/11/2024	28	99.88
2	BRIQUETA DE PRUEBA	35842	15.01	176.95	202.55	210	05/09/2024	03/11/2024	28	96.45
3	BRIQUETA DE PRUEBA	37284	14.98	176.24	211.55	210	05/09/2024	03/11/2024	28	100.74
4	BRIQUETA DE PRUEBA	38009	14.98	176.24	215.66	210	05/09/2024	03/11/2024	28	102.70
5	BRIQUETA DE PRUEBA	37016	15.01	176.95	209.19	210	05/09/2024	03/11/2024	28	99.61
Promedio De Esf. Rotura					209.74					99.88

OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

Mtr. Arnaldo Luis Torres  
FICP - CAS INGENIERÍA CIVIL



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP:339.034

**TEMA**

EVALUACION DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACION DE VIAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RIGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMAN 2024

**SOLICITANTE**

Bach. JUAN RENÉ PUMA RAMIREZ

**LUGAR**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

**FECHA**

SEPTIEMBRE - OCTUBRE DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN LABORATORIO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	FALTA %
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	24562	15.01	176.95	138.81	210	05/09/2024	12/09/2024	7	66.10
2	BRIQUETA DE PRUEBA	24069	14.98	176.24	136.57	210	05/09/2024	12/09/2024	7	65.03
3	BRIQUETA DE PRUEBA	24761	14.98	176.24	140.49	210	05/09/2024	12/09/2024	7	66.90
4	BRIQUETA DE PRUEBA	25488	14.98	176.24	144.62	210	05/09/2024	12/09/2024	7	68.87
5	BRIQUETA DE PRUEBA	24318	15.01	176.95	137.43	210	05/09/2024	12/09/2024	7	65.44
Promedio De Esf. Rotura					139.58					66.47

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	FALTA %
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	34818	15.01	176.95	196.77	210	05/09/2024	19/09/2024	14	93.70
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33945	15.01	176.95	191.83	210	05/09/2024	19/09/2024	14	91.35
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33501	14.98	176.24	190.08	210	05/09/2024	19/09/2024	14	90.52
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34521	14.98	176.24	195.87	210	05/09/2024	19/09/2024	14	93.27
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34154	15.01	176.95	193.01	210	05/09/2024	19/09/2024	14	91.91
Promedio De Esf. Rotura					193.51					92.35

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	FALTA %
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	38603	15.01	176.95	218.16	210	05/09/2024	03/11/2024	28	103.88
2	BRIQUETA DE PRUEBA	36867	14.98	176.24	209.18	210	05/09/2024	03/11/2024	28	99.61
3	BRIQUETA DE PRUEBA	37725	14.98	176.24	214.05	210	05/09/2024	03/11/2024	28	101.93
4	BRIQUETA DE PRUEBA	38265	14.98	176.24	217.11	210	05/09/2024	03/11/2024	28	103.39
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36778	15.01	176.95	207.84	210	05/09/2024	03/11/2024	28	98.97
Promedio De Esf. Rotura					213.27					101.56

**OBSERVACIONES:**

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



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

*Juan René Puma Ramírez*



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASCO"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP-339.034

**TEMA**  
**SOLICITANTE**  
**LUGAR**  
**FECHA**

EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024  
Bach. JUAN RENE PUMA RAMIREZ  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
SEPTIEMBRE - OCTUBRE DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN OBRA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg	Ø cm								
1	BRIQUETA DE PRUEBA	24231	15.01	176.95	136.94	210	05/09/2024	12/09/2024	7	65.21	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	24364	14.98	176.24	138.24	210	05/09/2024	12/09/2024	7	65.83	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	23855	14.98	176.24	135.35	210	05/09/2024	12/09/2024	7	64.45	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	24547	14.98	176.24	139.28	210	05/09/2024	12/09/2024	7	66.32	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	23791	15.01	176.95	134.45	210	05/09/2024	12/09/2024	7	64.02	
Promedio De Esf. Rotura					136.85						65.17

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg	Ø cm								
1	BRIQUETA DE PRUEBA	32734	14.98	176.24	185.73	210	05/09/2024	19/09/2024	14	88.44	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33625	14.98	176.24	190.79	210	05/09/2024	19/09/2024	14	90.85	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33117	15.01	176.95	187.15	210	05/09/2024	19/09/2024	14	89.12	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34546	14.98	176.24	196.01	210	05/09/2024	19/09/2024	14	93.34	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34002	14.98	176.24	192.93	210	05/09/2024	19/09/2024	14	91.87	
Promedio De Esf. Rotura					190.52						90.72

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA		AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%	
		Kg	Ø cm								
1	BRIQUETA DE PRUEBA	37669	15.01	176.95	212.88	210	05/09/2024	03/11/2024	28	101.37	
2	BRIQUETA DE PRUEBA	37351	15.01	176.95	211.08	210	05/09/2024	03/11/2024	28	100.52	
3	BRIQUETA DE PRUEBA	36624	14.98	176.24	207.80	210	05/09/2024	03/11/2024	28	98.95	
4	BRIQUETA DE PRUEBA	38190	14.98	176.24	216.69	210	05/09/2024	03/11/2024	28	103.19	
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36265	15.01	176.95	204.94	210	05/09/2024	03/11/2024	28	97.59	
Promedio De Esf. Rotura					210.68						100.32

#### OBSERVACIONES:

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



*[Signature]*  
Ing. Anbaldo Lara Torres  
DIRECTOR



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



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP-339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VIAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

**SOLICITANTE:** Bach. JUAN RENE PUMA RAMÍREZ  
**LUGAR:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA  
**FECHA:** SETIEMBRE - OCTUBRE DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN LABORATORIO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	23486	15.01	176.95	132.73	210	05/09/2024	12/09/2024	7	63.20
2	BRIQUETA DE PRUEBA	24272	14.98	176.24	137.72	210	05/09/2024	12/09/2024	7	65.58
3	BRIQUETA DE PRUEBA	25158	14.98	176.24	142.75	210	05/09/2024	12/09/2024	7	67.97
4	BRIQUETA DE PRUEBA	25667	15.01	176.95	145.05	210	05/09/2024	12/09/2024	7	69.07
5	BRIQUETA DE PRUEBA	25212	14.98	176.24	143.05	210	05/09/2024	12/09/2024	7	68.12
Promedio De Esf. Rotura					140.26					66.79

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	34521	14.98	176.24	195.87	210	05/09/2024	19/09/2024	14	93.27
2	BRIQUETA DE PRUEBA	34030	14.98	176.24	193.09	210	05/09/2024	19/09/2024	14	91.95
3	BRIQUETA DE PRUEBA	33926	15.01	176.95	191.73	210	05/09/2024	19/09/2024	14	91.30
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34418	15.01	176.95	194.51	210	05/09/2024	19/09/2024	14	92.62
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34852	14.98	176.24	197.75	210	05/09/2024	19/09/2024	14	94.17
Promedio De Esf. Rotura					194.59					92.66

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	38157	14.98	176.24	216.50	210	05/09/2024	03/11/2024	28	103.10
2	BRIQUETA DE PRUEBA	36916	14.98	176.24	209.46	210	05/09/2024	03/11/2024	28	99.74
3	BRIQUETA DE PRUEBA	36525	15.02	177.19	217.43	210	05/09/2024	03/11/2024	28	103.54
4	BRIQUETA DE PRUEBA	37671	14.98	176.24	213.74	210	05/09/2024	03/11/2024	28	101.78
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36653	15.01	176.95	207.14	210	05/09/2024	03/11/2024	28	98.64
Promedio De Esf. Rotura					212.85					101.86

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

M.Sc. Ing. Arnaldo Yana Torres



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP-339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

**SOLICITANTE:** Bach. JUAN RENÉ PUMA RAMÍREZ

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

**FECHA:** SETIEMBRE - OCTUBRE DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN OBRA

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	24886	15.01	176.95	140.64	210	05/09/2024	12/09/2024	7	66.97
2	BRIQUETA DE PRUEBA	24510	14.98	176.24	139.07	210	05/09/2024	12/09/2024	7	66.22
3	BRIQUETA DE PRUEBA	24013	14.98	176.24	136.25	210	05/09/2024	12/09/2024	7	64.88
4	BRIQUETA DE PRUEBA	23862	14.98	176.24	135.39	210	05/09/2024	12/09/2024	7	64.47
5	BRIQUETA DE PRUEBA	24337	15.01	176.95	137.54	210	05/09/2024	12/09/2024	7	65.49
Promedio De Esf. Rotura					137.78					65.61

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	33695	14.98	176.24	191.18	210	05/09/2024	19/09/2024	14	91.04
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33442	14.98	176.24	189.75	210	05/09/2024	19/09/2024	14	90.36
3	BRIQUETA DE PRUEBA	34376	15.01	176.95	194.27	210	05/09/2024	19/09/2024	14	92.51
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34128	14.98	176.24	193.64	210	05/09/2024	19/09/2024	14	92.21
5	BRIQUETA DE PRUEBA	33192	14.98	176.24	188.33	210	05/09/2024	19/09/2024	14	89.88
Promedio De Esf. Rotura					191.43					91.18

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	38112	15.01	176.95	215.38	210	05/09/2024	03/11/2024	28	102.56
2	BRIQUETA DE PRUEBA	37851	15.01	176.95	213.91	210	05/09/2024	03/11/2024	28	101.86
3	BRIQUETA DE PRUEBA	37122	14.98	176.24	210.63	210	05/09/2024	03/11/2024	28	100.39
4	BRIQUETA DE PRUEBA	37660	14.98	176.24	213.88	210	05/09/2024	03/11/2024	28	101.75
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36882	15.01	176.95	208.43	210	05/09/2024	03/11/2024	28	99.25
Promedio De Esf. Rotura					212.41					101.45

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FICP - CARRERA INGENIERIA CIVIL  
M.S.C.A. JEFATURA  
JULIACA  
Dr. Arnaldo Inoa Torres



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



### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP-339.034

**TEMA:** EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

**SOLICITANTE:** Bach. JUAN RENÉ PUMA RAMÍREZ

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

**FECHA:** SETIEMBRE - OCTUBRE DEL 2024

### PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN LABORATORIO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	TOS %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	23926	15.01	176.95	135.21	210	05/09/2024	12/09/2024	7	64.39
2	BRIQUETA DE PRUEBA	24566	14.98	176.24	139.39	210	05/09/2024	12/09/2024	7	66.37
3	BRIQUETA DE PRUEBA	24424	14.98	176.24	138.58	210	05/09/2024	12/09/2024	7	65.99
4	BRIQUETA DE PRUEBA	25361	14.98	176.24	143.90	210	05/09/2024	12/09/2024	7	68.52
5	BRIQUETA DE PRUEBA	25038	15.01	176.95	141.50	210	05/09/2024	12/09/2024	7	67.36
Promedio De Esf. Rotura					139.72					66.53

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	TOS %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	34621	14.98	176.24	196.44	210	05/09/2024	19/09/2024	14	93.54
2	BRIQUETA DE PRUEBA	33848	14.98	176.24	192.05	210	05/09/2024	19/09/2024	14	91.45
3	BRIQUETA DE PRUEBA	34525	15.01	176.95	195.11	210	05/09/2024	19/09/2024	14	92.91
4	BRIQUETA DE PRUEBA	33562	14.98	176.24	190.43	210	05/09/2024	19/09/2024	14	90.68
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34810	14.98	176.24	197.51	210	05/09/2024	19/09/2024	14	94.05
Promedio De Esf. Rotura					194.31					92.53

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	TOS %
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	37752	15.01	176.95	213.35	210	05/09/2024	03/11/2024	28	101.59
2	BRIQUETA DE PRUEBA	39021	15.01	176.95	220.52	210	05/09/2024	03/11/2024	28	105.01
3	BRIQUETA DE PRUEBA	38455	14.98	176.24	218.19	210	05/09/2024	03/11/2024	28	103.90
4	BRIQUETA DE PRUEBA	37642	14.98	176.24	213.58	210	05/09/2024	03/11/2024	28	101.70
5	BRIQUETA DE PRUEBA	38334	15.01	176.95	216.64	210	05/09/2024	03/11/2024	28	103.16
Promedio De Esf. Rotura					216.48					103.07

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
M.S.C. INVESTIGADOR  
Mtro. Domingo Jairo Torres  
2024



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 13-01-2025

I. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JUAN RENE PUMA RAMIREZ

Dirección: Jr. UNION 134

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73930012

Teléfono: 969 277 343 email: jrpr1822puma@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

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

Asesor: Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN PAVIMENTACIÓN DE VÍAS Y SU  
INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE CONCRETOS PARA  
PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): PROCESOS CONSTRUCTIVOS, PAVIMENTACIÓN DE VÍAS, PAVIMENTO RÍGIDO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

1

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

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

13-01-2025

Fecha