TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

# EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. ERICSON JOEL SANCHO CONDORI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

JULIACA - PERÚ

2026

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

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# UNIVERSIDAD ANDINA

# NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

## FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

# EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. ERICSON JOEL SANCHO CONDORI**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

| | | |
|---|---|---|
| **PRESIDENTE** | : | Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA |
| **PRIMER MIEMBRO** | : | Dr. LEONEL SUASACA PELINCO |
| **SEGUNDO MIEMBRO** | : | Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES |
| **ASESOR DE TESIS** | : | Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA |
| **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** | : | **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17** |

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

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 0286-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 20 de mayo del 2026

**VISTO:** El expediente **N° 2026-CU-004014** presentado por el (la) Bachiller: **ERICSON JOEL SANCHO CONDORI** 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. **ERICSON JOEL SANCHO CONDORI,** quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA**, 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. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
* **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
* **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**ARTICULO SEGUNDO**. – **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA.**

**ARTICULO TERCERO**. – **APROBAR,** la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **ERICSON JOEL SANCHO CONDORI;** del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

* **FECHA** : Miercoles 27 de mayo del 2026
* **HORA** : 15:30 hr
* **LUGAR** : Aula 306 - 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.

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

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

cc.
Archivo
interesado (a)

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

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 0149-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de abril del 2026

**VISTO:** El expediente **N° 2026 - CU-001868**, presentado por el señor (a) **ERICSON JOEL SANCHO CONDORI** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN,** el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la RESOLUCIÓN DECANAL N° 523-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobar, el PROYECTO DE INVESTIGACIÓNRESOLUCIÓN DECANAL N° 1740-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación del INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS), para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **ERICSON JOEL SANCHO CONDORI,** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulada: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la RESOLUCIÓN DECANAL N° 523-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobar, el PROYECTO DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 1740-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación del INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS).

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulada: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

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 del Director de la Unidad 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, 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 **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION,** designado al señor (a): **ERICSON JOEL SANCHO CONDORI,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN, se le asigna como:**

**ASESOR: Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente **Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA.**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

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

cc.
Archivo 2026
Interesado (a)

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

TESIS UANCV



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 1740-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 16485 por el señor (a): **ERICSON JOEL SANCHO CONDORI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – **N° 1447 - 2024**-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato **N° 335 - 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): **ERICSON JOEL SANCHO CONDORI,** ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 335 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA**, 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): **ERICSON JOEL SANCHO CONDORI,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA** 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), **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA.**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47795

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efrain Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)

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

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 523-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 01 de julio del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 3715, presentado el o (la) Bachiller **ERICSON JOEL SANCHO CONDORI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 230 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 165 -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 o (la) Bachiller: **ERICSON JOEL SANCHO CONDORI** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 165 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA.**

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **ERICSON JOEL SANCHO CONDORI,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA** 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 **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA.**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ" FACULTAD DE INGENIERIAS Y Cs. PURAS
Dr. WALTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efrain Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
Central Telefónica: (051) 321142 - Juliaca - Puno - Perú - Pag. Web: www.
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"


# ERICSON JOEL SANCHO CONDORI

## EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA...

Trabajos de investigación para Repositorio

### Detalles del documento

Identificador de la entrega
**trn:oid:::13016:615213021**

Fecha de entrega
**18 ago 2026, 10:00 GMT-5**

Fecha de descarga
**18 ago 2026, 11:07 GMT-5**

Nombre del archivo
**T036_46052142_T.docx**

Tamaño del archivo
**38.9 MB**

**105 páginas**

**12.067 palabras**

**68.326 caracteres**

turnitin Página 1 de 115 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::13016:615213021
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# 22% Similitud general

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

## Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

16% Fuentes de Internet
3% Publicaciones
19% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

**N.º de alertas de integridad para revisión**

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

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


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

| Título de la tesis | |
|---|---|
| EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA | |
| **Datos de autor** | |
| Nombres y apellidos | ERICSON JOEL SANCHO CONDORI |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 46052142 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0009-0007-0782-7886 |
| **Datos de asesor** | |
| Nombres y apellidos | FRITZ WILLY MAMANI APAZA |
| *Tipo de documento de identidad* | DNI |
| Número de documento de identidad | 02306659 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0000-0002-0268-5061 |
| **Datos del jurado** | |
| **Presidente del jurado** | |
| Nombres y apellidos | OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02371550 |
| **Miembro del jurado 1** | |
| Nombres y apellidos | LEONEL SUASACA PELINCO |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 40865558 |
| **Miembro del jurado 2** | |
| *Nombres y apellidos* | *FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES* |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02442876 |

| **Datos de investigación** | |
|---|---|
| Línea de investigación | Tecnología de la construcción - **P17** |
| Grupo de investigación | No aplica. |
| Agencia de financiamiento | Sin financiamiento |
| Ubicación geográfica de la investigación | País: Perú<br>Departamento: Puno<br>Provincia: San Román<br>Distrito: Juliaca<br><br>- Latitud: S 15° 29′ 27′′<br>- Longitud: O 70° 07′ 37′′<br><br><br>https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1h1Vr-mtWZFvQ2EDnJCvPdXEVp8KSc2A&usp=sharing |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación | Julio 2025 – Mayo 2026 |
| URL de disciplinas OCDE<br>https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html<br>- Librería | Ingeniería Civil<br>https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01<br><br>Ingeniería del la Construcción<br>https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03 |

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

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

# DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ERICSON JOEL SANCHO CONDORI, identificado con DNI Nro. 46052142, 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 ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 03 de JUNIO del 2026

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)

Huella

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

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico a las siguientes personas:

A mis padres Macario y Sabina, por su amor y paciencia que me llevan a seguir especializándome en la carrera que elegí.

A mi hermana Judith, la cual con su experiencia académica me motivó a seguir desarrollándome como profesional y persona.

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

## AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento al Dr. Fritz Willy Mamani Apaza, asesor de la presente tesis, por su invaluable orientación, sus acertados consejos y el acompañamiento brindado a lo largo del desarrollo de esta investigación, contribuciones que fueron fundamentales para enriquecer y fortalecer la calidad del trabajo realizado.

Asimismo, extiendo mi gratitud a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez, institución que me brindó la formación académica y los conocimientos necesarios para mi desarrollo profesional, y a cada uno de los docentes que, con su dedicación y experiencia, me inspiraron a descubrir el tipo de profesional que soy capaz de llegar a ser.

# ÍNDICE

DEDICATORIA ..... i
AGRADECIMIENTO ..... ii
ÍNDICE ..... iii
ÍNDICE DE TABLAS ..... ix
ÍNDICE DE FIGURAS ..... x
RESUMEN ..... xi
ABSTRACT ..... xii
INTRODUCCIÓN ..... xiii

**CAPITULO I**

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1 Análisis de la situación problemática ..... 15
1.2 Planteamiento del problema ..... 16
1.2.1 Problema General ..... 16
1.2.2 Problemas Específicos ..... 17
1.3 Objetivos de la investigación ..... 17
1.3.1 Objetivo general ..... 17
1.3.2 Objetivos específicos ..... 17
1.4 Justificación e importancia de la investigación ..... 17
1.5 Hipótesis de trabajo ..... 18
1.5.1 Hipótesis General ..... 18
1.5.2 Hipótesis Específicas ..... 19
1.6 Variables de investigación ..... 19
1.6.1 Variable independiente ..... 19
1.6.2 Variable dependiente ..... 19

1.7 Operacionalización de variables ..... 19

1.7.1 Variable independiente ..... 19

1.7.2 Variable dependiente ..... 20

**CAPITULO II**

**MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes ..... 21

2.1.1. Antecedentes Internacionales ..... 21

2.1.2. Antecedentes nacionales ..... 22

2.1.3. Antecedentes locales ..... 22

2.2. Marco teórico ..... 23

2.2.1. Pavimentos ..... 23

2.2.2. Clasificación de los Pavimentos ..... 24

2.2.2.1. Pavimentos Flexibles ..... 24

2.2.2.2. Pavimentos Rígidos ..... 25

2.2.2.3. Pavimentos Semirrígidos ..... 25

2.2.2.4. Pavimento Flexible ..... 26

2.2.3. Estructura del Pavimento Flexible ..... 26

2.2.3.1. Carpeta Asfáltica ..... 26

2.2.3.2. Base Granular ..... 27

2.2.3.3. Subbase Granular ..... 27

2.2.3.4. Subrasante ..... 28

2.2.4. Evaluación estructural del pavimento flexible ..... 28

2.2.4.1. Objetivos de la Evaluación Estructural ..... 28

2.2.4.2. Tipos de Evaluación del Pavimento ..... 28

2.2.5. Métodos de Evaluación Estructural ..... 29

2.2.5.1. Ensayos Destructivos ..... 29
2.2.5.2. Ensayos No Destructivos ..... 29
2.2.6. Fallas en Pavimentos Flexibles ..... 30
2.2.6.1. Fisuración ..... 30
2.2.6.2. Deformaciones ..... 30
2.2.6.3. Desintegración ..... 31
2.2.7. Índice de Condición del Pavimento (PCI) ..... 31
2.2.7.1. Definición ..... 31
2.2.7.2. Clasificación del PCI ..... 31
2.2.8. Vida Útil del Pavimento ..... 32
2.2.8.1. Definición ..... 32
2.2.8.2. Factores que Influyen en la Vida Útil ..... 32
2.2.9. Rehabilitación de Pavimentos Flexibles ..... 32
2.2.9.1. Tipos de Rehabilitación ..... 32
2.2.10. Normativa Aplicable ..... 33
2.2.11. Derecho de vía ..... 33
2.2.11.1. Ancho Normal ..... 33
2.2.11.2. Ancho mínimo ..... 33
2.2.11.3. Previsión de ensanche ..... 33
2.2.12. Diseño geométrico ..... 34
2.2.12.1. Distancia de visibilidad ..... 34
2.2.12.2. Visibilidad de parada ..... 34
2.2.12.3. Elementos del diseño geométrico ..... 35
2.2.12.4. Alineamiento horizontal ..... 35
2.2.12.5. Consideraciones para el alineamiento horizontal ..... 35

2.2.12.6. Curvas horizontales ..... 36
2.2.12.7. Elementos de una curva simple ..... 36
2.2.13. Pendiente ..... 37
2.2.14. Sección Transversal ..... 38
2.2.14.1. Calzada ..... 38
2.2.15. Especificaciones Para Material de Lastrado ..... 38
2.2.15.1. Granulometría ..... 38
2.2.16. Tipos de Fallas ..... 39
2.2.16.1. Piel de Cocodrilo ..... 39
2.2.16.2. Exudación ..... 40
2.2.17. Composición en volumen de las distintas fases ..... 42
2.2.18. Naturaleza del suelo y la compactación ..... 43
2.2.18.1. Forma de las partículas. ..... 44
2.2.18.2. Textura de las partículas del suelo. ..... 44
2.2.18.3. Orientación de las partículas. ..... 44
2.2.18.4. Actividad superficial de las partículas del suelo. ..... 45
2.2.18.5. Características de un suelo granular. ..... 45
2.2.18.6. Características de un suelo arcilloso. ..... 46
2.2.19. Secuencia de las etapas del ensayo de compactación ..... 47
2.2.19.1. Rama seca. ..... 47
2.2.19.2. Lubricación y expulsión del aire. ..... 48
2.2.19.3. Rama húmeda. ..... 48
2.2.19.4. Curvas típicas para diferentes tipos de suelos. ..... 49
2.2.20. Exigencias de compactación ..... 50
2.2.21. Métodos de compactación. ..... 51

2.2.21.1. Compactación por impacto ..... 52
2.2.21.2. Compactación por vibración ..... 53
2.2.22. Control de compactación ..... 54
2.2.22.1. La densidad como control ..... 54
2.2.22.2. Ensayos de control de compactación ..... 54
2.2.22.3. Ensayos destructivos ..... 54
2.2.22.4. Ensayos no destructivos ..... 55
2.2.22.5. Ensayos de laboratorio ..... 57
2.2.22.6. Ensayo de compactación en laboratorio ..... 58
2.3. Marco Conceptual ..... 59
2.3.1. Sistema nacional ..... 59
2.3.2. Sistema departamental ..... 59
2.3.3. Sistema vecinal ..... 60
2.3.4. Carreteras duales ..... 60
2.3.5. Trocha carrozable ..... 60
2.3.6. Visibilidad de parada ..... 61
2.3.7. Pendiente ..... 61
2.3.8. Alcantarilla ..... 61
2.3.9. Cantera ..... 61
2.3.10. Metrado ..... 61
2.3.11. Cubicación de Tierras ..... 62

**CAPITULO III**

**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1 Tipo de Investigación ..... 63
3.2 Enfoque de Investigación ..... 63

3.3 Nivel de Investigación ..... 64
3.4 Diseño de Investigación ..... 64
3.5 Método de Investigación ..... 64
3.6 Población y Muestra ..... 64
3.7 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos ..... 65
3.8 Procedimiento de Investigación ..... 65
3.9 Variables de Investigación ..... 66
3.10 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos ..... 67
3.11 Ubicación del Área de Estudio ..... 67
3.12 Consideraciones Éticas ..... 67

**CAPITULO IV**

**ANÁLISIS Y RESULTADOS**

4.1 Compactación del suelo ..... 68
4.2 Verificación de la hipótesis ..... 69
4.3 Prueba t para la densidad de compactación ..... 70
4.4 Daños existentes ..... 71
4.5 Rango de clasificación del PCI ..... 71
4.6 Resumen de PCI por unidades de inspección en la calzada ..... 72
CONCLUSIONES ..... 74
RECOMENDACIONES ..... 75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 76
ANEXOS ..... 77

# ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1** Intervención del PCI ..... 32

**Tabla 2** Elementos de Curvas Simples ..... 37

**Tabla 3** Granulometría para Material de Afirmado ..... 38

**Tabla 4** Algunas características y plasticidad en suelos ..... 50

**Tabla 5** Dirección Nacional de Vialidad ..... 51

**Tabla 6** compactación de diferentes suelos ..... 53

**Tabla 7** Prueba T pareada ..... 70

**Tabla 8** Rango de clasificación PCI ..... 71

**Tabla 9** PCI por unidades de inspección en la calzada ..... 72

# ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1** Principales elementos geométricos de una curva simple ..... 37

**Figura 2** Piel de cocodrilo ..... 40

**Figura 3** Exudación ..... 41

**Figura 4** Esferas sólidas ..... 42

**Figura 5** Fuerzas de tensión superficial en el contacto entre partículas esféricas ..... 43

**Figura 6** Modelo simplificado de suelo granular ..... 46

**Figura 7** Estructura interna de un suelo arcilloso con partículas gruesas y paquetes de arcilla ..... 47

**Figura 8** Relación entre densidad seca y contenido de humedad, según el tipo de suelo..... 49

**Figura 9** Relación entre la curva Proctor y la curva densidad-valor soporte para el control de compactación..... 51

**Figura 10** Rodillos de compactación ..... 52

**Figura 11** Apisonador de compactación ..... 52

**Figura 12** Placa vibratoria ..... 53

**Figura 13** Equipo de cono y arena ..... 55

**Figura 14** Equipo densímetro nuclear ..... 56

**Figura 15** Ensayo Proctor, ensayo Hayard (suelos cohesivos) ..... 57

**Figura 16** Densidad relativa (suelos granulares) ..... 57

**Figura 17** Equipo Para ensayo Proctor ..... 58

**Figura 18** Curva relación humedad/densidad máxima(máquina). ..... 68

**Figura 19** Ahorro en tiempo del proceso de compactación ..... 69

**Figura 20** Berma del pavimento flexible ..... 79

**Figura 21** Pavimento flexible Urb. Santa Adriana..... 79

**Figura 22** Laterales del pavimento flexible ..... 80

# RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar estructuralmente el pavimento flexible de la Avenida Lampa, ubicada en la Urbanización Santa Adriana I Etapa de la ciudad de Juliaca. La investigación es de tipo aplicada, con nivel descriptivo–evaluativo y diseño no experimental de corte transversal, orientada a analizar la condición actual del pavimento mediante la recolección de datos en campo, ensayos técnicos y análisis especializado. Para el desarrollo del estudio se emplearon los métodos deductivo, descriptivo y analítico. Asimismo, se realizó el aforo vehicular con la finalidad de comparar el volumen de tránsito actual con el tráfico de diseño. La evaluación superficial del pavimento se efectuó mediante la aplicación de la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Los resultados obtenidos muestran un PCI de 51.18 en la calzada de este a oeste y 48.27 en la calzada de oeste a este, clasificándose ambas como estado "Regular". En función de estos resultados, se determinó la necesidad de una intervención mediante rehabilitación del pavimento, que incluye la reparación de fallas identificadas y la aplicación de un tratamiento superficial con mortero asfáltico tipo Slurry Seal, con la finalidad de mejorar la superficie de rodadura y prolongar la vida útil de la vía.

**Palabras clave:** Pavimento flexible, PCI, evaluación estructural, rehabilitación, Slurry Seal.

# ABSTRACT

The objective of this research is to structurally evaluate the flexible pavement of Avenida Lampa located in Santa Adriana I Stage Urbanization in the city of Juliaca. This study is applied research with a descriptive-evaluative level and a non-experimental cross-sectional design, aimed at analyzing the current pavement condition through field data collection, technical tests, and specialized analysis. Deductive, descriptive, and analytical methods were used for the research development. In addition, traffic counting was conducted to compare the current traffic volume with the design traffic. The pavement surface evaluation was carried out using the Pavement Condition Index (PCI) methodology. The results obtained showed a PCI value of 51.18 for the east-west lane and 48.27 for the west-east lane, both classified as "Fair" condition. Based on these results, pavement rehabilitation was determined as the most appropriate intervention, including repair of identified failures and the application of a Slurry Seal surface treatment to improve the riding surface and extend the pavement service life.

**Keywords:** Flexible pavement, PCI, structural evaluation, rehabilitation, Slurry Seal.

# INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano acelerado de la ciudad de Juliaca en los últimos años ha generado una mayor demanda en la infraestructura vial, particularmente en las vías urbanas de alto tránsito. En este contexto, la Avenida Lampa, ubicada en la Urbanización Santa Adriana I Etapa, constituye una de las principales arterias de circulación vehicular y peatonal, desempeñando un rol fundamental en la conectividad y el desarrollo económico de la zona. Sin embargo, el incremento del parque automotor, las condiciones climáticas adversas propias de la región altiplánica y la posible deficiencia en los procesos constructivos y de mantenimiento han contribuido al deterioro progresivo del pavimento flexible.

El pavimento flexible, por su naturaleza estructural, está diseñado para soportar cargas repetitivas distribuyendo esfuerzos a través de sus capas; no obstante, cuando estas condiciones exceden su capacidad de diseño o no se realizan intervenciones oportunas, se generan fallas estructurales como fisuras, deformaciones, baches y pérdida de capacidad funcional. Estas patologías no solo afectan la transitabilidad, sino que también incrementan los costos de operación vehicular y generan riesgos para la seguridad vial.

En este sentido, la evaluación estructural del pavimento flexible se convierte en una herramienta esencial para diagnosticar el estado actual de la vía, identificar los tipos y niveles de deterioro existentes, así como determinar la capacidad estructural remanente del pavimento. Este proceso permite establecer criterios técnicos para la toma de decisiones respecto a su rehabilitación, mantenimiento o reconstrucción, garantizando la optimización de los recursos y la sostenibilidad de la infraestructura vial.

La presente investigación tiene como objetivo realizar la evaluación estructural del pavimento flexible de la Avenida Lampa en la Urbanización Santa Adriana I Etapa de la ciudad de Juliaca, mediante el análisis de sus condiciones físicas y funcionales, empleando metodologías técnicas de inspección y evaluación vial. Asimismo, busca aportar información relevante que contribuya a la mejora de la gestión vial urbana y al desarrollo de futuras intervenciones en la infraestructura de transporte.

Finalmente, el estudio se justifica en la necesidad de contar con diagnósticos precisos que permitan mejorar la calidad de vida de la población, optimizar la movilidad urbana y fortalecer la planificación y ejecución de proyectos viales en la ciudad de Juliaca.

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Análisis de la situación problemática

Uno de los mayores obstáculos en el diseño y la construcción de carreteras es acertar con los parámetros de diseño del pavimento. Esto implica tener en cuenta aspectos como la demanda de tráfico prevista, las condiciones de la subbase y el clima local a la hora de determinar los espesores recomendados.

Para mantener bajos los costes, que están directamente relacionados con las consideraciones técnicas, es esencial minimizar el margen de seguridad al calcular los requisitos para los pavimentos rígidos. Esto pone de relieve la necesidad de contar con técnicas precisas que garanticen la idoneidad de los espesores previstos, manteniendo al mismo tiempo los resultados obtenidos dentro de una tolerancia reducida.

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

Las principales vías de la ciudad de Juliaca se encontraban en mal estado, por lo que la Municipalidad Provincial de San Román ha puesto en marcha un programa para mejorar la infraestructura viaria. Tanto los beneficiarios directos como la población en general que utilizará estas carreteras una vez que estén operativas verán mejorada su calidad de vida gracias a esta iniciativa.

## 1.2 Planteamiento del problema

El deficiente estado de la red vial en la ciudad de Juliaca genera actualmente serias dificultades en la circulación vehicular, provocando un acelerado desgaste en los vehículos que transitan por estas vías e incrementando considerablemente los tiempos de desplazamiento, situación que se agrava durante la temporada de lluvias.

Ante esta problemática, la Municipalidad Provincial de San Román ha identificado como una prioridad la pavimentación de los jirones ubicados en diversas urbanizaciones del área urbana. Estas vías cumplen una función articuladora entre distintos sectores de la ciudad de Juliaca, lo que justifica su atención inmediata. Para viabilizar esta intervención, se ha formulado el Expediente Técnico denominado: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE MOVILIDAD URBANA EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA URB. SANTA ADRIANA DEL DISTRITO DE JULIACA – PROVINCIA DE SAN ROMÁN – DEPARTAMENTO DE PUNO (PRIMERA ETAPA), cuyo financiamiento se gestionará a través de la Municipalidad Provincial de San Román.

### 1.2.1 Problema General

¿Cuál es la condición estructural del pavimento flexible de la Avenida Lampa en la Urbanización Santa Adriana I Etapa de la ciudad de Juliaca?

### 1.2.2 Problemas Específicos

- ✓ ¿Cuál es el estado superficial del pavimento flexible de la Avenida Lampa?
- ✓ ¿Cuáles son las fallas predominantes del pavimento flexible?
- ✓ ¿Cuál es el nivel de servicio actual del pavimento flexible de la Avenida Lampa?

## 1.3 Objetivos de la investigación

### *1.3.1 Objetivo general*

Evaluar estructuralmente el pavimento flexible de la Avenida Lampa en la Urbanización Santa Adriana I Etapa de la ciudad de Juliaca.

### *1.3.2 Objetivos específicos*

- ✓ Determinar el estado superficial del pavimento flexible.
- ✓ Identificar y clasificar las fallas del pavimento flexible.
- ✓ Determinar el nivel de servicio del pavimento evaluado.

## 1.4 Justificación e importancia de la investigación

El crecimiento urbano y la movilidad de los ciudadanos se ven obstaculizados por la red viaria de la ciudad, que se está deteriorando progresivamente. La población se ve directamente afectada por el estado actual de las carreteras, lo que provoca una serie de problemas. Entre ellos se incluyen dificultades en la fluidez del tráfico, el desgaste prematuro de los componentes mecánicos de los vehículos y el aumento de los tiempos de desplazamiento.

Estos problemas se agravan especialmente durante las lluvias, que son habituales en la región del Altiplano.

Ante esta situación, el Ayuntamiento Provincial de San Román ha decidido dar máxima prioridad a la infraestructura viaria de la ciudad. Se es consciente de que unas carreteras en buen estado son esenciales para mejorar las condiciones de vida de los habitantes y fomentar el crecimiento económico de la región. Debido a su importancia a la hora de conectar diversas zonas de Juliaca y facilitar el tráfico y la integración urbana, las calles que conforman el barrio de Santa Adriana han sido, hasta la fecha, las que han recibido mayor atención en lo que respecta al pavimento.

Se ha elaborado el expediente técnico titulado MEJORA DE LOS SERVICIOS DE MOVILIDAD URBANA EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL COMPLEJO RESIDENCIAL SANTA ADRIANA EN EL DISTRITO DE JULIACA PROVINCIA DE SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO DE PUNO, con el fin de iniciar las obras de mejora viaria previstas y obtener la financiación necesaria de la Municipalidad Provincial de San Román.

## 1.5 Hipótesis de trabajo

### *1.5.1 Hipótesis General*

El pavimento flexible de la Avenida Lampa en la Urbanización Santa Adriana I Etapa presenta deficiencias estructurales que afectan su nivel de servicio y funcionalidad.

### *1.5.2 Hipótesis Específicas*

- ✓ El pavimento flexible presenta deterioros superficiales significativos.
- ✓ Las fallas predominantes son fisuras, deformaciones y baches.
- ✓ El nivel de servicio del pavimento se encuentra en condición regular o mala.

## 1.6 Variables de investigación

### *1.6.1 Variable independiente*

Evaluación estructural del pavimento flexible

### *1.6.2 Variable dependiente*

Condición estructural del pavimento flexible de la Avenida Lampa

## 1.7 Operacionalización de variables

### *1.7.1 Variable independiente*

Evaluación estructural del pavimento flexible

| Dimensión | Indicadores | Técnica | Instrumento |
|---|---|---|---|
| Estado superficial | Tipo de fallas | Observación | Ficha de inspección |
| | Severidad de fallas | Observación | Ficha PCI |
| | Extensión de fallas | Observación | Formato PCI |
| Tránsito vehicular | Volumen de tránsito | Conteo vehicular | Ficha de conteo |
| Características estructurales | Espesor de capas | Calicatas | Ficha técnica |

### *1.7.2 Variable dependiente*

Condición estructural del pavimento flexible

| Dimensión | Indicadores | Técnica | Instrumento |
|---|---|---|---|
| Nivel de servicio | Índice de condición del pavimento (PCI) | Evaluación | Formato PCI |
| Condición funcional | Rugosidad | Observación | Ficha técnica |
| Vida útil remanente | Años de servicio | Análisis | Cálculo técnico |

# CAPITULO II

# MARCO TEÓRICO

## 2.1. Antecedentes

### *2.1.1. Antecedentes Internacionales*

Abhishek R. et al. (2019), en la investigación titulada "Structural Evaluation of Flexible Pavement", publicada en International Journal of Engineering Research & Technology, evaluaron la condición estructural de pavimentos flexibles mediante métodos de análisis estructural y deflexión. El estudio concluyó que la evaluación estructural permite determinar oportunamente el deterioro del pavimento y planificar actividades de mantenimiento adecuadas.

Investigadores (2022), en el estudio "Comparative study on structural evaluation of flexible pavement using BBD and FWD", analizaron la evaluación estructural de pavimentos flexibles utilizando la viga Benkelman y el deflectómetro de impacto. Los resultados evidenciaron que ambos métodos son adecuados para evaluar la capacidad estructural del pavimento y determinar intervenciones de mantenimiento oportunas.

### *2.1.2. Antecedentes nacionales*

Linares Siesquén, Linda Vanessa (2021), en la tesis titulada "Evaluación y diagnóstico del estado del pavimento flexible utilizando la metodología PCI y la viga Benkelman en la Av. Confraternidad en la ciudad de Chiclayo", tuvo como objetivo evaluar el estado estructural del pavimento flexible mediante inspección visual y ensayo deflectométrico. La investigación concluyó que el pavimento presentaba fallas estructurales significativas, recomendando la rehabilitación estructural de la vía. Este antecedente aporta metodología aplicable al presente estudio.

Méndez García, Stephanie y Amasifuen Caro, Jorge (2020), en la investigación titulada "Evaluación estructural de pavimento de la carretera Iquitos – Nauta utilizando la viga Benkelman", desarrollada en la Universidad Científica del Perú, evaluaron la capacidad estructural del pavimento mediante el análisis de deflexiones. Los resultados indicaron que la deflexión característica fue menor a la admisible, concluyendo que el pavimento presentaba un comportamiento estructural aceptable bajo condiciones actuales de tránsito.

### *2.1.3. Antecedentes locales*

Cusi Arapa, Olger Walter (2023), en su tesis titulada "Evaluación deflectométrica del pavimento flexible en la ciudad de Juliaca empleando viga Benkelman", desarrollada en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, tuvo como objetivo evaluar la condición estructural del pavimento flexible mediante el uso de la viga Benkelman en la Avenida Héroes de la Guerra del Pacífico. La investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño no

experimental. Los resultados indicaron que las deflexiones obtenidas no superaron los límites admisibles, concluyendo que el pavimento presenta una condición estructural favorable, aunque se evidenciaron zonas con comportamiento deficiente del pavimento. Este estudio aporta criterios técnicos para la evaluación estructural del pavimento flexible en la ciudad de Juliaca.

Cáceres Quispe, Daniel Gustavo (2024), en la investigación titulada "Análisis de la condición del pavimento flexible empleando el rugosímetro de Merlin y la viga Benkelman en la carretera Juliaca – Lampa", desarrollada en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, evaluó el estado superficial y estructural del pavimento flexible. Los resultados mostraron una rugosidad promedio IRI de 6.66 m/km y una deflexión característica superior a la admisible, determinándose que el pavimento se encontraba en estado deficiente, recomendando la reconstrucción del tramo evaluado. Este estudio demuestra la importancia de la evaluación estructural mediante métodos no destructivos.

## 2.2. Marco teórico

### *2.2.1. Pavimentos*

Se denomina pavimento a la estructura conformada por una o más capas de materiales cuidadosamente seleccionados, la cual es diseñada y ejecutada sobre la subrasante con la finalidad de resistir y distribuir de manera eficiente las cargas generadas por el tránsito vehicular, ofreciendo una superficie de rodadura que reúna condiciones de seguridad, comodidad y durabilidad a lo largo del tiempo.

La función esencial del pavimento consiste en transferir las solicitaciones producidas por el tráfico hacia las capas subyacentes del terreno, atenuando progresivamente los esfuerzos transmitidos hasta alcanzar niveles compatibles con la capacidad portante de la subrasante, evitando así la aparición de deformaciones excesivas o el colapso estructural de la vía.

### 2.2.2. Clasificación de los Pavimentos

Los pavimentos se clasifican principalmente en:

#### 2.2.2.1. Pavimentos Flexibles

ste tipo de pavimento está conformado por una capa de mezcla asfáltica apoyada sobre un conjunto de capas granulares, las cuales tienen la función de transmitir y disipar gradualmente las cargas vehiculares hasta llegar a la subrasante. Su principal característica es la capacidad de absorber deformaciones bajo la acción de las cargas sin que ello implique necesariamente una falla estructural inmediata, lo que le confiere cierta adaptabilidad ante los movimientos del terreno de soporte.

Características principales:

- ✓ Presentan mayor deformación elástica
- ✓ Requieren mantenimiento periódico
- ✓ Menor costo inicial de construcción
- ✓ Mayor facilidad de reparación
- ✓ Vida útil dependiente del mantenimiento

#### 2.2.2.2. Pavimentos Rígidos

Son estructuras compuestas por losas de concreto hidráulico que distribuyen las cargas sobre un área mayor. Su principal característica es su elevada rigidez.

Características principales:

- ✓ Alta capacidad estructural
- ✓ Mayor vida útil
- ✓ Mayor costo inicial
- ✓ Menor mantenimiento

#### 2.2.2.3. Pavimentos Semirrígidos

Los pavimentos semirrígidos constituyen una tipología intermedia que integra características propias tanto de los pavimentos flexibles como de los rígidos. Su configuración estructural se basa en la incorporación de capas tratadas con agentes estabilizadores, tales como cemento Portland o materiales bituminosos, los cuales otorgan a la estructura una rigidez moderada sin llegar a los niveles propios del concreto hidráulico. Esta combinación permite mejorar la capacidad portante del conjunto, reducir las deformaciones permanentes y prolongar la vida útil del pavimento bajo condiciones de tráfico moderado a pesado. Su aplicación resulta especialmente favorable en zonas donde los materiales granulares disponibles no alcanzan por sí solos las especificaciones técnicas requeridas.

#### 2.2.2.4. Pavimento Flexible

El pavimento flexible es una estructura de naturaleza multicapa cuyo comportamiento ante las cargas aplicadas se caracteriza por una distribución gradual de los esfuerzos hacia las capas inferiores, adaptándose a las deformaciones del terreno de soporte sin llegar a la rotura por fractura. Está conformado, en términos generales, por una carpeta asfáltica en su nivel superior, seguida de una base granular, una subbase y, finalmente, la subrasante como capa de fundación. Cada uno de estos estratos cumple funciones estructurales específicas: la carpeta asfáltica proporciona una superficie de rodadura resistente al desgaste y a la acción del agua; la base granular absorbe y redistribuye las cargas provenientes del tránsito; la subbase actúa como elemento de transición entre la base y la subrasante, mejorando el drenaje y reduciendo la acción de las heladas; mientras que la subrasante constituye el soporte final de toda la estructura, cuya capacidad de soporte condiciona de manera determinante el dimensionamiento del conjunto.

### *2.2.3. Estructura del Pavimento Flexible*

#### 2.2.3.1. Carpeta Asfáltica

La carpeta asfáltica es la capa superficial del pavimento flexible y la primera en recibir directamente las cargas del tránsito vehicular. Su propósito fundamental es brindar una superficie de rodadura segura, confortable e impermeable, evitando el ingreso de agua hacia las capas estructurales inferiores. Se encuentra conformada por mezclas asfálticas compuestas de agregados pétreos graduados y ligantes bituminosos, cuyas proporciones se determinan mediante diseños de mezcla específicos. Asimismo, debe resistir el

desgaste superficial ocasionado por la fricción continua de los neumáticos, así como los esfuerzos de compresión y tensión generados por las cargas vehiculares, garantizando la integridad de la estructura durante toda su vida útil.

Funciones:

- ✓ Proporcionar superficie de rodadura
- ✓ Resistir esfuerzos de compresión y tracción
- ✓ Proteger las capas inferiores
- ✓ Impermeabilizar la estructura

#### 2.2.3.2. Base Granular

Es la capa estructural principal que distribuye las cargas hacia las capas inferiores. Está compuesta por materiales granulares seleccionados.

Funciones:

- ✓ Distribuir cargas
- ✓ Aumentar capacidad estructural
- ✓ Proporcionar estabilidad

#### 2.2.3.3. Subbase Granular

Es una capa opcional ubicada entre la base y la subrasante, utilizada cuando el suelo de fundación presenta baja capacidad de soporte.

Funciones:

- ✓ Mejorar capacidad estructural

- ✓ Proteger la subrasante
- ✓ Facilitar drenaje

#### 2.2.3.4. Subrasante

Es el terreno natural debidamente preparado sobre el cual se construye el pavimento.

Funciones:

- ✓ Soportar la estructura del pavimento
- ✓ Proporcionar estabilidad

### *2.2.4. Evaluación estructural del pavimento flexible*

La evaluación estructural del pavimento flexible consiste en determinar la capacidad estructural existente del pavimento y su condición actual, con el fin de identificar deterioros, estimar la vida útil remanente y proponer alternativas de rehabilitación.

#### 2.2.4.1. Objetivos de la Evaluación Estructural

- ✓ Determinar la capacidad estructural del pavimento
- ✓ Identificar tipos de fallas existentes
- ✓ Estimar la vida útil remanente
- ✓ Proponer alternativas de rehabilitación

#### 2.2.4.2. Tipos de Evaluación del Pavimento

**a) Evaluación Funcional**

La evaluación funcional analiza las condiciones superficiales del pavimento, considerando aspectos como:

- ✓ Rugosidad
- ✓ Fisuración
- ✓ Baches
- ✓ Desgaste superficial

**b) Evaluación Estructural**

Determina en qué medida el pavimento puede soportar el peso de los vehículos.

Métodos:

- ✓ Ensayos destructivos
- ✓ Ensayos no destructivos

### 2.2.5. Métodos de Evaluación Estructural

#### 2.2.5.1. Ensayos Destructivos

##### *2.2.5.1.1. Calicatas*

Las calicatas permiten determinar el espesor de las capas del pavimento y obtener muestras para ensayos de laboratorio.

#### 2.2.5.2. Ensayos No Destructivos

##### *2.2.5.2.1. Deflectometría*

La deflectometría permite evaluar la capacidad estructural del pavimento mediante la medición de deflexiones.

Equipos utilizados:

- ✓ Deflectómetro de impacto (FWD)

- ✓ Viga Benkelman

#### 2.2.5.2.2. Viga Benkelman

La viga Benkelman es un instrumento de medición empleado para determinar la deflexión que experimenta la superficie del pavimento flexible cuando es sometida a la acción de una carga estática, permitiendo evaluar la capacidad estructural de la vía.

Ventajas:

- ✓ Fácil aplicación
- ✓ Bajo costo
- ✓ Resultados confiables

### *2.2.6. Fallas en Pavimentos Flexibles*

#### 2.2.6.1. Fisuración

Tipos:

- ✓ Fisuras longitudinales
- ✓ Fisuras transversales
- ✓ Fisuras en piel de cocodrilo

#### 2.2.6.2. Deformaciones

Tipos:

- ✓ Ahuellamiento
- ✓ Hundimientos
- ✓ Corrugaciones

#### 2.2.6.3. Desintegración

Tipos:

- ✓ Baches
- ✓ Desgaste superficial

### *2.2.7. Índice de Condición del Pavimento (PCI)*

#### 2.2.7.1. Definición

El Índice de Condición del Pavimento, conocido por sus siglas en inglés como PCI (Pavement Condition Index), constituye una metodología ampliamente empleada para evaluar el estado superficial de las estructuras de pavimento, a través del reconocimiento, clasificación y medición de las distintas fallas o deterioros presentes en la vía.

Este índice se expresa mediante un valor numérico que refleja de forma objetiva la condición en que se encuentra el pavimento evaluado. Su escala oscila entre 0 y 100, donde el valor mínimo de 0 corresponde a una vía en estado completamente deteriorado o fallido, mientras que el valor máximo de 100 representa un pavimento en condiciones óptimas o excelentes. De este modo, a mayor valor obtenido, mejor es el estado de conservación de la superficie evaluada (Velásquez, 2009).

#### 2.2.7.2. Clasificación del PCI

- ✓ 85 – 100 : Excelente
- ✓ 70 – 85 : Muy Bueno
- ✓ 55 – 70 : Bueno
- ✓ 40 – 55 : Regular
- ✓ 25 – 40 : Malo

- ✓ 10 – 25 : Muy Malo
- ✓ 0 – 10 : Fallado

**Tabla 1**

*Intervención del PCI*

| Rango | Clasificación | Intervención |
|---|---|---|
| 100 - 71 | Bueno | Mantenimiento |
| 31 - 70 | Regular | Rehabilitación |
| 0 - 30 | Malo | Construcción |

*Nota.* Tomado de (ASTM D6433-07 2007).

### 2.2.8. Vida Útil del Pavimento

#### 2.2.8.1. Definición

La vida útil del pavimento es el período durante el cual la estructura del pavimento cumple adecuadamente con su función.

#### 2.2.8.2. Factores que Influyen en la Vida Útil

- ✓ Tránsito vehicular
- ✓ Condiciones climáticas
- ✓ Calidad de construcción
- ✓ Mantenimiento

### 2.2.9. Rehabilitación de Pavimentos Flexibles

#### 2.2.9.1. Tipos de Rehabilitación

- ✓ Mantenimiento rutinario
- ✓ Mantenimiento periódico
- ✓ Rehabilitación estructural
- ✓ Reconstrucción

### 2.2.10. Normativa Aplicable

- ✓ Manual de Carreteras del MTC
- ✓ AASHTO Guide for Design of Pavement Structures
- ✓ ASTM

### *2.2.11. Derecho de vía*

#### 2.2.11.1. Ancho Normal

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones ha definido el derecho de paso como la estrecha franja de terreno que alberga la calzada y toda su infraestructura de apoyo. Para garantizar el espacio suficiente que permita el correcto funcionamiento y mantenimiento de la infraestructura viaria, esta franja debe extenderse al menos 5,00 m más allá de los bordes de los taludes de desmonte, la base de los terraplenes o el límite más alejado de las obras de drenaje realizadas en el tramo.

#### 2.2.11.2. Ancho mínimo

En las zonas urbanas, la anchura mínima exigida del derecho de paso es de 10,00 m, es decir, 5,00 m a cada lado de la línea central de la vía. En las zonas agrícolas, la anchura mínima exigida es de 15,00 m, y en las zonas montañosas aumenta hasta los 20,00 m, según el MTC.

#### 2.2.11.3. Previsión de ensanche

El mismo organismo precisa que, en aquellos tramos donde sea frecuente el paso de animales de carga o ganado que no pueda ser encauzado mediante caminos de herradura alternativos, la faja de dominio deberá ampliarse en la medida necesaria para permitir que dicho flujo de tránsito se desarrolle de

manera ordenada y segura, evitando interferencias con la circulación vehicular normal.

### 2.2.12. Diseño geométrico

#### 2.2.12.1. Distancia de visibilidad

La distancia de visibilidad se define, según la MTC, como la longitud ininterrumpida de carretera que un conductor puede ver mientras conduce. Debido a su impacto directo en el tiempo de reacción del conductor ante circunstancias inesperadas, este parámetro es fundamental para mantener la seguridad vial. En cuanto al diseño, existen tres tipos distintos de distancias de seguridad: la necesaria para detener completamente el vehículo en caso de un obstáculo imprevisto, la necesaria para adelantar a un vehículo más lento que circula en la misma dirección y la necesaria para cruzar o incorporarse con seguridad a una vía con mayor prioridad.

#### 2.2.12.2. Visibilidad de parada

La distancia de visión de frenado de un vehículo es la distancia mínima que debe recorrer antes de alcanzar un obstáculo en su trayectoria para detenerse por completo a su velocidad de diseño, según la MTC. Para calcular esta distancia, tomaremos como referencia algunos parámetros estándar. Por ejemplo, supondremos que el objeto fijo se encuentra a 0,60 m por encima de la superficie de la carretera y que el nivel de los ojos del conductor está a 1,10 m por encima de la superficie de la carretera. Estas cifras establecen unos estándares mínimos de seguridad y permiten realizar cálculos estandarizados.

### 2.2.12.3. Elementos del diseño geométrico

La geometría de una carretera se caracteriza por cuatro aspectos importantes que deben tenerse en cuenta de forma integral a lo largo de todo el proceso de diseño, según el Manual para el diseño de carreteras sin asfaltar con bajo volumen de tráfico del MTC:

- ✓ La velocidad de diseño seleccionada.
- ✓ La distancia de visibilidad necesaria.
- ✓ La estabilidad de la plataforma de la carretera, de las superficies de rodadura, de puentes de obras de arte y de los taludes.
- ✓ La preservación del medio ambiente".

### 2.2.12.4. Alineamiento horizontal

El Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, desarrollado por el MTC, establece el conjunto de criterios y parámetros técnicos que orientan y regulan el trazado en planta de las vías, definiendo las condiciones que deben cumplirse para lograr un diseño seguro, funcional y coherente con las características del entorno donde se ejecutará.

### 2.2.12.5. Consideraciones para el alineamiento horizontal

El Manual señala que el trazado en planta debe asegurar una circulación vehicular continua y fluida, procurando sostener la velocidad de diseño a lo largo de la mayor extensión posible del recorrido. El alineamiento deberá ser lo más directo que las condiciones topográficas permitan, adaptándose de manera razonable al relieve del terreno y minimizando los cambios de dirección

innecesarios que puedan comprometer la seguridad o incrementar los costos de construcción. Desde el punto de vista geométrico, el trazado en planta se estructura mediante una secuencia armónica de tangentes, curvas circulares y curvas de transición que en conjunto garantizan la fluidez del tránsito.

#### 2.2.12.6. Curvas horizontales

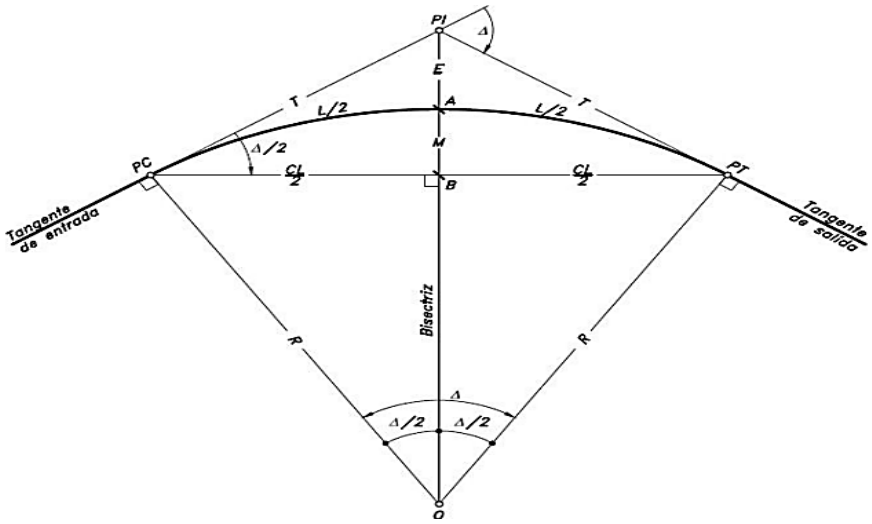
Según el Manual, los valores de referencia para el radio mínimo de curva figuran en la tabla n.º 03 y se calculan a partir del peralte máximo admisible y del coeficiente de fricción lateral máximo correspondientes a la velocidad de diseño indicada. A continuación, se señala que las curvas con radio mínimo admisible no deben utilizarse con demasiada frecuencia en tramos construidos con especificaciones fundamentales como la velocidad de referencia, el radio mínimo y el peralte máximo, ya que empeoran las condiciones de conducción.

#### 2.2.12.7. Elementos de una curva simple

Como criterio general de diseño, se debe privilegiar el empleo de curvas de radio amplio, reservando la aplicación de radios mínimos exclusivamente para aquellos casos en que las condiciones del terreno o las restricciones del trazado no ofrezcan otra alternativa técnicamente viable. Este enfoque contribuye a mejorar la seguridad vial, reducir el desgaste de los vehículos y brindar mayor comodidad a los usuarios de la vía.

**Figura 1**

*Principales elementos geométricos de una curva simple*




*Nota.* Tomado de Diseño geométrico de carreteras, James Cárdenas

**Tabla 2**

*Elementos de Curvas Simples*

| Elemento | Símbolo | Fórmula |
|---|---|---|
| Tangente | T | T = R tan ( I / 2 ) |
| Longitud de curva | Lc | Lc = □RI / 180° |
| Cuerda | C | C = 2 R Sen ( I / 2) |
| Externa | E | E = R [ Sec ( I / 2 ) – 1 ] |
| Flecha | F | f = R [1 – Cos ( I / 2 ) ] |

*Nota.* Tomado de Diseño geométrico de carreteras, James Cárdenas

### *2.2.13. Pendiente*

En cuanto a las pendientes longitudinales, el Manual señala que en los tramos en corte se debe procurar evitar el empleo de pendientes menores al 0.5%. Sin embargo, se permite el uso de rasantes horizontales cuando las cunetas laterales cuenten con la inclinación adecuada para garantizar un drenaje eficaz, y siempre que la calzada presente un bombeo transversal igual o superior

al 2%, condición que asegura la evacuación correcta de las aguas superficiales y previene su acumulación sobre la superficie de rodadura.

### *2.2.14. Sección Transversal*

#### 2.2.14.1. Calzada

Respecto a las dimensiones de la calzada, el Manual señala que en carreteras con volúmenes de tráfico muy reducidos, es decir, con un Índice Medio Diario Anual (IMDA) inferior a 50 vehículos, la plataforma de rodadura podrá ser diseñada para la circulación en un solo carril. Para los demás casos, en los que el volumen de tránsito supere dicho umbral, la calzada deberá proyectarse contemplando dos carriles de circulación.

### *2.2.15. Especificaciones Para Material de Lastrado*

#### 2.2.15.1. Granulometría

En relación a las características granulométricas de los materiales a emplear como lastrado, la normativa vigente contempla la utilización de diversas gradaciones que se adaptan a los requerimientos técnicos del proyecto. Cada una de estas gradaciones responde a criterios específicos de resistencia, permeabilidad y estabilidad, y se presentan en detalle a continuación:

**Tabla 3**

*Granulometría para Material de Afirmado*

| Malla N° | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 100 | 100 | -- | -- |
| 1 | -- | 75-95 | 100 | 100 |
| 3/8 | 30-65 | 40-75 | 50-85 | 60-100 |
| 4 | 25-55 | 30-60 | 35-65 | 50-85 |
| 10 | 15-40 | 20.45 | 25-50 | 40-70 |
| 40 | 8-20 | 15-30 | 15-30 | 25-45 |
| 200 | 2.8 | 5-15 | 5-15 | 8-15 |

*Nota.* Tomado de M.T.C: Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento

### 2.2.16. Tipos de Fallas

#### 2.2.16.1. Piel de Cocodrilo

Esta falla se manifiesta a través de una red de grietas interconectadas que forman figuras geométricas irregulares o polígonos entrelazados entre sí, generando un patrón superficial que guarda semejanza con las escamas de la piel de un cocodrilo. Según Rodríguez (2009), el origen de este deterioro se atribuye principalmente a las cargas excesivas que deben soportar la base y subbase del pavimento flexible, siendo la carpeta asfáltica en su parte más profunda el punto donde habitualmente se inicia este tipo de falla.

Niveles de Severidad:

- ✓ Baja (L): Se identifican grietas con anchos inferiores a 10 mm, presentando un daño incipiente en la superficie del pavimento.
- ✓ Media (M): Las grietas exhiben anchos que superan los 10 mm sin exceder los 25 mm, evidenciando un deterioro moderado de la estructura.
- ✓ Alta (H): Las grietas alcanzan anchos superiores a 25 mm, indicando un estado de daño severo que compromete significativamente la integridad estructural del pavimento.

Unidad de Medición: Metros cuadrados ($m^2$).

**Figura 2**

*Piel de cocodrilo*



### 2.2.16.2. Exudación

La exudación es un tipo de deterioro que se manifiesta mediante la formación de una película de asfalto sobre la superficie de la carpeta asfáltica, la cual adquiere un aspecto brillante y de textura pegajosa. Esta condición resulta perjudicial para la seguridad vial, ya que reduce considerablemente la fricción entre los neumáticos de los vehículos y la superficie del pavimento, disminuyendo la resistencia al deslizamiento y aumentando el riesgo de accidentes (Rodríguez, 2009).

Este fenómeno se produce principalmente durante períodos de temperaturas elevadas, cuando el ligante asfáltico pierde viscosidad, ocupa los vacíos existentes en la mezcla y asciende hasta aflorar en la superficie del pavimento. Conforme señala Arroyave Rincón (2016), este proceso no es reversible durante

las épocas de bajas temperaturas, lo que ocasiona que el asfalto se acumule de manera progresiva en la superficie de rodadura.

Niveles de Severidad:

- ✓ Baja (L): La presencia de la película asfáltica es perceptible a simple vista sobre la superficie del pavimento, sin comprometer aún de forma significativa las condiciones de rodadura.
- ✓ Media (M): Se aprecia una acumulación excesiva y notoria de la película asfáltica que cubre ampliamente la carpeta, afectando de manera moderada las propiedades de la superficie.
- ✓ Alta (H): La exudación se presenta de forma extensa y en grandes volúmenes, al punto de que el asfalto se adhiere tanto al calzado de los peatones como a los vehículos que transitan por la vía.

Unidad de Medición: Metros cuadrados ($m^2$) del área inspeccionada afectada.

**Figura 3**

*Exudación*

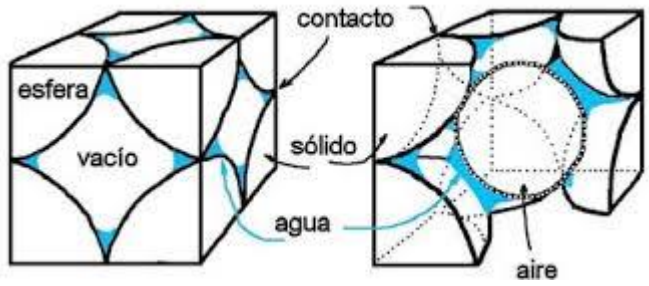


### *2.2.17. Composición en volumen de las distintas fases*

Un suelo parcialmente saturado está conformado por tres fases coexistentes: la fase sólida, representada por las partículas minerales que constituyen el esqueleto del suelo, y la fase fluida, integrada a su vez por dos componentes, el agua y el aire, los cuales ocupan los espacios vacíos o poros existentes entre dichas partículas sólidas.

**Figura 4**

*Esferas sólidas*




*Nota.* Tomado de Braja M. Das — Fundamentos de Ingeniería Geotécnica

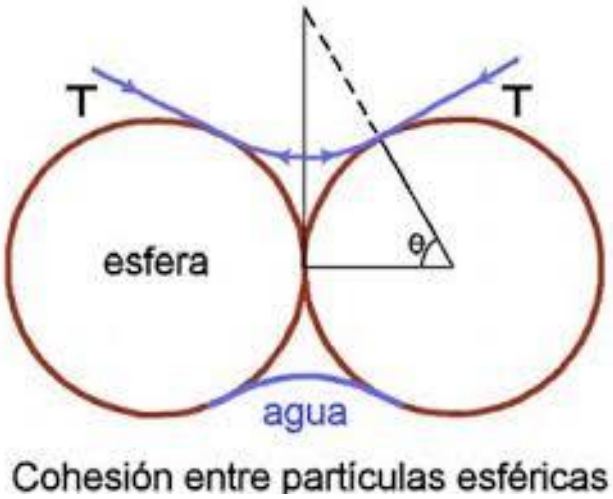
Un sistema idealizado formado por esferas rígidas de igual diámetro, dispuestas en una configuración cúbica, representa la condición de empaquetamiento más suelto posible, en la que cada esfera mantiene contacto únicamente con otras seis esferas vecinas.

Lo que hace especial a este modelo teórico es que retiene una cierta cantidad de agua que la gravedad no puede drenar. Para ilustrar la formación de las fuerzas de tensión superficial, fíjate en la siguiente figura: en cada punto de contacto entre las esferas, el agua se extiende formando anillos con una sección transversal cónica.

En oposición a la gravedad, la fuerza denominada «T» actúa perpendicularmente a la superficie del agua en estos anillos, reteniendo el agua en los puntos de contacto. Las esferas se unen entre sí debido a este fenómeno, creando un efecto cohesivo similar al que se produciría al aplicar presión al sistema desde el exterior.

**Figura 5**

*Fuerzas de tensión superficial en el contacto entre partículas esféricas*




*Nota.* Tomado de Braja M. Das — Fundamentos de Ingeniería Geotécnica

### *2.2.18. Naturaleza del suelo y la compactación*

Los factores inherentes al suelo que inciden de manera directa en el proceso de compactación están vinculados a las propiedades intrínsecas de sus partículas, entre las que se distinguen las siguientes:

- ✓ Forma de las partículas.
- ✓ Textura de la superficie.
- ✓ Orientación relativa entre partículas.
- ✓ Distribución granulométrica.
- ✓ Actividad superficial.

#### 2.2.18.1. Forma de las partículas.

La disposición de los anillos de agua que se forman en cada punto de contacto con las partículas de suelo depende del grado en que su geometría se desvíe de la forma esférica ideal. Desde un punto de vista geométrico, cuanto mayor es el área de contacto generada por unidad de volumen de material, más se aleja la forma de la partícula de la esfera. Tanto la mayor densidad que se puede alcanzar como el contenido de humedad ideal necesario para ello se ven influidos por el comportamiento mecánico del suelo durante la compactación, que a su vez se ve afectado por este aumento del área de contacto.

#### 2.2.18.2. Textura de las partículas del suelo.

La rugosidad presente en la superficie de las partículas del suelo determina el nivel de fricción que se desarrolla entre ellas durante el proceso de compactación. Este aspecto condiciona considerablemente la magnitud del esfuerzo externo requerido para alcanzar la densificación del material, dado que superficies más rugosas oponen una mayor resistencia al reacomodo de las partículas. En consecuencia, suelos con partículas de textura más áspera demandan una mayor energía de compactación para alcanzar el grado de densificación deseado en comparación con aquellos de superficie más lisa.

#### 2.2.18.3. Orientación de las partículas.

La disposición relativa que adoptan las partículas entre sí incide directamente en la forma que toman los anillos de agua en los puntos de contacto, así como en la estructura interna que adquiere el suelo tras la compactación. Esta orientación no es aleatoria, sino que depende en gran

medida del tipo de energía de compactación aplicada, la cual puede transmitirse a través de diferentes mecanismos como golpes, amasado o presión estática. Cada uno de estos mecanismos genera un patrón de reacomodo particular en las partículas del suelo, lo que se traduce en distintas configuraciones estructurales y, por ende, en diferentes propiedades mecánicas del material compactado.

#### 2.2.18.4. Actividad superficial de las partículas del suelo.

La adsorción, que está estrechamente relacionada con la orientación polar de las moléculas de agua que rodean a las partículas, permite que las partículas más finas del suelo retengan e inmovilicen el agua. Esta propiedad se debe a su elevada actividad superficial. El comportamiento de las partículas durante la compactación se ve alterado porque el agua retenida aumenta su volumen sólido aparente. Los anillos de agua en los puntos de contacto entre partículas solo pueden formarse cuando el contenido de humedad del suelo es superior al nivel necesario para satisfacer plenamente la capacidad de adsorción de cada material. Esta condición es fundamental para comprender cómo se comportan los suelos de textura fina al compactarse, ya que las fuerzas que mantienen esta agua adsorbida en su lugar son de alta energía.

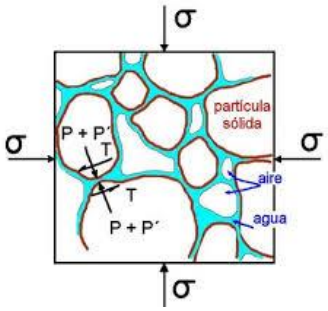
#### 2.2.18.5. Características de un suelo granular.

El proceso de carga provoca la generación simultánea de fuerzas normales «P» y fuerzas tangenciales «T» en los puntos de contacto entre partículas, en un modelo simplificado de suelo granular parcialmente saturado sometido a tensiones externas «σ». La relación T/P, que representa la relación

entre estas dos variables, ofrece una estimación aproximada del coeficiente de fricción partícula-superficie «μ», una magnitud fundamental que describe cómo se comporta el suelo granular cuando se ve sometido a tensiones externas. Si quieres saber cómo reaccionará mecánicamente el suelo bajo diversas condiciones de carga y humedad, este coeficiente es imprescindible.

**Figura 6**

*Modelo simplificado de suelo granular*




*Nota.* Tomado de Braja M. Das — Fundamentos de Ingeniería Geotécnica

### 2.2.18.6. Características de un suelo arcilloso.

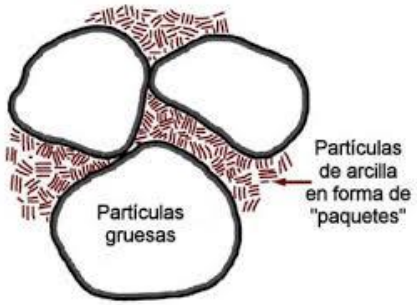
Representar la arcilla mediante un modelo simplificado único resulta una tarea compleja debido a la naturaleza heterogénea de sus componentes. Sin embargo, con fines conceptuales, puede entenderse como un material conformado por partículas arcillosas agrupadas en unidades conocidas como "paquetes". Estos paquetes, junto con los granos de arena y limo presentes en la masa del suelo, se encuentran interconectados entre sí y rodeados de agua en sus zonas de contacto. Las partículas que conforman la fracción arcillosa presentan una morfología típicamente laminar, caracterizada por una elevada superficie específica y una significativa actividad superficial por unidad de área, propiedades que condicionan de manera determinante su comportamiento geotécnico.

El comportamiento volumétrico de este tipo de suelo está controlado por los desplazamientos relativos que experimentan las partículas de mayor tamaño, así como por las propiedades de expansión y contracción características de los paquetes arcillosos. En el interior de dichos paquetes actúan de forma simultánea las siguientes fuerzas:

- ✓ Las fuerzas de tensión superficial que se generan en la interfase aire-agua presente dentro de la estructura interna del suelo.
- ✓ Las fuerzas de interacción que se establecen entre las partículas del suelo y las moléculas de agua que las envuelven.

**Figura 7**

*Estructura interna de un suelo arcilloso con partículas gruesas y paquetes de arcilla*




*Nota.* Tomado de Braja M. Das — Fundamentos de Ingeniería Geotécnica

### 2.2.19. Secuencia de las etapas del ensayo de compactación

#### 2.2.19.1. Rama seca.

Debido al bajo contenido de humedad del suelo, provocado por el agua adsorbida que forma una capa del grosor de una molécula firmemente adherida a la superficie de las partículas, el material se considera prácticamente seco antes de que aparezca la rama seca de la curva de compactación. Es necesario que el suelo se humedezca al menos un poco, por encima de este punto de

partida, para que el agua pueda actuar como lubricante entre las partículas. Hasta ese momento, la densificación se ralentiza considerablemente, ya que la fricción entre los granos impide el deslizamiento relativo entre las partículas.

#### 2.2.19.2. Lubricación y expulsión del aire.

Al añadir agua al suelo, esta se distribuye alrededor de cada punto de contacto entre partículas, generando un doble efecto: modifica la composición volumétrica de las fases presentes y actúa simultáneamente como lubricante, reduciendo la fricción entre partículas. La eficiencia del proceso de compactación depende en gran medida de esta función lubricante del agua. Una vez alcanzado este efecto, las partículas tienden a reorganizarse adoptando una disposición más compacta, lo que ocasiona una reducción del volumen de poros. Como resultado de ello, la presión generada en la fase fluida obliga al aire atrapado a desplazarse y escapar hacia el exterior de la masa de suelo.

#### 2.2.19.3. Rama húmeda.

Cuando la densidad alcanza su máximo, comienza la rama húmeda de la curva de compactación. En este punto, se dan las condiciones idóneas para que parte del aire de los poros quede bloqueado y quede atrapado en forma de burbujas en el suelo. La disminución de la densidad en seco se debe a la separación de las partículas provocada por la interacción entre las propiedades elásticas del aire encerrado y el contenido de humedad, que aumenta gradualmente. Exactamente en el punto en el que la interfaz agua-aire de las burbujas se encuentra con la curva, esta presenta propiedades típicas de una membrana elástica sometida a tensión superficial.

### 2.2.19.4. Curvas típicas para diferentes tipos de suelos.

Los distintos tipos de suelo presentan curvas de compactación diferentes. Al comparar suelos con distintos tamaños de partículas, queda claro que aquellos con una distribución más uniforme se compactan con menor eficacia. Por otro lado, los suelos con una distribución de tamaños más variada suelen presentar contenidos óptimos de humedad más bajos y valores de densidad máxima más elevados.

**Figura 8**

*Relación entre densidad seca y contenido de humedad, según el tipo de suelo*

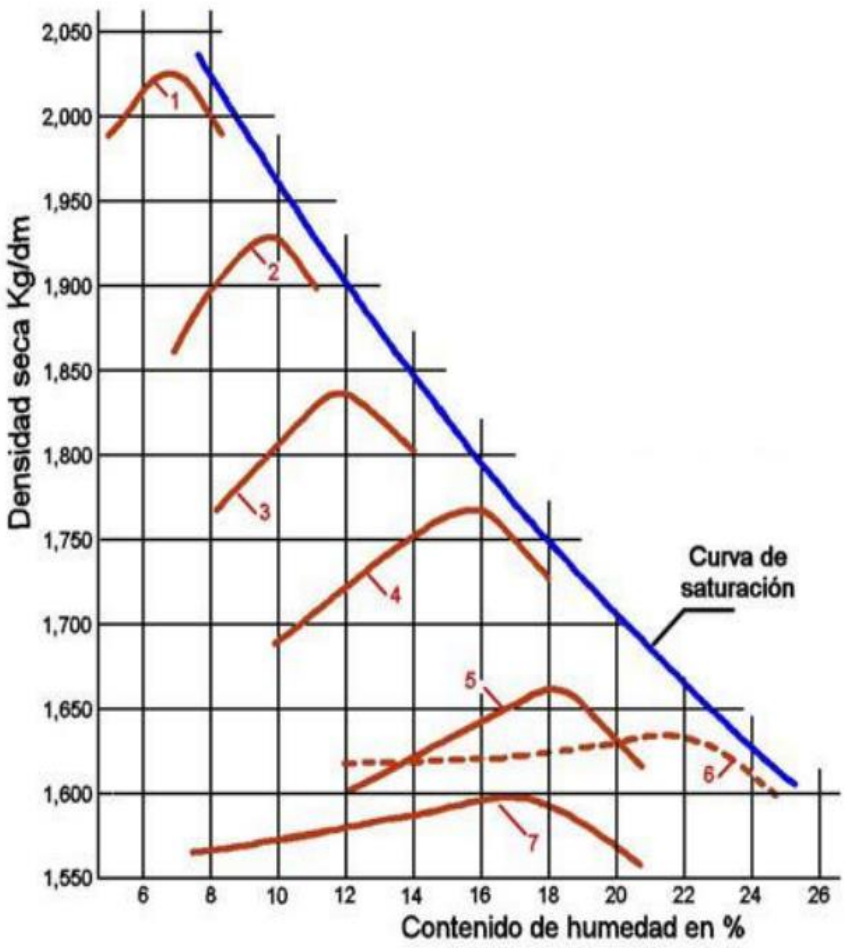


**Tabla 4**

*Algunas características y plasticidad en suelos*

| Características y plasticidad de los suelos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **N°** | **Descripción** | **Arena** | **Limo** | **Arcilla** | **LI** | **I.P** |
| 1 | Granular grueso bien graduado | 68 | 10 | 2 | 16 | NP |
| 2 | Granular medio bien graduado | 78 | 15 | 13 | 16 | NP |
| 3 | Granular mediamente graduado | 73 | 9 | 18 | 22 | 4 |
| 4 | Limo Arenoso con Arcilla | 32 | 33 | 35 | 28 | 9 |
| 5 | Limo –Arcilloso | 5 | 64 | 31 | 36 | 15 |
| 6 | Loes Arenoso | 5 | 85 | 10 | 26 | 2 |
| 7 | Arcilla Pesada | 6 | 22 | 72 | 67 | 40 |
| 8 | Arena mal Graduada | 94 | | 6 | | NP |

### *2.2.20. Exigencias de compactación.*

Las recomendaciones y los criterios técnicos relativos a los métodos más eficaces para la compactación de diversos tipos de suelo se han elaborado a partir de años de experiencia en organismos y organizaciones del sector viario. En este contexto, la Administración Nacional de Carreteras ha establecido normas para la densificación de los suelos de la subbase y la capa base. Estas normas, expresadas como porcentaje de la densidad máxima alcanzada en un ensayo de compactación de referencia, constituyen un indicador fundamental para controlar la calidad y el comportamiento estructural de las capas del pavimento.

**Figura 9**

*Relación entre la curva Proctor y la curva densidad-valor soporte para el control de compactación*

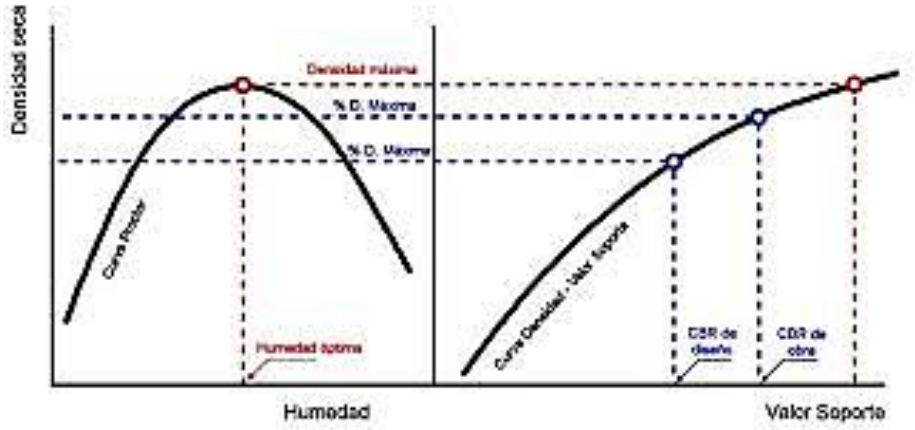



**Tabla 5**

*Dirección Nacional de Vialidad*

| Clasificación HRB | HINCHAMIENTO | | | | | | Exigencia de Compactación en obra | | CBR de diseño |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ≤ 2% | | | > 2% | | | | | |
| | Ensayo | Fino | Granular | Ensayo | Fino | Granular | (A) | (B) | |
| A-1 | AASHTO T-180 | II | V | AASHTO T-99 | I | IV | 100% | 95% | 95% |
| A-2 | | | | | | | | | |
| A-3 | | | | | | | | | |
| A-4 | | | | | | | 95% | 90% | 90% |
| A-5 | AASHTO T-99 | I | IV | | | | | | |
| A-6 | | | | | | | 100% | 95% | 95% |
| A-7 | | | | | | | | | |

## 2.2.21. Métodos de compactación.

La compactación del suelo se lleva a cabo mediante el uso de equipos de gran peso que ejercen presión sobre las partículas del terreno, reduciéndole los vacíos entre ellas y aumentando su densidad. Este proceso no requiere de vibraciones para ser efectivo; la carga estática que aplica la maquinaria es suficiente para lograr la consolidación del suelo.

**Figura 10**

*Rodillos de compactación*




*Nota.* Tomado de Shandong Lingong Construction Machinery (SDLG)

#### 2.2.21.1. Compactación por impacto

Este método de compactación se basa en la acción repetida de una placa apisonadora que impacta contra la superficie del suelo a elevada velocidad y se separa de ella de forma intermitente, transfiriendo energía cinética al material en cada golpe. Un ejemplo representativo de equipos que operan bajo este principio es el apisonador mecánico, ampliamente utilizado en obras de compactación de suelos.

**Figura 11**

*Apisonador de compactación*



*Nota.* Tomado de VibroREX, Maquinaria pesada y Equipos para Construcción

### 2.2.21.2. Compactación por vibración

Este tipo de compactación se fundamenta en la transmisión de vibraciones de alta frecuencia a la masa de suelo, las cuales provocan el reacomodo de las partículas hacia una disposición más densa y compacta. La energía vibratoria reduce temporalmente la fricción entre partículas, facilitando su reorganización y mejorando así el grado de densificación alcanzado. Entre los equipos más representativos que operan bajo este principio se encuentran las placas vibratorias y los rodillos vibratorios, ampliamente empleados en trabajos de compactación de suelos granulares.

**Figura 12**

*Placa vibratoria*



*Nota.* Tomado de Tenoch Maquinaria para Construcción

**Tabla 6**

*compactación de diferentes suelos*

| N | Suelo | Energía de Compactación(gr/cm2) | Humedad (ω)% |
|---|---|---|---|
| 1 | Cascajo Arenoso | 2.19 | 8 |
| 2 | Arena | 2.00 | 12 |
| 3 | Arcilla Arenosa | 1.84 | 14 |
| 4 | Arcilla Limosa | 1.65 | 15 |
| 5 | Arcilla Plástica | 0.62 | 18 |

*Nota.* Tomado de Dirección Nacional de Vialidad

### 2.2.22. Control de compactación

#### 2.2.22.1. La densidad como control

El grado de compactación alcanzado en un suelo se cuantifica mediante la determinación de su densidad seca, la cual constituye el parámetro de referencia más utilizado para este fin. Si bien se trata de una medida indirecta de las propiedades mecánicas del suelo compactado, su empleo está respaldado por una extensa base de correlaciones experimentales que avalan su validez y confiabilidad para evaluar el comportamiento mecánico del material. Solo en casos excepcionales se recurre al uso directo de la densidad como parámetro de evaluación.

#### 2.2.22.2. Ensayos de control de compactación

Los métodos de control de compactación que se aplican en campo pueden clasificarse en dos grandes categorías: destructivos y no destructivos. Los ensayos de tipo destructivo implican la excavación y extracción de una porción del material de la capa compactada para su análisis, mientras que los ensayos no destructivos determinan la densidad de manera indirecta mediante el uso de equipos basados en radiaciones nucleares, sin alterar la integridad de la capa evaluada.

#### 2.2.22.3. Ensayos destructivos

Este tipo de ensayo comprende una serie de etapas que se ejecutan de manera secuencial y que se describen a continuación:

- ✓ Se realiza la excavación del material correspondiente a la capa que se desea controlar, cuyas dimensiones quedan determinadas por el tamaño

máximo del agregado presente en el suelo. El material extraído es llevado al laboratorio con el fin de determinar su peso total.

- ✓ Para determinar el contenido de humedad de la muestra, se siguen las técnicas habituales de laboratorio.
- ✓ La densidad en seco del material puede determinarse a partir de los datos obtenidos, dividiendo el peso de la muestra en seco por el volumen que ocupaba en la capa antes de la extracción.
- ✓ Por último, para confirmar que el proyecto cumple los criterios de calidad, se compara el valor de densidad en seco obtenido con los requisitos de compactación establecidos en las especificaciones técnicas.

**Figura 13**

*Equipo de cono y arena*



*Nota.* Tomado de H.W.KESSEL S.A.C.

### 2.2.22.4. Ensayos no destructivos

El uso de isótopos radiactivos constituye una alternativa sumamente eficiente para determinar de forma simultánea la densidad y el contenido de humedad del suelo, proporcionando resultados con notable rapidez y precisión. A diferencia de los métodos destructivos convencionales, con los que se obtiene una única medición por intervención, el empleo de un núcleo densímetro permite

ejecutar decenas de ensayos en el mismo lapso de tiempo, lo que facilita la verificación inmediata de los resultados obtenidos y su posterior análisis estadístico, optimizando considerablemente los tiempos de control en obra.

El elevado coste del equipo y los posibles riesgos derivados de la exposición acumulada a la radiación del operador son dos de los principales inconvenientes de este enfoque. Por otro lado, cabe mencionar que un operario puede recibir menos radiación a lo largo de un año trabajando con el equipo, siempre que se cumplan todos los protocolos de seguridad, que la que recibiría con una sola radiografía dental. Este hecho ayuda a poner en perspectiva el nivel de riesgo del método, lo que a su vez reduce las preocupaciones y lo consolida como una técnica segura y fiable para controlar la compactación del suelo.

La figura 15 ilustra las dos modalidades de medición más empleadas con equipos portátiles de este tipo: la medición directa, en la que la sonda emisora se introduce en el suelo, y la retrodispersión, en la que tanto la fuente emisora como el detector permanecen en la superficie del terreno.

**Figura 14**

*Equipo densímetro nuclear*



*Nota.* Tomado de HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC., 1983-2022

### 2.2.22.5. Ensayos de laboratorio

**Figura 15**

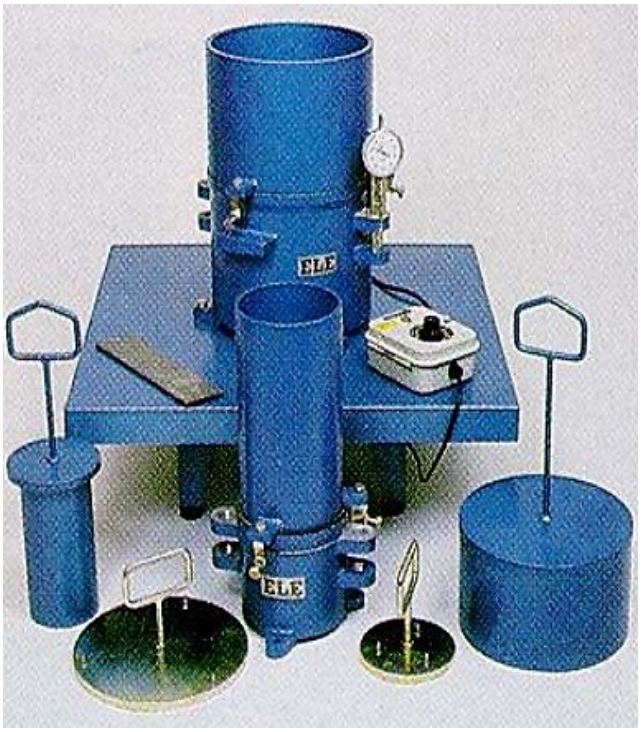
*Ensayo Proctor, ensayo Hayard (suelos cohesivos)*



*Nota.* Tomado de Universidad Católica de Valparaíso

**Figura 16**

*Densidad relativa (suelos granulares)*




*Nota.* Tomado de Universidad Católica de Valparaíso

### 2.2.22.6. Ensayo de compactación en laboratorio

El comportamiento del suelo durante la compactación sobre el terreno puede reproducirse en un entorno de laboratorio controlado mediante diversos métodos de los que se dispone actualmente. El ensayo de Proctor, creado por el Dr. R. R. Proctor en 1933, es el procedimiento más conocido y de mayor tradición que se utiliza en la actualidad.

En este ensayo, se deja caer libremente un pisón de 2,5 kg desde una altura de 30,5 cm y se utiliza para compactar el suelo en tres capas dentro de un molde con dimensiones y geometría estandarizadas. Cada capa se somete a 25 golpes. Al medir la energía de compactación generada, podemos determinar cómo se relaciona el contenido de humedad del suelo con su densidad en seco. A partir de esta relación, podemos determinar dos parámetros importantes del material sometido a ensayo: el contenido de humedad ideal para la compactación y la densidad en seco máxima que se puede alcanzar en estas condiciones. En lo que respecta al control de calidad de la compactación in situ, estos valores constituyen el estándar de referencia.

**Figura 17**

*Equipo Para ensayo Proctor*



*Nota.* Tomado de Testmak

El Ensayo Proctor Estándar es igualmente reconocido en la normativa técnica internacional bajo la denominación de Ensayo AASHTO T-99.

Todo procedimiento de compactación, independientemente de la forma en que se aplique la energía al suelo, ya sea mediante impacto como en el caso del Ensayo Proctor, o a través de otros mecanismos como el amasado, la vibración, o la compresión de tipo estático o dinámico, tiene como efecto común la estabilización del material, al transferirle energía que provoca el reacomodo de sus partículas hacia una configuración más densa y resistente.

## 2.3. Marco Conceptual

### *2.3.1. Sistema nacional*

Corresponde a la red vial de alcance nacional, conformada por el conjunto de carreteras que interconectan los principales centros urbanos, económicos y estratégicos del país con sus puertos marítimos y pasos fronterizos internacionales.

### *2.3.2. Sistema departamental*

Está conformado por las carreteras que integran la red vial de alcance regional, cuyo trazado y área de influencia se limita al territorio de un departamento específico, cumpliendo la función de articular sus principales localidades, centros poblados y zonas de producción, contribuyendo así al desarrollo económico y social de la región.

### *2.3.3. Sistema vecinal*

Comprende el conjunto de carreteras de carácter local orientadas a interconectar aldeas, caseríos y pequeños centros poblados entre sí, desempeñando un papel fundamental en el acceso de las comunidades rurales a los centros urbanos más cercanos y a los servicios básicos que estos ofrecen.

### *2.3.4. Carreteras duales*

Son aquellas vías diseñadas con calzadas separadas, correspondientes a un Índice Medio Diario (IMD) superior a 4,000 vehículos por día. Dentro de esta categoría se distinguen las siguientes subcategorías:

- ✓ Carreteras de 1° Clase: Corresponden a vías con un IMD comprendido entre 2,000 y 4,000 vehículos por día.
- ✓ Carreteras de 2° Clase: Corresponden a vías con un IMD comprendido entre 400 y 2,000 vehículos por día.
- ✓ Carreteras de 3° Clase: Corresponden a vías con un IMD de hasta 400 vehículos por día.

### *2.3.5. Trocha carrozable*

Constituye una categoría independiente dentro de la clasificación vial, que agrupa aquellos caminos que no reúnen los requisitos mínimos exigidos para ser clasificados como carreteras de tercera clase. No se encuentra asociada a un IMD específico, siendo su principal característica las deficiencias técnicas que presenta respecto a los estándares viales establecidos**.**

### *2.3.6. Visibilidad de parada*

Se define como la distancia mínima de visibilidad que requiere un conductor para detener su vehículo de manera segura cuando este circula a la velocidad de diseño establecida para la vía.

### *2.3.7. Pendiente*

Es la inclinación longitudinal del terreno o de la rasante de una vía, expresada como el ángulo que forma un plano o línea con respecto al plano horizontal de referencia.

### *2.3.8. Alcantarilla*

Estructura de drenaje transversal conformada por un conducto subterráneo que permite el paso y evacuación de las aguas superficiales que interceptan el trazado de una vía, garantizando el drenaje adecuado de la plataforma vial.

### *2.3.9. Cantera*

Yacimiento de materiales pétreos, ubicado a cielo abierto o en forma subterránea, del cual se extraen agregados gruesos, finos u otros materiales destinados a la construcción de obras de infraestructura vial y civil.

### *2.3.10. Metrado*

Constituye el resultado del proceso de cuantificación y medición de los volúmenes de tierras y demás partidas de obra, los cuales, una vez clasificados

según su naturaleza, son registrados en formularios especiales que forman parte integral del expediente técnico del proyecto vial.

### *2.3.11. Cubicación de Tierras*

A partir de las secciones transversales obtenidas del levantamiento topográfico, se realiza el cálculo de las áreas correspondientes, identificando y diferenciando las zonas de corte, relleno y muro. Tomando como base dichas áreas, se procede a determinar el volumen de tierras involucrado mediante la aplicación del método de volúmenes mixtos, obteniendo de esta manera la información necesaria para una adecuada planificación, programación y control de los movimientos de tierra que demanda la ejecución del proyecto.

# CAPITULO III

# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

## 3.1 Tipo de Investigación

La investigación desarrollada corresponde al tipo aplicada, dado que su objetivo central consiste en evaluar la condición estructural del pavimento flexible de la Avenida Lampa, ubicada en la Urbanización Santa Adriana I Etapa de la ciudad de Juliaca. Los resultados obtenidos servirán como sustento técnico para la formulación de propuestas de intervención orientadas a mejorar y optimizar el desempeño estructural de dicha vía.

## 3.2 Enfoque de Investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que se basa en la recolección de datos numéricos de campo (fallas, tráfico, CBR) para analizar el comportamiento estructural/funcional mediante métodos normados (AASHTO 93, PCI, MTC). Se centra en evaluar, diseñar o mejorar pavimentos

(flexibles/rígidos) usando mediciones precisas, ensayos de materiales y estadística para validar hipótesis sobre la serviciabilidad o calidad de la vía.

## 3.3 Nivel de Investigación

Este estudio es de carácter descriptivo-evaluativo, ya que recopila datos sobre el terreno, realiza ensayos en el laboratorio y, a continuación, utiliza análisis técnicos para caracterizar y analizar en detalle el estado estructural actual del pavimento flexible. La investigación a este nivel no tiene por objeto determinar relaciones de causa y efecto entre variables, sino que se limita a describir y evaluar la infraestructura viaria tal y como es.

## 3.4 Diseño de Investigación

El diseño de investigación es no experimental – transversal, debido a que se evaluará el pavimento en su estado actual sin manipular variables, realizando la recolección de datos en un periodo determinado.

## 3.5 Método de Investigación

Para el desarrollo de la investigación se emplearán los siguientes métodos:

- ✓ Método deductivo
- ✓ Método descriptivo
- ✓ Método analítico

## 3.6 Población y Muestra

### *3.6.1 Población*

La población objeto de estudio está constituida por la totalidad del pavimento flexible correspondiente a la Avenida Lampa en la Urbanización Santa

Adriana I Etapa de la ciudad de Juliaca, considerando toda su extensión y las características propias de su estructura vial.

### *3.6.2 Muestra*

La muestra estará conformada por los tramos específicos del pavimento flexible de la Avenida Lampa que serán sometidos a evaluación mediante inspección visual directa y la ejecución de ensayos estructurales, seleccionados de acuerción a criterios técnicos que garanticen la representatividad de los resultados obtenidos.

## 3.7 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

### *3.7.1 Técnicas*

- ✓ Inspección visual
- ✓ Evaluación estructural
- ✓ Levantamiento topográfico
- ✓ Ensayos de campo

### *3.7.2 Instrumentos*

- ✓ Ficha de evaluación de pavimentos
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Viga Benkelman
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Nivel topográfico

## 3.8 Procedimiento de Investigación

Para el desarrollo de la investigación se seguirán los siguientes pasos:

- ✓ Reconocimiento de la zona de estudio
- ✓ Levantamiento de información
- ✓ Inspección visual del pavimento
- ✓ Identificación de fallas
- ✓ Evaluación estructural mediante viga Benkelman
- ✓ Procesamiento de datos
- ✓ Análisis de resultados
- ✓ Elaboración de conclusiones y recomendaciones

## 3.9 Variables de Investigación

### *3.9.1 Variable Independiente*

Evaluación estructural del pavimento flexible

Indicadores:

- ✓ Deflexión
- ✓ Espesor de capas
- ✓ Tipo de fallas

### 3.9.2 Variable Dependiente

Condición estructural del pavimento flexible

Indicadores:

- ✓ Capacidad estructural
- ✓ Vida útil
- ✓ Nivel de deterioro

## 3.10 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Los datos obtenidos en campo serán procesados mediante:

- ✓ Tablas estadísticas
- ✓ Gráficos
- ✓ Análisis comparativo
- ✓ Software Excel

## 3.11 Ubicación del Área de Estudio

El área de estudio comprende la Avenida Lampa, vía emplazada en la Urbanización Santa Adriana I Etapa, perteneciente a la ciudad de Juliaca, capital de la Provincia de San Román, en el Departamento de Puno. Este tramo vial constituye el ámbito espacial sobre el cual se concentrará el desarrollo de todas las actividades de evaluación, recolección de datos y análisis técnico contemplados en la presente investigación.

## 3.12 Consideraciones Éticas

El desarrollo de la presente investigación se llevará a cabo en estricto cumplimiento de los principios éticos que rigen la actividad científica. Se garantiza la autenticidad y veracidad de toda la información recopilada, así como el uso responsable y adecuado de los datos obtenidos durante el proceso investigativo, asegurando que estos sean empleados exclusivamente con fines académicos y técnicos, conforme a los objetivos planteados en el est

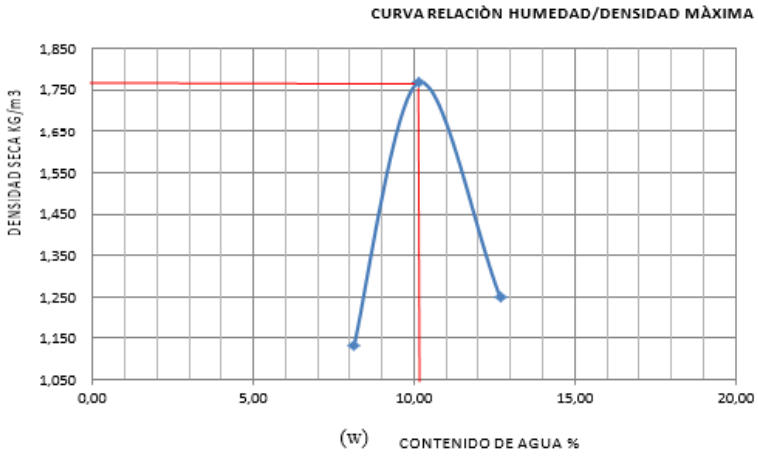
# CAPITULO IV

# ANÁLISIS Y RESULTADOS

## 4.1 Compactación del suelo

**Figura 18**

*Curva relación humedad/densidad máxima(máquina).*

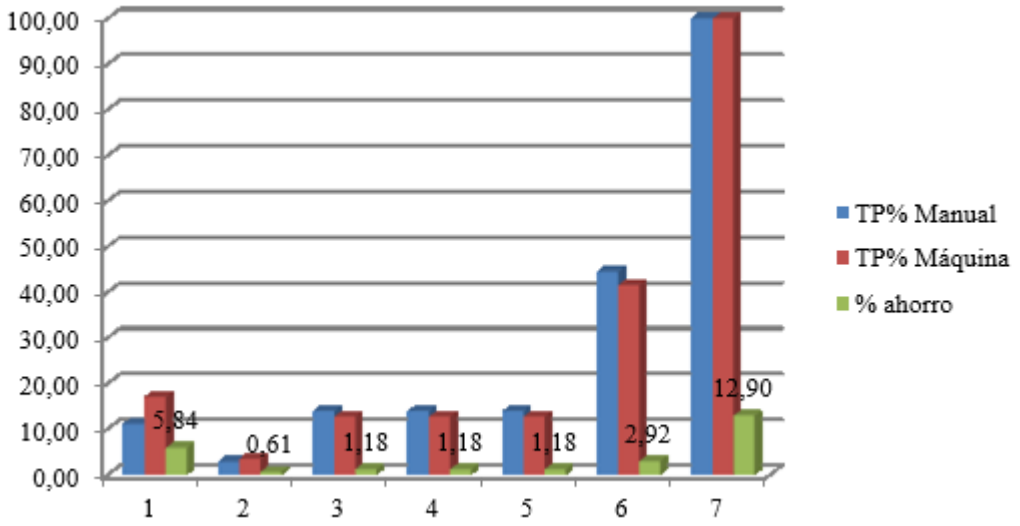



El beneficio en términos de tiempo que ofrece el proceso automático en comparación con el proceso manual queda evidenciado en la figura correspondiente, donde se aprecia un resultado favorable en favor del proceso de compactación automatizado.

Al analizar la relación entre el tiempo productivo y el tiempo improductivo de ambos procesos, tanto el automático como el manual, se obtiene que el empleo del método automatizado genera un ahorro del 12.90% a lo largo de la totalidad del ensayo, lo que representa una mejora significativa en la eficiencia del proceso de compactación.

**Figura 19**

*Ahorro en tiempo del proceso de compactación*




## 4.2 Verificación de la hipótesis

Los resultados de las pruebas manuales y el registro sistemático de los tiempos correspondientes a cada fase de la producción nos permiten verificar la hipótesis planteada durante el proceso de compactación. Los resultados demuestran un aumento significativo de la eficiencia operativa del proceso, con una reducción del 12,20 % en el tiempo total empleado a lo largo de la prueba. Además, se ha confirmado que la técnica propuesta permite compactar cualquier tipo de suelo de subbase o subrasante hasta una densidad máxima de 1768

kg/cm³, cumpliendo así los requisitos de la norma AASHTO T-99 para ensayos de suelos de subbase.

### 4.3 Prueba t para la densidad de compactación

Para la aplicación de la prueba t en la evaluación de la densidad de compactación, se siguió el siguiente procedimiento estadístico:

- ✓ Se determinó la diferencia existente entre las medias de los dos grupos de datos analizados.
- ✓ Se calcularon las diferencias individuales (D) entre cada par de observaciones correspondientes.
- ✓ Se obtuvieron los cuadrados de dichas diferencias ($D^2$) con la finalidad de cuantificar la dispersión entre los valores comparados.
- ✓ Finalmente, se calculó la varianza de las diferencias (Sd), parámetro estadístico que permite determinar la variabilidad del conjunto de diferencias obtenidas entre ambos grupos.

**Tabla 7**

*Prueba T pareada*

| Muestra | Método A (kg/cm3) | Método B (kg/cm3) | D (kg/cm3) | $D^2$ (kg/cm3) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1430 | 1768 | -338 | 114244 |
| 2 | 1759 | 1750 | 9 | 81 |
| 2 | 1697 | 1740 | -43 | 1849 |
| 4 | 1669 | 1730 | -61 | 3721 |
| SUMA | 6555 | 6988 | -433 | 187489 |
| PROMEDIO | 1638.75 | 1747 | | |

## 4.4 Daños existentes

Para concluir con la aplicación de la metodología PCI, se procedió a determinar los valores deducidos corregidos correspondientes a cada unidad de inspección evaluada. Del conjunto de valores obtenidos se identifica el mayor valor numérico, el cual para la unidad de inspección N° 01 resulta ser 54. Con este valor determinado, se aplica la fórmula establecida por la metodología del PCI, tal como se muestra a continuación:

$$PCI = 100 - (\text{Máximo CDV } o \text{ } Total\ VD)$$

Luego:

$$PCI = 100 - (54)$$

$$PCI = 46$$

Una vez obtenido un PCI = 46, este resultado se contrasta con la escala de clasificación del índice de condición del pavimento, ubicándolo dentro del rango correspondiente según se ilustra en la figura adjunta.

## 4.5 Rango de clasificación del PCI

**Tabla 8**

*Rango de clasificación PCI*

| Rango | Clasificación |
|---|---|
| 100 – 85 | Excelente |
| 85 - 70 | Muy bueno |
| 70 - 55 | Bueno |
| 55 - 40 | Regular |
| 40 - 25 | Malo |
| 25 - 10 | Muy malo |
| 10 - 0 | Fallado |

*Nota.* Tomado de Manual del PCI, Ing. Luis Vásquez, 2018

De acuerdo con la escala de clasificación establecida en el manual del PCI, y conforme a lo ilustrado en la figura correspondiente, el valor obtenido de PCI = 46 para la unidad de inspección N° 01 se ubica dentro del rango comprendido entre 40 y 55, lo que permite calificar el estado de dicho tramo como REGULAR.

El procedimiento de cálculo descrito fue aplicado de manera sistemática a las 22 unidades de inspección que conforman el área de estudio. Los resultados detallados de cada unidad, incluyendo las memorias de cálculo y el panel fotográfico que documenta los distintos tipos de daños identificados, se presentan como material complementario en los anexos de la presente investigación.

## 4.6 Resumen de PCI por unidades de inspección en la calzada

**Tabla 9**

*PCI por unidades de inspección en la calzada*

| N° de unidad de inspección | Abscisa inicial | Abscisa final | Longitud (m) | Ancho (m) | Área (m2) | PCI | Clasificación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Prog. 0+000 | Prog. 0+030 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 46 | REGULAR |
| 2 | Prog. 0+090 | Prog. 0+120 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 41 | REGULAR |
| 3 | Prog. 0+180 | Prog. 0+210 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 56 | BUENO |
| 4 | Prog. 0+270 | Prog. 0+300 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 45 | REGULAR |
| 5 | Prog. 0+360 | Prog. 0+390 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 56 | BUENO |
| 6 | Prog. 0+480 | Prog. 0+510 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 48 | REGULAR |
| 7 | Prog. 0+570 | Prog. 0+600 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 64 | BUENO |
| 8 | Prog. 0+660 | Prog. 0+690 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 45 | REGULAR |
| 9 | Prog. 0+740 | Prog. 0+770 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 37 | MALO |
| 10 | Prog. 0+830 | Prog. 0+860 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 63 | BUENO |
| 11 | Prog. 0+910 | Prog. 0+940 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 62 | BUENO |
| 12 | Prog. 0+000 | Prog. 0+030 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 42 | REGULAR |
| 13 | Prog. 0+090 | Prog. 0+120 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 66 | BUENO |
| 14 | Prog. 0+180 | Prog. 0+210 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 66 | BUENO |
| 15 | Prog. 0+270 | Prog. 0+300 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 63 | BUENO |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | Prog. 0+360 | Prog. 0+390 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 73 | MUY BUENO |
| 17 | Prog. 0+480 | Prog. 0+510 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 47 | REGULAR |
| 18 | Prog. 0+570 | Prog. 0+600 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 38 | MALO |
| 19 | Prog. 0+660 | Prog. 0+690 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 36 | MALO |
| 20 | Prog. 0+740 | Prog. 0+770 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 31 | MALO |
| 21 | Prog. 0+830 | Prog. 0+860 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 29 | MALO |
| 22 | Prog. 0+910 | Prog. 0+940 | 3.00 | 6.60 | 198.00 | 40 | MALO |

El valor del PCI total obtenido para la sección evaluada permite establecer un diagnóstico sobre su estado de conservación. Al compararlo con la escala de clasificación presentada en la figura 06 de la metodología del PCI, se determina que la vía se encuentra en un estado de conservación REGULAR; del mismo modo, de acuerdo con los criterios señalados en la tabla 01, el tipo de intervención que corresponde aplicar es la REHABILITACIÓN.

# CONCLUSIONES

1. La evaluación estructural del pavimento flexible de la Avenida Lampa en la Urbanización Santa Adriana I Etapa de la ciudad de Juliaca permitió determinar que la vía presenta un deterioro progresivo debido a la presencia de fallas estructurales y funcionales que afectan la transitabilidad y seguridad vial.
2. Mediante la inspección visual del pavimento se identificaron fallas predominantes como fisuras longitudinales, fisuras transversales, fisuras tipo piel de cocodrilo, baches, ahuellamientos y pérdida de agregados, las cuales presentan diferentes niveles de severidad y extensión a lo largo del tramo evaluado.
3. El cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) determinó que la Avenida Lampa presenta una condición estructural clasificada entre regular y mala, lo cual indica que el pavimento ha superado parcialmente su vida útil de servicio y requiere intervenciones técnicas de mantenimiento y rehabilitación. Se determinó que la falta de mantenimiento preventivo y correctivo ha influido directamente en el deterioro del pavimento flexible, reduciendo significativamente su vida útil y aumentando los costos de rehabilitación futura. Las condiciones climáticas de la ciudad de Juliaca, caracterizadas por variaciones térmicas y presencia de precipitaciones, sumadas a la deficiencia del sistema de drenaje, han contribuido al debilitamiento de la estructura del pavimento.
4. El nivel de servicio actual del pavimento flexible de la Avenida Lampa no garantiza condiciones óptimas de transitabilidad, afectando el transporte vehicular y peatonal dentro de la Urbanización Santa Adriana I Etapa.

# RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a otros investigadores evaluar el tema de rehabilitación estructural en las zonas donde el pavimento presenta fallas severas, considerando técnicas como recapeo asfáltico o reconstrucción parcial de la estructura del pavimento.
2. Se recomienda a otros investigadores eñaborar un programa de mantenimiento periódico del pavimento flexible con la finalidad de prolongar su vida útil y reducir costos de rehabilitación futura.
3. Se recomienda a otros investigadores realizar estudios complementarios de tránsito vehicular con la finalidad de diseñar soluciones estructurales acordes al volumen y tipo de carga existente.
4. Para futuras investigaciones, se sugiere ampliar el estudio a otras vías de la ciudad de Juliaca con características similares para establecer planes integrales de mantenimiento vial

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bowles, E. J. (1981). Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil (segunda ed.). Bogotá,Colombia: McGraw-Hill Latinoamericana,S.A.

Herrera, L. E., Medina, A. F., & Naranjo, G. L. (2004). Tutoría de la investigación científica (Cuarta ed.). Ambato: Gráficas Corona Quito.

Hibbeler, R. C. (2004). Mecánica vectorial para ingenieros (segunda ed., Vol. 1). Mexico, México: Pearson

Moncayo, J. (1980). Manual de Pavimentos (Primera ed.). México: Continental.

Mott, R. L. (1992). Diseño de elementos de máquinas (Segunda ed.). México, México: Prentice Hall.

Norton, R. L. (2011). Diseño de Máquinas (Cuarta ed.). México: Pearson.

Shigley, J. E., Larry, D., & Mitchell. (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica (Octava ed.). México, Mexico: McHill.

Shigley, J. E., Larry, D., & Mitchell. (1985). Diseño en Ingeniería Mecánica (Cuarta ed.). México, Mexico: McHill.

Shigley, J. E., Larry, D., & Mitchell. (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica (Novena ed.). México, Mexico: McHill

Dipac. (2009). Productos de acero. Dipac, 75

Etcsa. (2011). Piñones Cadenas Motoreductores de Velocidad. Etcsa, 120.

# ANEXOS

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

## Anexo 1. Matriz de consistencia

### Título: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOLOGÍA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Problema general:¿Cuál es el estado estructural del pavimento flexible de la Avenida Lampa en la Urbanización Santa Adriana I Etapa de la ciudad de Juliaca? | Objetivo general:Evaluar el estado estructural del pavimento flexible de la Avenida Lampa en la Urbanización Santa Adriana I Etapa de la ciudad de Juliaca. | Hipótesis general:El pavimento flexible de la Avenida Lampa presenta deficiencias estructurales que afectan su nivel de servicio y vida útil. | Variable independiente:Condición estructural del pavimento flexible | - Capacidad estructural- Estado superficial- Deflexiones | - Módulo estructural- Índice de condición del pavimento (PCI)- Valores de deflexión | Tipo de investigación: AplicadaNivel: Descriptivo – EvaluativoDiseño: No experimental – transversal |
| Problemas específicos:1. ¿Cuál es el nivel de deterioro superficial del pavimento?2. ¿Cuál es la capacidad estructural del pavimento?3. ¿Cuáles son los valores de deflexión del pavimento? | Objetivos específicos:1. Determinar el nivel de deterioro superficial del pavimento.2. Analizar la capacidad estructural del pavimento.3. Medir los valores de deflexión del pavimento. | Hipótesis específicas:1. El pavimento presenta un alto nivel de deterioro superficial.2. La capacidad estructural es insuficiente para el tránsito actual.3. Los valores de deflexión superan los límites permisibles. | Variable dependiente:Nivel de servicio del pavimento | - Transitabilidad- Seguridad vial- Confort del usuario | - Índice de servicio- Nivel de fallas- Rugosidad | Población: Pavimento de la Av. LampaMuestra: Tramos representativosTécnicas: Observación, mediciónInstrumentos: Ficha de inspección, equipo deflectómetro (Benkelman o FWD) |

# Anexo 2. Panel fotográfico

**Figura 20**

*Berma del pavimento flexible*



**Figura 21**

*Pavimento flexible Urb. Santa Adriana*



**Figura 22**

*Laterales del pavimento flexible*



## Anexo 3. Muestras y estado actual

**Estado actual del pavimento flexible de la avenida Lampa de la urbanización Santa Adriana I Etapa de la ciudad de Juliaca**

***Entre avenida aviación y Pachacamac***



Bache



Hundimiento



Bache



Bache



Reparaciones



Peladura Superficial

***Entre las calles Pachacamac y Lloque Yupanqui***



Fisuras longitudinales con peladura superficial



baches



Piel de cocodrilo



Desprendimiento y baches



Baches



Bache Reparado



***Entre*** Ahuellamiento, peladura superficial, fisuras transversales, piel de cocodrilo



Piel de cocodrilo



Desprendimiento



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular

***Entre la avenida Andres Avelino Caceres y jirón Kantu***



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular

***Entre el jiron Kantu y jiron marcavalle***



Desprendimiento con aparición de la base granular



Piel de cocodrilo



Peladura superficial



Fisuras transversales



Piel de cocodrilo



Peladura superficial



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular

## ***Sexta cuadra de la carretera Juliaca-Lampa***



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular

## ***Séptima cuadra de la carretera Juliaca-Lampa***



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular

***Octava Cuadra de la carretera Juliaca-Lampa***



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular

***Novena Cuadra de la carretera Juliaca-Lampa***



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular

## ***Décima cuadra de la carretera Juliaca-Lampa***



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Piel de cocodrilo



Desprendimiento con aparición de la base granular

***Décima primera cuadra de la carretera Juliaca-Lampa***



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Fisuras Transversales

***Décima segunda cuadra de la carretera Juliaca-Lampa***



Piel de cocodrilo



Baches



Baches y piel de cocodrilo



Desprendimiento con aparición de la base granular



Hundimiento



Hundimiento

***Décima tercera cuadra de la carretera Juliaca-Lampa***



Desprendimiento con aparición de la base granular



Hundimientos



Desprendimiento con aparición de la base granular y fisuras transversales



Desprendimiento con aparición de la base granular y piel de cocodrilo



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular y baches



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular

Décima cuarta cuadra de la carretera Juliaca-Lampa



Desprendimiento con aparición de la base granular



Desprendimiento con aparición de la base granular



Piel de cocodrilo y fisuras transversales




Ahuellamiento y fisura transversal




Bache y piel de cocodrilo



Fisuras transversales



Fisura Transversal



Hundimiento

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

# ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X] Fecha de entrega: 15-07-26

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

Nombres y Apellidos: ERICSON JOEL SANCHO CONDORI
Dirección: JR. MIRAFLORES 1228 VILLA HERMOSA DEL MISTI
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 46052142
Teléfono: 994671470 email: ejsanchocondori@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: INGENIERO CIVIL
Asesor: Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]

Título: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LAMPA EN LA URBANIZACIÓN SANTA ADRIANA I ETAPA DE LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): Pavimento flexible, PCI, evaluación estructural, rehabilitación, Slurry Seal.

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

1, 2

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



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

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

**2. Referencia de tesis:**

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

**3. Licencias:**

**a) Licencia estándar:**

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

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

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

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

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

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

☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.

☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____

☐ No autorizo.

**b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:**

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

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

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

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

☐ Sí autorizo

☒ No autorizo



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

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

**Jurisdicción de su Licencia**

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

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

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

☐ Internacional

☒ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



15 - Julio - 2026

Firma de Autor | huella digital | Fecha



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