

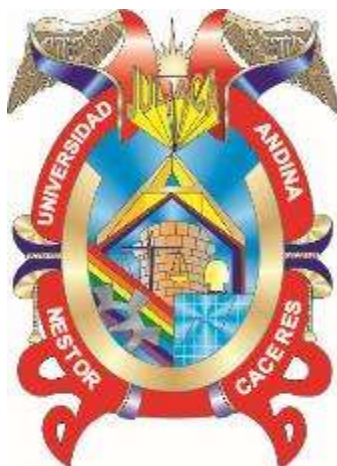


UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL
DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE
LA CIUDAD DE AZÁNGARO DE LA
REGIÓN DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

2023



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

**ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL
DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE
LA CIUDAD DE AZÁNGARO DE LA
REGIÓN DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

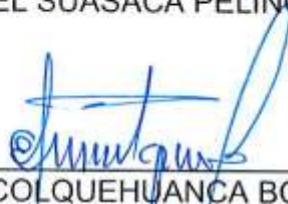
PRESIDENTE


: _____
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

PRIMER MIEMBRO


: _____
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO


: _____
Ing. EDY COLQUEHUANCA BORDA

ASESOR DE TESIS


: _____
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 677-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 01 de agosto de 2023

VISTOS:

El **INFORME N° 073-2023-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°1429-2022 de fecha 29 de noviembre de 2022 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

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

- * **Presidente** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Ing. EDY COLQUEHUANCA BORDA**
- * **Asesor** : **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : viernes 04 de agosto de 2023
- * **HORA** : 8:00
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


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


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

C.º. Areh. 2023
Internado
Escuela Profesional



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 092-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de abril de 2023

VISTOS.-

El OFICIO N° 028-2023-D-EPIC-UANCV-J, del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y el proveído del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, sobre el pedido de cambio de miembro (s) del sub comité de evaluación del **TRABAJO DE INVESTIGACION (Tesis)**, del Bachiller: **JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO**, y;

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA** ha solicitado cambio del **Presidente** de la terna del sub comité de evaluación del **TRABAJO DE INVESTIGACION (Tesis)**, titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO** aprobado con la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1429-2022-D-FICP-UANCV** de fecha 29 de noviembre de 2022; conformado por los siguientes Docentes:

- ❖ **Presidente** : Dr. VICTOR JULIO HUAMAN MEZA
- ❖ **1er. Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- ❖ **2do. Miembro** : Ing. EDY COLQUEHUANCA BORDA

Que; el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil ha tomado conocimiento que él, **Presidente** no tiene vínculo laboral en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por lo que ha determinado proceder con el sorteo para el cambio de la terna de la sub comisión de evaluación del **TRABAJO DE INVESTIGACION (Tesis)** conforme lo establece el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

Estando, a los documentos de VISTOS, mediante el cual informa la designación de la nueva terna de la sub comisión de evaluación; el mismo que deberá actuar según el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del Comité de Investigación de la escuela profesional de Ingeniería Civil, en concordancia al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR**, el cambio del **Presidente** de la Terna del sub comité de evaluación del **TRABAJO DE INVESTIGACION (Tesis)** presentado por el bachiller: **JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA**, titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO**, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, quedando la conformación del sub comité de evaluación de la siguiente forma:

- ❖ **Presidente** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- ❖ **1er. Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- ❖ **2do. Miembro** : Ing. EDY COLQUEHUANCA BORDA

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS
Mgtr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47798



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP/95531

cc:
Archivo 2023
Interresado (a)



**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1429-2022-D-FICP-UANCV

Juliaca, 29 de noviembre de 2022

VISTOS:

El INFORME N° 675-2022-D-UI-FICP-UANCV., del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, INFORME N° 139-2022-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV del Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, OPINIÓN TÉCNICA N° 57-2022-UANCV-FICP-UI -CI del Presidente de la Sub Comisión de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, RESOLUCIÓN DECANAL N° 528-2022-D-FICP-UANCV que aprueba el Proyecto de Investigación el 24 de junio de 2022 y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha 15 de noviembre de 2022 para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** con el tema titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO.**

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. VICTOR JULIO HUAMAN MEZA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Ing. EDY COLQUEHUANCA BORDA**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO**, correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 1732-2022, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Mgd. **SAL THON QUISPE HUANCA**
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

cc
archivo 2022
interior (a)
014



RESOLUCIÓN DECANAL N° 528-2022-D-FICP-UANCV

Juliaca, 24 de junio de 2022

VISTOS:

El **INFORME N° 0177-2022-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 037-2022-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 024-2022-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **31 de mayo de 2022**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el tema titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**;

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. VICTOR JULIO HUAMAN MEZA**
- * **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **2do Miembro** : **Ing. EDY COLQUEHUANCA BORDA**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO**, correspondiente a la línea de investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZANGARO DE LA REGIÓN DE PUNO**.

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

MIRIAM LILIAN QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

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

ROSA MELBA MARINO PRITO COAQUIRA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 86937

DC
archivo 2022
interesado (a)
/nyq



ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO DE LA REGIÓN DE PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE


FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	20%
2	vsip.info Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	"Análisis de la microestructura y propiedades físico-mecánicas de bases estabilizadas con cloruro de magnesio hexahidratado en terreno", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2022 Publicación	<1%
5	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	<1%
6	C. Mileto, F. Vegas, V. Cristini. "Rammed Earth Conservation", CRC Press, 2019 Publicación	<1%



Metadatos complementarios - UANCV

Título de la Tesis	
ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO DE LA REGIÓN DE PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47583480
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-6768-4921
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONETE CALLA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02371550
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-0222-1582
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02428673
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	EDY COLQUEHUANCA BORDA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02421963
Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17
Grupo de investigación	NO APLICA
Agencia de Financiamiento	SIN FINANCIAMIENTO
	Pais: Perú
	Departamento: Puno

<p>Ubicación geográfica de la investigación</p>	<p>Provincia: Azángaro Distrito: Azángaro Coordenadas: Latitud: -14.9084300 Longitud: -70.1961600 URL Maps: https://www.google.com/maps/place/14%C2%B055'03.6%22S+70%C2%B011'54.7%22W/@-14.9175598,-70.1985463,21z/data=!4m13!1m8!3m7!1s0x9167cd2111f3e925:0xe5018e21401b2f8d!2zQXrDoW5nYXJvI3b1I8m2I3d-14.9164287!4d-70.196185!16s%2Fm%2F03hg_ss!3m3!8m2!3d-14.917678!4d-70.198529?entry=ttu</p> 
<p>Año o rango de años en que se realizó la investigación</p>	<p>Junio 2022- Agosto 2023</p>
<p>URL de disciplinas OCDE https://purl.archive.org/pe-repo/ocde/ford%20(concytec-pe.github.io) - Librería</p>	<p>Ingeniería civil https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#2.01.01</p> <p>Ingeniería de la construcción https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#2.01.03</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
Dr. Efraim Parilla Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA, identificado con DNI Nro. 47583480 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:

“ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO DE PAVIMENTO URBANOS DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO DE LA REGIÓN DE PUNO”

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 09 de abril del 2024


FIRMA ASESOR


FIRMA ESTUDIANTE



Dedicatoria

A Dios por mostrarme día a día que con esfuerzo, paciencia y dedicación todo es posible.

A mis padres Policarpo y Margarita quienes con su apoyo, comprensión y amor incondicional están siempre en mi vida; a ellos que siempre tienen una palabra de aliento en cada momento y que son incentivo para lograr mis objetivos.



Agradecimiento

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por brindarme los conocimientos necesarios para mi formación profesional, lo cual me permite desempeñarme ante la sociedad.

Un agradecimiento muy especial a mis jurados Dr. Efraín Parillo Sosa, Dr. Leonel Suasaca Pelinco, Ing. Edy Colquehuanca Borda y asesor Dr. Oscar Vicente Viamonte Calla por la orientación y apoyo brindado para la realización del presente trabajo de investigación.

A todas las personas que de alguna u otra manera han contribuido en la realización del presente trabajo de investigación.



ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria.	i
Agradecimiento.	ii
Índice.	iii
Resumen.	xvi
Abstract.	xviii
Introducción.	xx

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Exposición de la situación problemática.	1
1.2	Planteamiento del problema.	2
1.2.1	Problema general.	2
1.2.2	Problemas específicos.	2
1.3	Justificación de la investigación.	2
1.3.1	Justificación técnica.	2
1.3.2	Justificación social.	3
1.3.3	Justificación económica.	3
1.4	Objetivos.	4
1.4.1	Objetivo general.	4
1.4.2	Objetivos específicos.	4
1.5	Hipótesis.	5
1.5.1	Hipótesis general.	5
1.5.2	Hipótesis específicas.	5
1.6	Variables e indicadores.	6
1.7	Operacionalización de variables.	7



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

	Pág.
2.1 Antecedentes de la investigación.	9
2.1.1 Antecedentes internacionales.	9
2.1.2 Antecedentes nacionales.	10
2.1.3 Antecedentes regionales.	12
2.2 Marco teórico.	14
2.2.1 Humedad de los suelos.	14
2.2.2 Pavimentos.	15
2.2.3 Tipos de pavimentos.	15
2.2.4 Diseño de pavimentos.	17
2.2.5 Factores de diseño.	18
2.2.6 Evaluación de pavimentos.	20
2.2.7 Metodología del índice de condición del pavimento.	21
2.2.8 Comportamiento y evaluación del pavimento de concreto. ...	21
2.2.9 Comportamiento del pavimento de concreto.	22
2.2.10 Factores que afectan el comportamiento del pavimento de concreto.	25
2.2.11 Evaluación del pavimento existente.	27
2.2.12 Granulometría de suelos.	29
2.2.13 Límites de Atterberg.	29
2.2.14 Ensayo de abrasión por medio de la máquina de los Ángeles. .	30
2.2.15 Características y funciones de bases y sub bases.....	32
2.2.16 Características y funciones de las carpetas asfálticas.....	35
2.2.17 Principios del desgaste superficial de pavimentos rígidos.....	37
2.2.18 Erosión por abrasión en pavimentos rígidos.....	37



	Pág.
2.2.19 Agentes abrasivos en el desgaste superficial de pavimentos rígidos.....	38
2.2.20 Resistencia al deslizamiento de los pavimentos rígidos.....	39
2.2.21 Área de contacto, presión de contacto y tiempo de carga en pavimento rígidos.	39
2.3 Marco conceptual.	40
2.3.1 Humedad de los suelos.	41
2.3.2 Mezcla asfáltica.	41
2.3.3 Compactación de mezclas asfálticas.	41
2.3.4 Deterioro en pavimentos asfálticos.	41
2.3.5 Conservación vial.	42
2.3.6 Granulometría de suelos.	42
2.3.7 Límites de Atterberg.	42
2.3.8 Erosión por abrasión en pavimentos rígidos.	43

CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Método de investigación.	58
3.2 Diseño de la investigación.	59
3.2.1 Enfoque cuantitativo.	44
3.2.2 Nivel explicativo.	44
3.2.3 Tipo aplicada.	45
3.3 Población y muestra.	45
3.3.1 Población.	45
3.3.2 Muestra	45
3.4 Técnicas e instrumentos de la investigación.	47



	Pág.
3.4.1 Selección de pavimentos urbanos para el análisis de su deterioro en la ciudad de Azángaro de la región Puno.	47
3.4.1.1 Propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.	47
3.4.1.2 Propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.	51
3.4.1.3 Propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.	54
3.4.2 Propiedades mecánicas del concreto en las losas de los pavimentos rígidos y de mezclas asfálticas en los pavimentos flexibles seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno.	58
3.4.2.1 Identificar las propiedades mecánicas de la resistencia del concreto en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.	58
3.4.2.2 Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas del pavimento de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.	60
3.4.2.3 Características de la mezcla asfáltica del pavimento de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro	74
3.4.3 Análisis del comportamiento mecánico del pavimento rígidos de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro de la región Puno.	83
3.4.3.1 Procedimiento de la creación del modelo estructural del pavimento rígido.	85
3.4.3.2 Resultados.	92



	Pág.
3.4.3.3 Deflexiones.	95
3.4.4 Evaluación de fallas superficiales en pavimentos urbanos deteriorados de la ciudad de Azángaro de la región Puno.....	96
3.4.4.1 Evaluación de fallas superficiales en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).	97
3.4.4.2 Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).	106
3.4.4.3 Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).	120

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Selección de pavimentos urbanos para el análisis de su deterioro en la ciudad de Azángaro de la región Puno.	146
4.1.1 Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013.	126
4.1.2 Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, con las	



	Pág.
especificaciones del manual EG – 2013.	128
4.1.3 Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013.	131
4.2 Propiedades mecánicas del concreto en las losas de los pavimentos rígidos y de mezclas asfálticas en los pavimentos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno.	133
4.2.1 Análisis de las propiedades mecánicas de la resistencia del concreto en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.	133
4.2.2 Análisis del índice asfáltico de las mezclas asfálticas del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.	134
4.2.3 Análisis del índice asfáltico de las mezclas asfálticas del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.	135
4.3 Análisis del comportamiento mecánico del pavimento rígidos de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro de la región Puno.	136
4.4 Evaluación de fallas superficiales en pavimentos urbanos deteriorados de la ciudad de Azángaro de la región Puno.	137
4.4.1 Evaluación de fallas superficiales en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).	138
4.4.2 Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).	139
4.4.3 Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, con empleo de la	



	Pág.
Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	139
4.5 Contrastación de hipótesis.	140
4.5.1 Contrastación de la hipótesis general.	140
4.5.2 Contrastación de las hipótesis específicas.	141
4.5.2.1 Contrastación de la Hipótesis Especifica 1.	141
4.5.2.2 Contrastación de la Hipótesis Especifica 2.	141
4.5.2.3 Contrastación de la Hipótesis Especifica 3.	142
4.5.2.4 Contrastación de la Hipótesis Especifica 4.	142
Conclusiones.	167
Recomendaciones.	171
Referencias bibliográficas.	172



ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. <i>Peso de agregado y N° de esferas para agregados gruesos hasta de 1 ½", ASTM C 131.</i>	31
Cuadro 2. <i>Peso de agregado y N° de esferas para agregados gruesos de tamaños mayores A ¾", ASTM C-535.</i>	32
Cuadro 3. <i>Resultados del contenido natural de humedad en los suelos de la estructura de la base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.</i>	48
Cuadro 4. <i>Resultados del análisis granulométrico en los suelos de la estructura de la base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.</i>	48
Cuadro 5. <i>Resultados de los límites de consistencia en los suelos de la estructura de la base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.</i>	49
Cuadro 6. <i>Resultados de la clasificación de suelos de la estructura de la base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.....</i>	49
Cuadro 7. <i>Resultados de la densidad seca máxima con Proctor modificado en los suelos de la estructura de la base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.</i>	50
Cuadro 8. <i>Resultados de la Relación Soporte California (CBR) en los suelos de la estructura de la base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.</i>	50
Cuadro 9. <i>Resultados del contenido natural de humedad en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.</i>	51
Cuadro 10. <i>Resultados del análisis granulométrico en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.</i>	52



	Pág.
Cuadro 11. Resultados de los límites de consistencia en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.	52
Cuadro 12. Resultados de la clasificación de suelos de la estructura de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.	53
Cuadro 13. Resultados de la densidad seca máxima con Proctor modificado en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.	53
Cuadro 14. Resultados de la Relación Soporte California (CBR) en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.	54
Cuadro 15. Resultados del contenido natural de humedad en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.	56
Cuadro 16. Resultados del análisis granulométrico en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.	55
Cuadro 17. Resultados de los límites de consistencia en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.	56
Cuadro 18. Resultados de la clasificación de suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.	56
Cuadro 19. Resultados de la densidad seca máxima con Proctor modificado en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.	57
Cuadro 20. Resultados de la Relación Soporte California (CBR) en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.	57



	Pág.
Cuadro 21. <i>Resumen de verificación de la resistencia del concreto, con empleo del esclerómetro en la frentera I (Jr. Tacna) de la Plaza de Armas.</i>	59
Cuadro 22. <i>Resumen de verificación de la resistencia del concreto, con empleo del esclerómetro en la frentera II (Jr. Puno) de la Plaza de Armas.</i>	59
Cuadro 23. <i>Resumen de verificación de la resistencia del concreto, con empleo del esclerómetro en la frentera III (Jr. 9 de octubre) de la Plaza de Armas. ...</i>	60
Cuadro 24. <i>Resumen de verificación de la resistencia del concreto, con empleo del esclerómetro en la frentera IV (Jr. Cusco) de la Plaza de Armas ...</i>	60
Cuadro 25. <i>Método del instituto de asfalto (usa).</i>	61
Cuadro 26. <i>Método del instituto de asfalto (usa).</i>	64
Cuadro 27. <i>Método del instituto de asfalto (usa).</i>	67
Cuadro 28. <i>Método del instituto de asfalto (usa).</i>	70
Cuadro 29. <i>Método del instituto de asfalto (usa).</i>	73
Cuadro 30. <i>Método del instituto de asfalto (usa).</i>	76
Cuadro 31. <i>Método del instituto de asfalto (usa).</i>	78
Cuadro 32. <i>Método del instituto de asfalto (usa).</i>	82
Cuadro 33. <i>Rangos de clasificación del PCI.</i>	99
Cuadro 34. <i>Rangos de clasificación del PCI.</i>	101
Cuadro 35. <i>Rangos de clasificación del PCI.</i>	103
Cuadro 36. <i>Rangos de clasificación del PCI.</i>	105
Cuadro 37. <i>Rangos de clasificación del PCI.</i>	109
Cuadro 38. <i>Rangos de clasificación del PCI.</i>	113
Cuadro 39. <i>Rangos de clasificación del PCI.</i>	116
Cuadro 40. <i>Rangos de clasificación del PCI.</i>	120
Cuadro 41. <i>Rangos de clasificación del PCI.</i>	124
Cuadro 42. <i>Rangos de clasificación del PCI.</i>	125
Cuadro 43. <i>Comparación de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013.</i>	126



<i>Cuadro 44. Comparación de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013.</i>	129
<i>Cuadro 45. Comparación de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013.</i>	131
<i>Cuadro 46. Propiedades mecánicas de la resistencia del concreto en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.</i>	133
<i>Cuadro 47. Índice asfáltico de las mezclas asfálticas del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.....</i>	134
<i>Cuadro 48. Índice asfáltico de las mezclas asfálticas del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.....</i>	135
<i>Cuadro 49. Resumen de la evaluación de fallas superficiales por el PCI del Pavimento rígido de la Plaza de Armas.</i>	138
<i>Cuadro 50. Resumen de la evaluación de fallas superficiales por el PCI del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo.....</i>	139
<i>Cuadro 51. Resumen de la evaluación de fallas superficiales por el PCI del pavimento flexible de la Av. Los Próceres.....</i>	140



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 (Modelado de la losa de concreto e = 20cm).	85
Figura 2 (Modelado de la base granular e= 40 cm).....	85
Figura 3 (Modelado de sub rasante e= 80cm).	86
Figura 4 (Mallado de la losa de concreto en toda su geometría).	86
Figura 5 (Mallado de la base granular en toda su geometría).	87
Figura 6 (Mallado de la sub rasante en toda su geometría).	87
Figura 7 (Interacción de la losa de concreto y base granular en las caras de contacto).	88
Figura 8 (Interacción de la base granular y subrasante en las caras de contacto).....	88
Figura 9 (Discretizado de la estructura del pavimento en todas sus capas, con interacción).	89
Figura 10 (Asignación individual de la zona de contacto del neumático y el pavimento).	89
Figura 11 (Asignación de la carga de presión en la zona de contacto)	90
Figura 12 (Interacción en la parte inferior del pavimento rígido).	90
Figura 13 (Límite de cara lateral a lo largo del eje 3 (Z)).	91
Figura 14 (Límite de cara lateral perpendicular al eje 3 (Z)).	91
Figura 15 (Efecto del esfuerzo de compresión en el pavimento rígido).	92
Figura 16 (Efecto del esfuerzo de compresión en el pavimento rígido visto en corte).	92
Figura 17 (Esfuerzo de compresión en cada elemento discretizado en corte del pavimento rígido).....	93
Figura 18 (Vista de la deformación en el pavimento rígido discretizado).	94



	Pág.
Figura 19 (Visualización de las deformaciones en el pavimento rígido discretizado).	94
Figura 20 (Visualización de las deflexiones en el pavimento rígido discretizado).	95
Figura 21 (Visualización de las deflexiones en la losa de concreto).	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variación del esfuerzo de compresión en las capas del pavimento rígido.	93
Tabla 2. Valores de las deformaciones en profundidad del pavimento rígido.	95



RESUMEN

Todo material de construcción por el servicio y por la edad tiende a deteriorarse, sin embargo, se tiene pavimentos construidos que tienen una corta durabilidad esto debido a muchos factores, como por ejemplo la baja calidad de materiales, el deficiente proceso constructivo, mal uso de los pavimentos y a la falta de mantenimiento. En el caso específico de los pavimentos estudiados de la ciudad de Azángaro se considera el análisis de los factores de deterioro de tales pavimentos, problema que se ha propuesto analizar planteando lo siguiente: como **objetivo general**, el análisis de los factores que intervienen en el deterioro de pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro y los siguientes **objetivos específicos**, *el primero* identificar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de base de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro, *el segundo* analizar las propiedades mecánicas del concreto en losas de pavimentos rígidos y la mezcla asfáltica de pavimentos flexibles seleccionados de la ciudad de Azángaro, *el tercero* analizar el comportamiento mecánico del pavimento rígido seleccionado de la ciudad de Azángaro, con aplicación del método de elementos finitos y *el cuarto* evaluar las fallas superficiales de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno, para determinar su estado de transitabilidad.

Desarrollado los objetivos planteados, ha permitido llegar a las siguientes **Conclusiones**: *La primera* que los suelos empleados en la estructura de base de pavimentos rígidos y flexibles estudiados, no cumplen con las especificaciones establecidas en el manual EG – 2013, por tanto, es uno de los factores de deterioro de pavimentos, *la segunda* a que las propiedades mecánicas de la resistencia del concreto en losas del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de



Azángaro, tiene valores menores de 171.10 kg/cm^2 el cual es muy baja, por lo que es un factor de deterioro del pavimento; y en lo que respecta a las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo son bajas, el índice asfáltico es menor al determinado por la metodología del Instituto de Asfalto (USA); por tanto, son factores del deterioro del pavimento en estudio y en lo referido a las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica del pavimento flexible de la Av. Los Próceres son bajas, el índice asfáltico es menor al determinado por la metodología del Instituto de Asfalto (USA); por tanto, son factores del deterioro del pavimento en estudio. La **tercera** en lo que respecta al análisis del comportamiento mecánico del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, se ha efectuado con la aplicación del SOFTWARE ABANQUIS 6-14, en donde los resultados en la variación de las deformaciones son muy pequeñas y las deflexiones en la capa de losa de concreto son del orden de 0.22 a 0.23 mm aproximadamente, los resultados interpretados nos indican que las deformaciones corresponden a la fatiga del concreto del pavimento en estudio y a la **cuarta** que se refiere a la evaluación de fallas superficiales del pavimento rígido de la Plaza de Armas, con aplicación de la metodología del (PCI), dio como resultado un valor de 25.25 que corresponde a una clasificación de MALO, por lo que es un factor de deterioro del pavimento y requiere de una inmediata aplicación de un programa de reparación y mantenimiento; efectuado la evaluación de fallas superficiales del pavimento rígido de la Plaza San Bernardo, con aplicación de la metodología del (PCI), dio como resultado un valor de 38.80 que corresponde a una clasificación de MALO, por lo que es un factor de deterioro del pavimento y requiere de una inmediata aplicación de un programa de reparación y mantenimiento; finalmente efectuado la evaluación de fallas superficiales del pavimento rígido de la Av. Los Próceres, con aplicación de la



metodología del (PCI), dio como resultado un valor de 42.23 que corresponde a una clasificación de REGULAR, por lo que requiere la aplicación de un programa de mantenimiento.

Palabras Clave: Factores, Deterioro, Pavimentos Rígidos, Pavimentos Flexibles.



ABSTRACT

All construction material due to service and age tends to deteriorate, however there are built pavements that have a short durability, due to many factors, such as the low quality of materials and construction process, the poor use of the floors and the lack of maintenance. In the specific case of the studied floors of the city of Azángaro, we consider the analysis of the The main objective is to analyse the factors involved in the deterioration of selected pavements in the city of Azángaro and the following specific objectives, the first is to identify the physical and mechanical properties of the soils in the base structure of the selected pavements in the city of Azán. The second to analyse the mechanical properties of concrete in hard pavement slabs and asphalt mixing of selected flexible pavements from the city of Azángaro, the third to analyse the mechanical behaviour of the selected hard pavement from the city of Azángaro, applying the finite element method, and the fourth to evaluate the surface faults of the pavements. Selected urban elements of the city of Azángaro in the Puno region, to determine their transiability status.

Developed the stated objectives, has allowed to reach the following Conclusions: The first is that the floors used in the basic structure of the rigid and flexible pavements studied do not meet the specifications set out in the EG - 2013 manual, therefore, is one of the factors of pavement deterioration, the second is that the mechanical properties of the resistance of the concrete on the pavement tiles rí As for the mechanical properties of the asphalt mixture of the flexible pavement of the Plaza San Bernardo are low, the asphalt index is lower than that determined by the methodology of the Asphalt Institute (USA); therefore, they are factors of the deterioration of the pavement under study and with regard to the mechanical properties of the asphalt mixture of the flexible pavement of Av. Proceres are low, the asphalt



index is lower than that determined by the methodology of the Asphalt Institute (USA); therefore, they are factors of the deterioration of the pavement under study. The third, concerning the analysis of the mechanical behaviour of the rigid pavement of the Plaza de Armas of the city of Azángaro, was carried out with the application of SOFTWARE ABANQUIS 6-14, where the results in the variation of deformations are very small and the deflections in the concrete slab layer are of the order of 0.22 to 0.23 mm approximately. The results interpreted indicate that the deformations correspond to the fatigue of the concrete of the pavement under study and to the fourth, which refers to the evaluation of superficial faults of the rigid pavement of the Plaza de Armas, with application of the methodology of the (PCI), resulted in a value of 25.25 which corresponds to a classification of MALO, so it is a factor of deterioration of the pavement. and requires the immediate implementation of a repair and maintenance programme; the evaluation of surface faults of the rigid pavement in Plaza San Bernardo, using the methodology of the PCI, resulted in a value of 38.80, which corresponds to a classification of MALO, so it is a factor of deterioration of the pavement and requires the immediate implementation of a repair and maintenance programme; carried out the evaluation of superficial faults of the rigid pavement of Av. The Próceres, using the methodology of the (PCI), resulted in a value of 42.23, which corresponds to a classification of REGULAR, so it requires the implementation of a maintenance program.

Key Words: Factors, Deterioration, Rigid Pavements, Flexible Pavements.



INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los factores del deterioro de los pavimentos, nos permite determinar las causas que lo ocasionaron y los efectos que se han producido; en el caso específico del deterioro de los pavimentos tanto rígidos como flexibles de la ciudad de Azángaro se han analizado considerando la siguiente secuencia:

Capítulo I, referido al problema, se plantea establecer lo factores de deterioro de los pavimentos seleccionados, tomando en consideración la deficiente calidad materiales y procesos constructivos del que se ha desprendido un objetivo general y cuatro objetivos específicos, y correspondientemente las justificaciones y de la misma forma una hipótesis general e hipótesis específicas, que corresponde al nivel explicativo del trabajo de investigación.

Capítulo II, que corresponde al marco teórico referencia se ha seleccionado antecedentes, marco teórico y marco conceptual pertinentes a la esencia del trabajo desarrollado, donde su clasificación y revisión a facilitado significativamente el desarrollo integral este trabajo.

Capítulo III, que corresponde a los procedimientos metodológicos de la investigación se ha ubicado el presente trabajo con las características del nivel explicativo y de tipo aplicada.

Capítulo IV, que se refiere a análisis y discusión de resultados, se tiene la respuesta a los objetivos planteados inicialmente el mismo que se refiere al análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, de la resistencia del concreto, del índice asfáltico de la mezcla asfáltica y la evaluación de las fallas superficiales a los dos tipos de pavimentos considerados.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Exposición de la situación problemática.

Una preocupación bien marcada en la Región de Puno, es la producción del concreto para su empleo en pavimentos rígidos debido a su variación de clima, donde las temperaturas están por debajo de los -10°C , sobre todo en la parte del altiplano de la Región donde está a más de 3859 m.s.n.m. como es el caso de la ciudad de Azángaro capital de la provincia del mismo nombre; cómo se puede suponer la construcción de pavimentos rígidos requiere del estudio de los materiales a emplearse y de los procesos constructivos que deben de ser de calidad; en lo que respecta a los materiales están los suelos de la subrasante y los suelos de cantera que se seleccionada para construcción de la base, estos por lo general no cumplen con lo establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), convirtiéndose así en causas de la corta durabilidad en los pavimentos; del mismo modo la producción del concreto para las losas tienen más limitaciones debido a que el desarrollo de la resistencia en compresión del concreto puede ser interrumpida por las bajas temperaturas que mantienen al agua al borde del congelamiento por tanto influyen en la producción normal de un concreto por lo que es obligado el uso de aditivos que permiten la producción de calidad de concreto, situación que se tomara en cuenta en el desarrollo de este proyecto.



1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuáles y como son los factores que intervienen en el deterioro de pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cómo son las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de base de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno?
2. ¿Cómo son las propiedades mecánicas del concreto en losas de pavimentos rígidos y la mezcla asfáltica de pavimentos flexibles seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno?
3. ¿Cómo es el comportamiento mecánico del pavimento rígido seleccionado de la ciudad de Azángaro de la región Puno, con aplicación del método de elementos finitos?
4. ¿Cuáles son las fallas superficiales de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno, para determinar su estado de transitabilidad?

1.3 Justificación de la investigación.

1.3.1 Justificación técnica.

La construcción de pavimentos rígidos en climas fríos requiere que se tenga en cuenta su durabilidad y ello se garantiza cuando la construcción de la base y las losas de concreto se efectuará con materiales de calidad sugeridos por el Ministerio



de Transportes y Comunicaciones (MTC) y la AASHTO. Estas razones nos obligaran a seleccionar los suelos para la base que corresponda y en caso de no tenerlo se recurrirá a la estabilización de suelos; del mismo modo la producción del concreto se efectuará con agregados de calidad, luego de un diseño de mezclas considerando un aditivo incorporador de aire, a fin de garantizar la durabilidad adecuada del concreto hidráulico empleado en las losas de concreto de pavimento rígido.

1.3.2 Justificación social.

La localidad de Azángaro capital de la provincia del mismo nombre es una ciudad con más de 10 000 habitantes donde se desarrolla intensamente la actividad comercial por ser esta ciudad que se ubica en la vía interoceánica de penetración a la selva; la mayoría de sus habitantes se dedican al comercio ambulatorio donde las vías debidamente pavimentadas facilitan su realización; por otro lado las actividades educacionales de empleo en las diversas entidades del estado son considerables y el tener los pavimentos en buen estado le dan mayor calidad para el desarrollo de todas estas actividades; de tal manera que sus habitantes logren un mejor nivel de vida personal en todo sus aspectos; por tanto evaluar las causas de la corta durabilidad de pavimentos permitirá tomar en cuenta la calidad de los materiales, la calidad de los procesos constructivos donde ambos puedan generar pavimento durables y que faciliten la transitabilidad de vehículos y personas dentro de la ciudad de Azángaro.

1.3.3 Justificación económica.

La ciudad de Azángaro por su condición de ciudad en crecimiento y el desarrollo de diversas actividades ligadas a la economía hacen que la



transitabilidad de vehículos y personas por sus vías sean convenientemente adecuadas, situación que permitirá sin contratiempos ni mayores costos el desarrollo de todas sus actividades que beneficien integralmente a la población; otro aspecto que se tomara en cuenta en el desarrollo del proyecto es la temporada de lluvias características en la zona siendo estos los meses de noviembre a abril de cada año donde en sus vías no pavimentadas se tornan intransitables, por ahí la preocupación de contar con pavimentos rígidos durables y que mejoren definitivamente la transitabilidad en toda la ciudad de Azángaro.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general.

Efectuar el análisis de los factores que intervienen en el deterioro de pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno.

1.4.2 Objetivos específicos.

1. Identificar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de base de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno.
2. Analizar las propiedades mecánicas del concreto en losas de pavimentos rígidos y la mezcla asfáltica de pavimentos flexibles seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno.
3. Analizar el comportamiento mecánico del pavimento rígido seleccionado de la ciudad de Azángaro de la región Puno, con aplicación del método de elementos finitos.



4. Evaluar las fallas superficiales de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno, para determinar su estado de transitabilidad

1.5 Hipótesis.

1.5 Hipótesis.

1.5.1 Hipótesis general

Los factores principales que intervienen en el deterioro de pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno, son la baja calidad de los materiales empleados, deficientes procesos constructivos, deficiente funcionamiento de las obras de drenaje y falta de actividades de mantenimiento.

1.5.2 Hipótesis específicas

1. Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de base de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno; valorados con las especificaciones del manual EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; son deficientes y es un factor de deterioro.
2. Las propiedades mecánicas del concreto en losas de pavimentos rígidos y la mezcla asfáltica de pavimentos flexibles seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno; son bajas y es un factor de deterioro.
3. El comportamiento mecánico del pavimento rígido seleccionado de la ciudad de Azángaro de la región Puno, determinado con aplicación del método de elementos finitos; demuestran que son bajas y es un factor de deterioro.



4. Las fallas superficiales de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno; evaluadas con la metodología del índice de transitabilidad, los resultados ubican a los pavimentos evaluados rangos de clasificación de **MUY MALO**.

1.6 Variables e indicadores

Variable Independiente : Deterioro estructural de pavimentos seleccionados.

Indicadores :

- Propiedades físicas y mecánicas de suelos empleados en la base de los pavimentos flexibles seleccionados.
- Propiedades físicas y mecánicas de suelos empleados en la base de los pavimentos rígidos seleccionados.
- Propiedades mecánicas de la superficie de pavimentos rígidos de vías seleccionadas.
- Propiedades mecánicas de la superficie de pavimentos flexibles de vías seleccionadas.

Variable dependiente : Fallas superficiales en pavimentos seleccionados

Indicadores :

- Evaluación de propiedades mecánicas del pavimento rígido seleccionado.
- Evaluación de fallas superficiales de pavimentos rígidos seleccionados.
- Evaluación de fallas superficiales de pavimentos flexibles seleccionados.



1.7 Operacionalización de variables.

Variables	Indicadores	Índices
Variable Independiente: (1) Deterioro estructural de pavimentos seleccionados.	1.1 Propiedades físicas y mecánicas de suelos empleados en la base de los pavimentos flexibles seleccionados.	1.1.1 Granulometría, límite líquido, límite de plástico, e índice de plasticidad, Densidad y CBR.
	1.2 Propiedades físicas y mecánicas de suelos empleados en la base de los pavimentos rígidos seleccionados.	1.2.1 Granulometría, límite líquido, límite de plástico, e índice de plasticidad, Densidad y CBR.
	1.3 Propiedades mecánicas de la superficie de pavimentos rígidos de vías seleccionadas.	1.3.1 Resistencia del concreto en losas de pavimentos rígidos.
	1.4 Propiedades mecánicas de la superficie de pavimentos flexibles de vías seleccionadas.	1.4.1 Índice asfáltico en mezclas asfálticas de pavimentos flexibles.
Variable dependiente: (2) Fallas superficiales en pavimentos seleccionados	2.1 Evaluación de propiedades mecánicas del pavimento rígido seleccionado.	2.1.1 Método de elementos finitos.
	2.2 Evaluación de fallas superficiales de pavimentos rígidos seleccionados.	2.2.1 Método PCI pavimento rígidos.
	2.3 Evaluación de fallas superficiales de pavimentos flexibles seleccionados.	2.3.1 Método PCI pavimento flexibles.

NOTA: Elaboración propia, enero - 2020.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 Antecedentes internacionales.

Primer antecedente internacional.

González, D. (2018), en su trabajo de tesis: "Metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito", han expresado que: Baches: La reparación de todo el espesor es la opción más rentable de las dos soluciones viables para el fallo del bache. Esto es así si se tiene en cuenta el coste directo, los gastos generales y el presupuesto global. La segunda opción, que consiste en volver a cubrir el hormigón, tiene un precio mayor en comparación con la económica, ya que supone el 37,39% del coste total. Según la modelización presentada en el estudio, estas son las cifras que deberían utilizarse. La razón de la disparidad de precios que se produce entre los dos enfoques para reparar algo se debe al material que se utiliza para la "capa de rodadura". En un enfoque, el material que se utiliza es el asfalto, y en el otro enfoque, el material que se utiliza es el hormigón. Como el hormigón es un material más caro, el coste de los recursos



necesarios para completar esta tarea también es mayor cuando se hace con hormigón. baches: En cuanto a las dos posibles soluciones para el fallo de las roderas, tanto en términos de coste directo como de gastos generales y, en consecuencia, del presupuesto total, la solución que resulta más rentable es la sustitución de la capa de asfalto y de la base granular. La reposición de la capa de hormigón tiene un coste de ejecución más elevado, que es un 84,24% mayor que el método de sustitución. Según la modelización presentada en el estudio, estas son las cifras que deberían utilizarse. La razón de la importante diferencia de precios, que puede llegar a ser el doble entre las dos opciones, se puede desglosar en dos categorías: la primera es la naturaleza del material que se utiliza para la capa de rodadura, que puede estar compuesto de asfalto u hormigón. Como se ha mencionado en el debate anterior sobre los baches, el hormigón es la opción más cara, lo que supone un aumento de la cantidad de recursos necesarios para el producto. Por otro lado, el número de capas que se intervienen en el paquete estructural aumenta de un método a otro: en la repavimentación se intervienen todas las capas, mientras que en la sustitución de la capa asfáltica y la base granular, como su nombre indica, sólo se interviene la capa base. En consecuencia, la sustitución de la capa asfáltica y la base granular es una metodología menos invasiva, que genera un menor uso de recursos. Sin embargo, existe la posibilidad de que el método de repavimentación con hormigón tenga una vida útil más larga que la sustitución, lo que significaría que a lo largo del tiempo no habría que intervenir con la misma frecuencia que la sustitución; sin embargo, esta es una hipótesis que no se está investigando en este trabajo. (González, D. 2018, pág. 71)



Segundo antecedente internacional.

Fiallos, J. (2017), en su trabajo de tesis: "Investigación de un Plan de Manejo del Deterioro del Pavimento de la Vía Cumbe – La Jarata", ha expresado que: Errores en los diseños causados por una incorrecta evaluación de los parámetros involucrados o por una mala determinación de los mismos; factores climáticos desfavorables que provocan dilatación y contracción de la losa, causando agrietamiento; el elevado incremento de las cargas de tráfico y su frecuencia en comparación con las previstas en el diseño original; deficiencias en el proceso de construcción del pavimento que afecten a la calidad final de los materiales; el elevado aumento de las cargas de tráfico y su frecuencia en comparación con las previstas en el diseño original. Para evaluar adecuadamente el estado del pavimento de una carretera, primero hay que subdividir la propia calzada en partes entre sí. Esto se hace para que se pueda adoptar un único enfoque para el mantenimiento y/o rehabilitación del pavimento en toda la longitud de la carretera. Los ensayos no destructivos son una excelente alternativa a los ensayos destructivos para evaluar un pavimento, ya que reducen los gastos, evitan cambios en la distribución de las tensiones y producen resultados en menor tiempo; el deflectómetro de impacto es el instrumento de ensayo no destructivo más utilizado en la actualidad (FWD). Se han reconocido los fallos más comunes que tienen lugar en los distintos tipos de pavimentos rígidos, junto con información sobre sus grados de gravedad, causas potenciales, tratamientos posibles y progresiones probables en caso de que no se aborden a tiempo. A continuación, se exponen algunas de las conclusiones derivadas del segundo objetivo, que consistía en realizar una investigación de las cargas de tráfico existentes a lo largo de la carretera: Al eliminar los errores que se presentan al realizar el conteo en campo, el cual no



cuenta con un registro visual de los vehículos para su corrección, se logró una mejor aproximación a la realidad al realizar el conteo vehicular con la ayuda de cámaras. Esto permitió realizar una mejor aproximación a la situación real. Al contar en ambos sentidos de la carretera, pudimos eliminar la necesidad de aplicar el factor de dirección para adquirir el TPDA. Como resultado, pudimos obtener una caracterización más precisa de las cargas de tráfico presentes en la carretera estudiada. (Fiallos, J. 2017, pág. 77)

2.1.2 Antecedentes nacionales.

Primer antecedente nacional.

Núñez, Y. (2014), en su trabajo de tesis: "Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobre capas de refuerzo en la avenida todos los santos de la ciudad de chota", ha expresado que: Después de ser inspeccionado, el estado del pavimento rígido de hormigón según el PCI que se obtuvo es equivalente a 35,05; como resultado, se considera que es malo ya que se encuentra dentro del rango (25). El estado del pavimento rígido se evaluó mediante el método VIZIR, y la puntuación media obtenida fue igual a 5. En consecuencia, se considera que el pavimento rígido está en muy mal estado porque su puntuación se encuentra dentro del rango de puntuaciones que incluye 5, 6 y 7. Esto se debe a que la mayor parte de la avenida objeto de este estudio se encuentra en muy mal estado. El espesor de la armadura de recubrimiento que se logró para el proyecto de rehabilitación es de pulgadas, mientras que el espesor de la losa de concreto rígido que se construyó para el proyecto de reconstrucción es de 8 pulgadas. Como parte del Estudio de Mecánica de Suelos, se excavaron tres pozos de prueba, de



los que se obtuvieron los siguientes datos: El pozo prueba n° 01 tuvo un CBR = 6.5 %, el pozo prueba n° 02 tuvo un CBR= 6.8%, y el pozo prueba N° 03 tuvo un CBR = 7.10 %. Además, se realizó un estudio de cantera para mejorar la subbase, y se obtuvo un CBR del 40% al 95 % del MDS, lo que llevo a un valor de módulo de elasticidad máximo E_{sb} de 1986.35 kg/cm².que era el resultado deseado. Tanto el PCI como el VIZIR arrojan resultados similares, lo que indica que la avenida está en mal estado. En consecuencia, se propusieron dos presupuestos diferentes: uno para la rehabilitación y otro para la reconstrucción total del pavimento. Los resultados obtenidos por los dos métodos son similares, indicando que la avenida está en mal estado. Dado que más del sesenta por ciento de la avenida está en mal estado, se decidió reconstruirla. Los presupuestos indican una mayor inversión para la reconstrucción de la vía (pavimento rígido) en la etapa inicial (revisar anexos), pero con las proyecciones futuras, es más beneficioso porque no requiere tanto mantenimiento como el pavimento asfáltico, (Núñez Y. 2014, pág. 99)

Segundo antecedente nacional.

Medina M. (2015), en su trabajo de tesis: "Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI", han expresado que: El estado del pavimento flexible del Jr. José Gálvez se considera regular para las zonas que se han identificado. En este momento, el pavimento flexible del Jr. José Gálvez está en condición de ofrecer a los usuarios circunstancias que son satisfactorias. La mayoría de las calles del Jr. José Gálvez tienen una calidad de pavimento mala, media o excelente. La condición calificada como en mal estado tiene el mayor porcentaje, con un 39%, seguido de la condición



calificada como en regular estado, con un 26%, y la condición calificada como en excelente estado, con un 22%. Los demás criterios aparecen en proporciones iguales o inferiores al 5%. No hay unidades de muestra disponibles que estén en perfecto estado. La piel de cocodrilo, el agrietamiento en bloque, el agrietamiento longitudinal y transversal, los parches y el corte de utilidad, el agregado pulido, los huecos o baches, el ahuellamiento y, finalmente, la descamación por intemperie y el desprendimiento del agregado son las fallas que se han identificado en la carretera evaluada. La piel de cocodrilo es un tipo de agrietamiento que se parece a la piel de cocodrilo. El costo de mantenimiento y restauración del Jr. José Gálvez se ha estimado en 1,355,34.27 nuevos soles, lo que permitirá mejorar el pavimento de su estado actual de "regular" a "excelente". Costará 19,56 nuevos soles por metro cuadrado mejorar el pavimento del Jr. José Gálvez de su actual estado satisfactorio a uno excepcional. Esto en base al área que se analizó. (Medina M. 2015, pág. 104)

2.1.3 Antecedentes regionales.

Primer antecedente regional.

Humpiri K. (2015), en su trabajo de tesis: "Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno", han expresado que: Las grietas longitudinales y transversales son los más comunes de fallos superficiales encontradas en el área de estudio, seguidos por las roderas, el desgaste superficial y otros tipos de fallos superficiales. Estos fallos superficiales están causados por deficiencias en el diseño, la construcción y la explotación del proyecto, que tienen un impacto negativo en el resultado del proyecto en general. Por lo tanto, para mantener eficazmente la carretera, es necesario llevar a cabo



una evaluación suficiente de la misma para establecer el tipo de mantenimiento que se llevará a cabo, que es un componente que nos ayuda a mantener eficazmente la carretera. Es posible llegar a la conclusión, basándose en los fallos de la superficie en la región investigada, de que suelen presentar un bajo grado de gravedad. La razón principal de la degradación de las carreteras es el mínimo mantenimiento que se ha realizado en ellas. Gracias a la posibilidad de restaurar los daños de forma oportuna y precisa con la ayuda de los tratamientos de mantenimiento de carreteras indicados en esta investigación, se ha aumentado el grado de servicialidad. La cantidad de daños no disminuirá idealmente si no se lleva a cabo la actividad de mantenimiento necesaria para un determinado tipo de avería. La conservación de las carreteras se ve favorecida por el mantenimiento continuo de la infraestructura vial, lo que se refleja en la comodidad y el tiempo de los desplazamientos. Como resultado de la investigación sobre la identificación de los fallos superficiales en los pavimentos flexibles, es posible extraer la conclusión de que existe una gran diversidad de fallos superficiales. Esta conclusión puede servir de referencia a los ingenieros de carreteras cuando realicen inspecciones de carreteras. (Humpiri K. 2015, pág. 100)

Segundo antecedente regional.

Coari, E. (2017), en su trabajo de tesis: "Aplicación de la metodología PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la av. aviación de la ciudad de Juliaca en el 2017", ha expresado que: Se determinó que la Av. Aviación tiene un Índice de condición del Pavimento (ICP) de 35.24 y se encuentra en un estado de conservación MALO tras aplicar el método del Índice de Condición del Pavimento (ICP). Esto indica que la carretera se ha deteriorado y presenta fallas



superficiales en toda su extensión, lo que resulta en malas condiciones de servicio para los usuarios. Los parches, los huecos, los desprendimientos de áridos, la piel de cocodrilo, los desniveles entre carriles y bordes, las grietas longitudinales y transversales, el hinchamiento, el Abombamiento y el hundimiento, el agrietamiento de los bordes, el ahuecamiento, el agrietamiento en bloque, las grietas por reflexión de las juntas, las grietas y depresiones parabólicas y otros tipos de fallos superficiales fueron identificados como 14 de los 19 tipos de fallos superficiales que se mencionan en la Norma ASTM D6433-03 para pavimentos flexibles. Otros tipos de fallos superficiales incluían otros tipos de. A continuación, se detallan los grados de severidad de las fallas que se descubrieron a nivel de superficie del pavimento flexible en la Av. Aviación: Los parches tuvieron una severidad alta de 855.02 metros cuadrados, una severidad media de 783.03 metros cuadrados y una severidad baja 60.82 metros cuadrados. Los huecos tuvieron una severidad alta 48 unidades, una severidad media de 17 unidades y una severidad baja de 12 unidades. El desprendimiento de agregados tuvo una severidad alta de 313.73 metros cuadrados, una severidad media de 335.07 metros cuadrados y una severidad baja de 720.79 metros cuadrados. El agrietamiento cocodrilo en las direcciones longitudinales y transversales con una severidad alta de 12.82 metros; el hinchamiento con una severidad alta de 33.42 metros, media de 26.62 metros, y baja de 27.63 metros, el abombamiento y hundimiento con una severidad alta de 32.29 metros, media de 35.00 metros, y baja de 6.44 metros; el agrietamiento de borde con severidad alta de 6.90 metros, media de 8.10 metros; y baja 13.68 metros; ahuecamiento con una severidad de media 23,56 metros y baja 9,42 metros Causa molestias a los demás que conducen. (Coari, E. 2017, pág. 163)



2.2 Marco teórico.

2.2.1 Humedad en suelos.

La cantidad de agua capaz de absorber que tiene un suelo es el factor más importante que determina sus cualidades. El agua capilar es un tipo especializado de agua de absorción que, en circunstancias normales, se desplaza de los suelos húmedos a los secos cuando ambos tipos de suelo entran en contacto. El movimiento de los fluidos libres se caracteriza por la acción capilar; estas aguas suelen ascender en dirección vertical, aunque son libres de viajar en cualquier dirección. En las arcillas, el agua puede ascender lentamente hasta grandes alturas, aunque en general, la altura alcanza es menor que la del agua libre. Esto se debe a que las arcillas son porosas y permiten que el agua se filtre más. El agua capilar recorre una distancia de apenas unos centímetros a través de la arena, pero lo hace con una rapidez increíble. El agua capilar también puede salir de una masa de suelo completamente saturada si la masa tiene una cara expuesta a la intemperie para que su contenido de agua pueda evaporarse. Este es el caso de los suelos saturados para reemplazar la que se pierde como resultado de la evaporación de la superficie. El agua capilar también puede salir de una masa de suelo completamente saturada si la masa tiene una cara expuesta a la intemperie para que su contenido de agua pueda evaporarse. La acción de la tensión superficial de agua y la fuerza de tracción del menisco pueden considerarse, a un nivel muy fundamental, como la fuente de la fuerza que "tira" del agua que está contenida dentro del capilar. La teoría de la tensión superficial parte de la base de que una capa muy fina, superior (una membrana) de cualquier líquido, se extiende

a través, de el en todas las direcciones, de forma similar a como se ajustaría un guante muy apretado a una mano. Esta membrana cubre toda la superficie del líquido. (Leguía, P. & Pacheco, H., 2016, pág. 85).

Cuando el líquido se filtra por acción capilar en el suelo que, por lo demás esta seco y polvoriento, las partículas del suelo se comprimen y se mantienen muy cerca unas de otras por una fuerza que siempre está presente. Se trata de la presión en el interior de los capilares. Cuanto los poros están más finamente divididos, la fuerza de atracción ejercida por el menisco y la presión dentro del capilar aumenta. Dicho de otro modo, la presión capilar es mayor cuando las películas capilares que rodean las partículas del suelo son más finas. Cuando una masa de arcilla se deja secar al aire, las películas capilares del interior de la arcilla reducen su grosor y la propia arcilla se vuelve más frágil. La determinación de la cantidad de humedad presente. La muestra tomada en el campo se seca al aire libre o, para acelerar el proceso, se seca en un horno de laboratorio a unos 100 grados centígrados hasta que el peso no cambie más (4 horas suelen ser suficientes). (Leguía, P. & Pacheco, H., 2016, pág. 85)

2.2.2 Pavimentos.

El pavimento es el conjunto de capas de material cuidadosamente escogido que toma directa las cargas del tráfico y las transfiere a las capas inferiores de forma dispersa. Esto proporciona una superficie de apoyo, que debe funcionar bien, el pavimento es lo que da forma a la carretera. Los requisitos que debe de existir para una operación se consideren exitosa son los siguientes: anchura



suficiente, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar los fallos y los agrietamientos, y una adherencia aceptable entre el vehículo y el pavimento incluso cuando las circunstancias son húmedas. Es necesario que tenga un nivel de resistencia adecuado a las presiones destructoras del tráfico, el clima y el agua. Para no causar cansancio, tiene que tener una visibilidad suficiente y un paisaje bonito.

2.2.3 Tipos de pavimentos

Básicamente existen dos tipos de pavimentos: rígidos y flexibles.

1. El pavimento rígido. Tiene un coste inicial mayor que el tipo flexible; su vida útil varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es pequeño y solo se realiza (normalmente) en las juntas de las losas. Su composición es de losas de hormigón hidráulico que ocasionalmente incluyen una armadura de acero. La flexibilidad de estos pavimentos no es en absoluto la de los pavimentos flexibles. Los pavimentos de hormigón están diseñados para soportar el peso de los coches que pasan y distribuirlo uniformemente al subsuelo. (Fiallos, J., 2017, pág. 33)

2. El pavimento flexible. Tiene una duración de entre 10 y 15 años, pero el inconveniente es que necesita un mantenimiento continuo para cumplir su vida útil. Sin embargo, su construcción original es más rentable, y tiene una vida útil de entre 10 y 15 años. La capa asfáltica, la base y la subbase son los componentes principales de este tipo de pavimento. Sobre la capa de subrasante, formada por la subbase, la base y la capa asfáltica, se construye el pavimento flexible. A



continuación, se enumeran los principales requisitos que debe cumplir un pavimento flexible:

- **Resistencia estructural.** Es necesario que la estructura sea capaz de resistir los esfuerzos cortantes y normales provocados por las cargas que le impone el tráfico. Cuando se trata de pavimentos flexibles, se cree que las presiones de cizallamiento son la principal causa de fracaso cuando se ve desde una perspectiva estructural. (Fiallos, J., 2017, pág. 34)
- **Durabilidad.** La relación entre los elementos económicos y sociales es esencial para la durabilidad. La importancia de la carretera debe determinar la duración de la superficie que se elija para ella. Para no tener que pagar una cantidad importante de dinero en el primer coste de un pavimento, suele ser más sencillo hacer reconstrucciones. (Fiallos, J., 2017, pág. 34)
- **Requerimientos de conservación.** El clima y otras condiciones ambientales tienen un impacto significativo en la vida útil de las superficies pavimentadas. La intensidad del tráfico es otra consideración, dado que debe esperarse un aumento en el futuro. Hay que tener en cuenta el comportamiento de los pavimentos en el futuro, así como las deformaciones y los desprendimientos. (Fiallos, J., 2017, pág. 34)
- **Comodidad.** Cuando se trata de diseñar grandes autopistas y carreteras, las técnicas que se utilizan están influidas por el nivel de comodidad que necesita el usuario para conducir a la velocidad diseñada. La estética del



diseño no es más esencial que la seguridad del mismo. (Fiallos, J., 2017, pág. 35)

- **Base y sub – base.** Las sub-bases son inferiores a las bases en términos de calidad, a pesar de que tienen muchas de las mismas propiedades. La subbase es la capa de material que se levanta inmediatamente encima del movimiento de tierras, y su finalidad es soportar el peso de las capas superiores de la estructura:
 1. Reducir el costo de pavimento disminuyendo el espesor de la base.
 2. Proteger a la base aislándola de la terracería, ya que, si el material de la terracería se introduce en la base, puede sufrir cambios volumétricos generados al cambiar las condiciones de humedad dando como resultado una disminución en la resistencia de la base.
 3. Proteger a la base impidiendo que el agua suba por capilaridad.
 4. Transmitir y distribuir las cargas a las terracerías. (Fiallos, J., 2017, pág. 35)

2.2.4 Diseño de pavimentos.

En el proceso de modelización y diseño de pavimentos flexibles existen criterios subjetivos que se aplican a algunas de las características. Los diseñadores tienen la tendencia de emplear fórmulas empíricas, que se generan a partir de ciertas experiencias específicas, sin tener en cuenta los patrones que fueron creados entidades como SHELL, AASTHO y otras construyeron técnicas de cálculo que se utilizan regularmente en el entorno. Establecer una estructura que perdure por un tiempo determinado, estando sometida a las presiones del tráfico y a las



características de la subrasante es lo que constituye el diseño de un pavimento. Para determinar la profundidad de las distintas capas que componen la construcción del pavimento, se utilizan tres tipos de enfoques diferentes:

1. Métodos empíricos

- Reglas prácticas.
- CBR, Kansas.
- Esfuerzo cortante limite.
- Deflexión limite.
- Método MOPT 75. (González, D., 2018, pág. 55)

2. Método semi-empírico o mecanístico - empírico

- Instituto del Asfalto.
- El método Shell. Fundamentos teóricos.
- AASHTO 2002. (González, D., 2018, pág. 56)

3. Mecanístico

- Soluciones analíticas Westergcard.
- Soluciones numéricas (elementos finitos, probabilístico). (González, D., 2018, pág. 56)

4. Programas mediante metodología racional

- Programa de cómputo Depav. – Weslea
- Determinación de parámetros elásticos admisibles.
- Cálculo de parámetros elásticos.
- Análisis de resultados. (González, D., 2018, pág. 56)



2.2.5 Factores de diseño.

- 1. Transito.** A efectos del diseño del pavimento, son importantes las mayores cargas por eje (simples o en tándem) que se prevén en el carril de diseño (el carril con mayor tráfico, que incluirá en la estructura del pavimento de la carretera) durante el periodo de diseño que se haya seleccionado. Además, deben tenerse en cuenta factores como las presiones máximas de contacto, los esfuerzos tangenciales en secciones especiales (curvas, zona de frenado y aceleración, etc.), las velocidades de funcionamiento de los vehículos (especialmente las bajas velocidades en las zonas de estacionamiento de vehículos pesados), la canalización del tráfico, etc. (González, D., 2018, pág. 57)
- 2. Subrasante.** La calidad de esta capa tiene un impacto significativo en el espesor de un pavimento, independientemente de si el pavimento es flexible o rígido. La capacidad portante de la capa, así como su resistencia a la deformación por cizallamiento cuando se somete a las tensiones del tráfico, se utiliza como criterio de evaluación de la capa. Es fundamental tener en cuenta que el suelo es bastante sensible a los cambios de humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las probables alteraciones de volumen (hinchazón-contracción). (González, D., 2018, pág. 57)
- 3. Clima.** Las precipitaciones y los cambios de temperatura son los elementos que más influyen en el estado de un pavimento en nuestro entorno. Las precipitaciones tienen un efecto sobre la resistencia, la



compresibilidad y los cambios volumétricos de los suelos de subrasante, en particular sobre su efecto directo sobre la elevación del nivel freático. Esta característica también influye en varios aspectos de la construcción, como el movimiento de tierras y la colocación de las capas granulares y asfálticas, y la posterior compactación de dichas capas. Las fluctuaciones de temperatura en las losas de pavimentos rígidos inducen tensiones extremadamente altas en estas losas, tensiones que en determinadas situaciones pueden ser mayores que las generadas por las cargas de los coches que circulan sobre ellas. Estas tensiones pueden ser provocadas por los cambios de temperatura. (González, D., 2018, pág. 57)

4. **Materiales.** A la hora de seleccionar la construcción del pavimento que sea adecuada tanto desde el punto de vista técnico como económico, los materiales accesibles desempeñan un papel decisivo. Por un lado, se tienen en cuenta los áridos que pueden obtenerse en la región mediante el uso de canteras y depósitos aluviales. Es crucial evaluar el volumen utilizable disponible, las instalaciones de explotación y el precio, que está condicionado en gran medida por la distancia de transporte. Además de la calidad necesaria, que incluye la homogeneidad pretendida, es importante tener en cuenta estos factores. Por otro lado, hay que tener en cuenta los ingredientes fundamentales más caros, como los aglutinantes y los conglomerantes, concretamente. (González, D., 2018, pág. 58)



2.2.6 Evaluación de pavimentos.

Los materiales que se tienen a mano juegan un papel importante a la hora de determinar qué tipo de construcción de pavimento va a ser la más adecuada técnica y económicamente. Por un lado, se tienen en cuenta los áridos que pueden obtenerse en la región mediante el uso de canteras y depósitos aluviales. Es crucial evaluar el volumen utilizable disponible, las facilidades de explotación y el precio, que está condicionado en gran parte por la distancia de transporte. Además de la calidad necesaria, que incluye la homogeneidad pretendida, es importante tener en cuenta estos factores. Por otro lado, hay que tener en cuenta los ingredientes fundamentales más caros, como los aglutinantes y los conglomerantes, concretamente:

- Elevado incremento de las cargas circulares y de su frecuencia con respecto a las previstas en el diseño original,
- Deficiencias durante el proceso constructivo en la calidad real de los materiales en espesores o en las operaciones de construcción, particularmente en la densificación de las capas.
- Diseños deficientes (ejemplos: empleo de métodos de diseño que resultan inadecuados en la actualidad: incorrecta valoración de las características de los materiales empleados, incorrecta evaluación del tránsito existente y previsto durante el periodo de diseño del pavimento).
- Factores climáticos regionales desfavorables (ejemplos. Elevación del nivel freático, inundaciones, lluvias prolongadas, insuficiencia de drenaje superficial o profundidad prevista)
- Deficiente mantenimiento por escasez de recursos económicos disponibles, equipos, maquinaria especializada y personal capacitada.



- Problemas de aprovisionamiento en algunas zonas del país, por agotamiento de materiales adecuados en las proximidades de los puntos de empleo, obligando a mayores distancias de acarreo. (Medina, M. 2016, pág. 75)

2.2.7 Metodología del índice de condición del pavimento.

La calzada se segmenta en sus distintos componentes, que a su vez se dividen en porciones. Cada porción se divide en un número determinado de unidades de muestreo. La evaluación visual de las unidades de muestra permite determinar la naturaleza de los fallos del pavimento, así como su grado de gravedad. El número de fallos se determina consultando las tablas de muestras que se recogieron sobre el terreno. Para calcular el ICP de cada unidad de muestreo, se necesita la información sobre los fallos. El PCI de la sección del pavimento se calcula tomando los valores de PCI encontrados para cada una de las unidades de muestra y multiplicándolos. Un indicador numérico denominado índice de estado del pavimento (PCI) asigna una calificación al estado de la superficie del pavimento que se basa en los fallos observables de la superficie del pavimento. También indica la integridad estructural y los aspectos operativos del pavimento (rugosidad localizada y seguridad). El seguimiento continuo del índice de estado del pavimento (PCI) se utiliza para determinar el ritmo de degradación del pavimento. A partir de esta información, se determina con antelación las necesidades de reparación más importantes. El índice de estado del pavimento (PCI) se utiliza para determinar con antelación las necesidades de reparación más importantes. El índice de estado de pavimento (PCI) ofrece datos sobre el rendimiento de los pavimentos, que pueden utilizarse para validar o incorporar mejoras en los procesos de diseño y mantenimiento de los pavimentos. (Medina, M. 2016, pág. 76)



2.2.8 Comportamiento y evaluación del pavimento de concreto

El comportamiento del pavimento de hormigón en términos tanto de su funcionalidad como de su estructura. Para tener una idea clara a la hora de evaluar la funcionalidad de la carretera y determinar el método que será el más adecuado para su habilitación. Además, dedicaremos un poco de tiempo a hablar de los principales elementos que contribuyen o son responsables del comportamiento del pavimento. El momento y la forma de rehabilitar el pavimento de forma rentable y eficiente es la opción que más dificultades le planteará al ingeniero. Un juicio de este tipo no puede realizarse si no se dispone de información actualizada y precisa sobre su estado actual. Por ello, conocer el comportamiento del pavimento nos permite mencionar los principales métodos que se pueden utilizar para evaluar su estado actual. Para ello se han tenido en cuenta tres tipos de evaluación: evaluación funcional, evaluación estructural y evaluación visual. Como conclusión, se presenta una tabla que contiene los fallos más típicos que se producen en los pavimentos rígidos o de hormigos, así como los factores que provocan estos fallos y los posibles tratamientos que pueden solucionarlos. Además, se presentan fotografías de algunos de los fallos más comunes. (Núñez, Y. 2016, pág. 15)

2.2.9 Comportamiento del pavimento de concreto

2.2.9.1 Comportamiento funcional

La capacidad de un pavimento de hormigón de ofrecer una superficie segura y agradable para el usuario está directamente relacionada con su rendimiento funcional como material de pavimentación. Entre las diversas características que tenemos, la regularidad de la superficie o la rugosidad superficial es la que más destaca en este contexto:



- Textura.
- Adecuada fricción superficial.
- Trazado de la carretera, incluyendo peralte y radio de curvatura.
- Fisuras. (Núñez, Y. 2016, pág. 15)

Por su influencia en la calidad global de la banda de rodadura, la regularidad de la superficie, también conocida como rugosidad, es el atributo más fácilmente perceptible por el usuario. Está relacionada con los impactos que tienen las vibraciones, como los grados de degradación, la posibilidad de dañar los objetos transportados, el desgaste de los vehículos y el consumo de energía. El tipo de vehículo y la forma de la carretera en toda su extensión son los dos factores principales que determinan el grado de confort de la conducción. Es vital para el mantenimiento de las carreteras prestar atención a la textura del pavimento, ya que es un factor crucial para determinar el nivel de confort y seguridad que los conductores y pasajeros experimentan en una carretera. El parámetro tiene un impacto directo en la capacidad del pavimento para evacuar el agua de la interfaz entre rueda y el pavimento, mientras que también tiene un impacto indirecto en el valor del coeficiente de fricción del pavimento, que es de suma importancia para asegurar la correcta adherencia entre la rueda y el pavimento. Cuando se aplican fuerzas de frenado, se crea una fuerza en la interfaz entre la rueda y el pavimento que actúa para evitar el deslizamiento. Esta fuerza se denomina fricción superficial de cuando los pavimentos están mojados, el agua sirve de lubricante y disminuye el contacto entre rueda y la superficie. La fricción, también conocida como resistencia al deslizamiento es otro factor importante en la seguridad por este motivo. Cuando la capa de agua es gruesa y el coche circula a gran velocidad, las ruedas perderán el contacto con el pavimento, lo que provocara el mortal fenómeno como hidropneumático (Núñez, Y. 2016, pág. 85)



Las alteraciones de la angulosidad vertical y horizontal del pavimento están relacionadas de alguna manera con el plano de la carretera. Cuando se combinan con peraltes elevados o incluso contraperaltes, una curva con un radio insuficiente para el ritmo del proyecto puede provocar accidentes y obligar a reducir la velocidad del proyecto. Las carreteras con pendientes longitudinales muy pronunciadas son ineficientes desde el punto de vista económico y potencialmente peligrosas. La aparición de grietas es el principal indicador de que una carretera se ha vuelto problemática. Es una indicación de que las tensiones que se han producido en el pavimento como resultado de las condiciones climáticas o de las cargas de tráfico han superado los límites de la resistencia del pavimento. Es una advertencia para el ingeniero de que, si no se toman medidas inmediatas, habrá un aumento de los gastos asociados al mantenimiento (Núñez, Y. 2016, pág. 18)

2.2.9.2 Comportamiento estructural

El comportamiento estructural del pavimento de hormigón está asociado a su capacidad estructural para soportar o resistir las tensiones de carga a las que se verá sometido en el transcurso de su vida útil. Esto se debe a que las cargas de los vehículos pesados provocan una reducción gradual de la capacidad portante de la estructura del pavimento a lo largo del tiempo. Debido a su rigidez y a su alto módulo de elasticidad, los pavimentos de hormigón de cemento portland son capaces de distribuir las cargas causadas por el tráfico sobre áreas relativamente grandes del suelo que se encuentran debajo de ellos. Como resultado, la propia losa es responsable de proporcionar la mayor parte de la capacidad estructural necesaria. Es importante tener en cuenta que el comportamiento de la losa



depende en gran medida de las circunstancias de contorno presentes, como el apoyo que proporciona la subbase y las restricciones de borde que imponen las losas situadas en las proximidades. Las cargas se transmiten a través de las juntas o fracturas en los pavimentos de hormigón, que es la principal propiedad estructural de los mismos. Debido a que las deflexiones excesivas causan el bombeo de la subbase y la subsiguiente pérdida de soporte de la estructura del pavimento, lo que finalmente resulta en la falla de la losa de hormigón, la forma más común de determinar la deflexión o el desplazamiento vertical a lo largo de las juntas y el borde del pavimento, mientras el pavimento está bajo una carga de referencia estándar. Esta es la forma más común de establecer la capacidad estructural de un pavimento de hormigón (Núñez, Y. 2016, pág. 19)

La medición precisa de las tensiones es el otro componente fundamental que debe tenerse en cuenta al investigar la capacidad estructural del pavimento. En este punto, queda clara la conexión entre las cualidades de la superficie y las propiedades estructurales del objeto. La capacidad estructural y la capacidad funcional están estrechamente relacionadas entre sí. De hecho, la degradación estructural de un pavimento se manifiesta en una disminución de su capacidad funcional. Esto se debe a que aumenta la rugosidad, el ruido e incluso el peligro para los ocupantes que lo pisan. Sin embargo, existen otros tipos de fallos estructurales que pueden seguir sin ser percibidos por los usuarios hasta fases muy avanzadas. Estos fallos pueden producirse en edificios, puentes y otras estructuras. También existe la posibilidad de que se produzca una pérdida de capacidad funcional, aunque no siempre conlleva una pérdida de capacidad estructural (por ejemplo, pérdida de fricción). Por otro lado, el impacto superpuesto



más conocido, a pesar de que es difícil de medir, es la escalada exponencial de los daños en el pavimento causados por el aumento de las cargas dinámicas con una uniformidad superficial inadecuada. Por decirlo de otro modo, el mismo eje de 13 toneladas va a ser considerablemente más "agresivo" para el pavimento en un trozo que tiene una mala regularidad que lo que sería en otra zona que está en excelente estado. En la mayoría de los casos, lo contrario también es cierto: una pieza que es irregular suele tener un problema estructural que no está en buen estado. En general, el rendimiento estructural de un pavimento está relacionado con su estado físico. Esto se refiere a la aparición de grietas, fallas, descascaramientos u otras situaciones que podrían afectar exclusivamente a la capacidad portante de la estructura del pavimento o que, en cualquier caso, requieren mantenimiento. Además, el comportamiento estructural de un pavimento también está relacionado con la edad del mismo. (Núñez, Y. 2016, pág. 20).

2.2.10 Factores que afectan el comportamiento del pavimento de concreto

El pavimento de hormigón es una construcción que tiene una gran superficie expuesta en comparación con su volumen, por lo que pasa una parte importante de su tiempo expuesto a la acción del medio ambiente en forma de gradientes de calor (ciclo diario) y de humedad (ciclo estacional). Además, es sensible a las presiones provocadas por el flujo de tráfico. Como veremos en el siguiente apartado, los efectos de estas variables (temperatura y tráfico) sobre el comportamiento del pavimento son tanto dominantes como transitorios. Es importante tener en cuenta que estos elementos son tanto el origen como el impacto de la degradación del pavimento; es decir, parte del deterioro que ya existe puede llevar al desarrollo de más deterioro. Si no se adoptan las medidas y las



salvaguardias necesarias, se producirá un aumento constante de los daños causados. Si la degradación del pavimento continúa sin control, acabará provocando una pérdida de capacidad de servicio, lo que a su vez acortaría la vida útil estimada del pavimento. Por ello, es fundamental determinar la importancia relativa del efecto que tiene cada uno de estos parámetros en el comportamiento del pavimento. En una línea similar, el tráfico, y en particular las grandes cargas por eje, contribuyen en gran medida a la rápida degradación de la estructura del pavimento. Los fallos a lo largo de la superficie del pavimento pueden llevar al colapso completo del mismo si no se tratan o remedian a tiempo. El daño producido por estas variables se agrava con el paso del tiempo y aumenta como consecuencia de estos factores. (Núñez, Y. 2016, pág. 21)

2.2.10.1 Tráfico

Cuando los ejes cargados se desplazan por el pavimento, pasan de una losa a otra, provocando dos efectos significativos: tensiones de flexión en la losa de hormigón, así como deformaciones en las juntas, fracturas, esquinas y bordes del pavimento. El primero induce tensiones y deformaciones internas que acumulan fatiga en cada pasada, dichas tensiones son críticas cuando la losa presenta una deformación de alabeo cóncava, como se muestra en el isograma de tensiones, donde las tensiones son máximas en el centro de la cara superior de la losa y en la zona central de los bordes superiores. Tras ser sometido a varias repeticiones de carga, el material acaba por alcanzar un punto de fatiga, que se caracteriza por la aparición de fracturas en estos puntos. Estas grietas se propagan por la aparición de fracturas en estos puntos. Estas grietas se propagan posteriormente hacia abajo, afectando a todo el espesor de la losa. Es evidente que tanto la propagación



de las grietas como la aceleración de la fatiga aumentan en el caso de que la fisuración provocada por la retracción plástica en el hormigón nuevo ya existiera en las regiones sometidas a altas cargas de flexión. El segundo impacto se produce cuando las cargas de los camiones se sitúan cerca del borde exterior del pavimento. Esto crea deflexiones que son más severas que las causadas por cualquier otra ubicación de la carga. Este efecto es más perjudicial. El bombeo, la erosión de la subrasante, de la subbase y de los materiales de la berma de hormigón, los vacíos por debajo y a lo largo de la losa, y el fallo de las juntas del pavimento son causados por varias repeticiones de cargas severas por eje en las esquinas y el borde de la losa. Esto es particularmente cierto en el caso de los pavimentos que tienen juntas sin clavijas. Los primeros resultados de las pruebas realizadas por la AASHTO han indicado que la progresión de la deformación y el agrietamiento en un pavimento está relacionada con el tamaño y la posición de la carga por eje, así como con la duración de su aplicación y el número de pasadas. Se ha demostrado que esto es así. (Núñez, Y. 2016, pág. 25)

2.2.10.2 Medio ambiente

El medio ambiente puede influir de varias maneras en el comportamiento del pavimento. Las alteraciones de la temperatura y la humedad pueden tener cierta influencia en la capacidad portante, la resistencia y la longevidad de las superficies pavimentadas y los suelos de la subrasante. Además, estas pendientes hacen que las losas del pavimento se doblen, lo que a su vez modifica continuamente las condiciones de apoyo y límite. Se podría decir que el pavimento de hormigón es una estructura viva por la forma en que se muestra en armonía con el entorno. El



desarrollo de fallos en el pavimento de hormigón como la inestabilidad de la subrasante, el bombeo con la consiguiente pérdida de apoyo y el deterioro del hormigón por agrietamiento de la durabilidad, se debe a la infiltración de agua a través de la superficie, las juntas, las grietas o como agua subterránea procedente de un nivel freático alto, acuíferos interrumpidos y manantiales localizados. La infiltración de agua puede producirse a través de la superficie, las juntas, las grietas o como agua subterránea procedente de un nivel freático alto, acuíferos interrumpidos y manantiales localizados. La presencia de agua sin restricciones en la interfaz entre la subrasante y el pavimento es la causa de muchas dificultades Cerdegreen demostró que las cargas dinámicas crean aumentos significativos de la presión de los poros justo en el momento de la carga, y como consecuencia, se produce unos notables caída de la capacidad de carga. Las losas de hormigón son susceptibles de alabearse y doblarse, además de verse dañadas por los efectos nocivos del agua. La losa sufre alabeo como resultado de las diferencias en su contenido de humedad a diferentes profundidades, lo que hace que la losa se deforme de forma ascendente y cóncava. Tanto la perdida de apoyo a lo largo de los bordes de la losa como la restricción de las cargas de compresión en la parte inferior de la losa son consecuencia del alabeo. El alabeo tiene doble impacto. El comportamiento de la losa como resultado de las fluctuaciones de temperatura se denomina alabeo. Las tensiones de tracción restringidas comienzan a acumularse en la parte inferior de la losa a lo largo del día, cuando la cara superior de la losa esta más caliente que la cara inferior. Durante la noche, se produce un cambio en la dirección del gradiente de temperatura, lo que da lugar al desarrollo de tensiones de tracción restringidas en la superficie de la losa.

(Núñez, Y. 2016, pág. 27)



2.2.11 Evaluación del pavimento existente

El estado del pavimento existente es un factor esencial que debe tenerse en cuenta durante toda la fase de diseño del refuerzo. La evaluación de la capacidad de servicio del pavimento existente (su estado funcional), la determinación de la capacidad estructural del pavimento existente y, por último, la observación visual del pavimento existente son los tres componentes básicos que conforman la evaluación del pavimento existente. Cualquiera de estos tres factores, o una combinación de ellos, puede considerarse a la hora de elegir el tipo de refuerzo más adecuado para el proyecto. Determinar el alcance de los daños ya producidos en el pavimento y los factores que los han provocado son los dos componentes principales del proceso de evaluación de un pavimento. También se pretende desarrollar un diagnóstico que permita seleccionar y diseñar la solución de mantenimiento o rehabilitación más adecuada para cada una de las porciones homogéneas en las que se puede dividir la carretera investigada. Esto permitirá que el proyecto cumpla sus otros objetivos:

- Es esencial que esto se haga de la forma metódica y continua para poder ver cualquier daño tan pronto como se produzca, momento en el que se pueden tomar las medidas preventivas o de reparación más adecuadas.
- No se debe asumir determinadas condiciones o propiedades de los materiales, dado que esto puede impedir que se obtengan los resultados deseados.
- Se debe distinguir entre los daños que influyen en la calidad del tránsito, y aquellos que se refieren al deterioro y reducción de la capacidad de carga del pavimento.
- Condición de drenaje. La presencia de bombeo en juntas y grietas me indica



que hay deficiencias en el drenaje. (Núñez, Y. 2016, pág. 29)

2.2.11.1 Evaluación funcional

La evaluación de la superficie de una carretera que determina la degradación que afecta al usuario, pero no pone en peligro la capacidad estructural del pavimento se conoce como evaluación funcional. Existe una variedad de indicaciones que pueden utilizarse para determinar la calidad de la superficie de un pavimento. Cada indicación se suele enunciar mediante una secuencia de fórmulas, dentro de las cuales se recoge una colección de parámetros del pavimento. Para cada indicación, existen tablas en las que se suministran valores para indicar el estado del pavimento; estos valores son normalmente establecidos por cada nación en su norma de pavimentos. En el caso de nuestra nación, no existe ninguna norma referente a estos indicadores, sino lo único que existe es un reglamento de normas técnicas generales para la construcción de carreteras, que fue aprobado por el R.D.N 1146 – 2000 – MTC / 15.17 el 27 de diciembre de 2000. En esta norma solo se incluyen algunos métodos de reparación de superficies para pavimentos; han desarrollado una variedad de índices que permiten evaluar el estado del pavimento con el fin de proporcionar recomendaciones para el momento adecuado de su reparación. Entre los principales indicadores del estado superficial del pavimento tenemos:

- Índice de serviciabilidad presente (PSI).
- Índice de regularidad internacional (IRI).
- Índice de estado (IE). (Núñez, Y. 2016, pág. 30)



Cada una de estas indicaciones ayuda a determinar un rango dentro del cual el pavimento puede ser evaluado. El objetivo principal de esta inspección es determinar el estado de la superficie del pavimento; sin embargo, también puede servir como indicación de que se requiere un estudio estructural. Además, existen otras medidas como el Índice de Fricción Internacional (IFI), desarrollado a mediados de los años 90. El valor de este indicador reside en el hecho de que un pavimento con un determinado IFI, independientemente de dónde se encuentre, tiene las mismas cualidades de adherencia y textura. Esto es así independientemente del tipo de pavimento que sea y del equipo de medición que se haya utilizado para recogerlo. (Núñez, Y. 2016, pág. 30).

2.2.12 Granulometría de suelos.

La granulometría es quizá la característica más distintiva de un suelo, de hecho, el inglés común clasifica los diferentes tipos de suelos en función del tamaño de las partículas que contienen, como grava, gravilla, arena, arcilla, limo, etc. La determinación cuantitativa de la granulometría de una muestra de suelo es importante en el campo de la ingeniería por las razones que se han expuesto anteriormente. Esto puede lograrse determinando la proporción de los distintos tamaños de partículas presentes en la muestra. Al ser tan sencilla de medir, esta característica es, con mucho, la que más se utiliza en las clasificaciones de suelos. La prueba consiste en estimar la masa de tierra seca y desmenuzada que queda retenida entre dos tamices sucesivos de una serie determinada. A continuación, se calcula el porcentaje en más del material que queda retenido en relación con la totalidad de la muestra. Esto determina, una vez terminada la operación, la proporción en masa del material que puede pasar por cada tamiz. Esta información



suele presentarse en forma de porcentaje. Los tamices que tienen un tamaño aproximado de 0,070 milímetros señalan básicamente el final de las opciones de tamizado. En el caso de las partículas de tamaños inferiores, la separación de las partículas de limo y arcilla se hace mas difícil incluso cuestionable; en consecuencia, es necesario recurrir a las pruebas de granulometría por sedimentación para determinar el tamaño de las partículas de los limos y las arcillas. (Coari, E., 2017, pág. 66).

2.2.13 Límites de Atterberg.

La capacidad de un suelo para adoptar muchas formas sin romperse se denomina plasticidad. Cuando hablamos de moldeado, nos referimos a un proceso en el que se provoca un cambio de forma que luego se hace permanente. Se produce debido al comportamiento de los minerales que componen las arcillas; en esencia, la plasticidad es conceptible porque esos minerales y el agua que contienen (agua adsorbida) están cargados eléctricamente y estas cargas permiten conservar la estructura con enormes deformaciones. La cantidad de humedad que contiene un suelo, así como la composición de la arcilla que puede estar presente en él, son dos factores que influyen en su flexibilidad. Teniendo en cuenta los dos estados límite del suelo completamente disuelto en agua y el suelo completamente desprovisto de toda humedad, esto tiene mucho sentido en cuanto al contenido de agua del suelo. El primero muestra un comportamiento no ya maleable, sino viscoso, en contraste con el suelo completamente seco, que es quebradizo y sin ninguna plasticidad. Existe un amplio espectro de circunstancias diferentes que se sitúan en el medio de los dos extremos. Por tanto, la plasticidad en sí misma no es una cualidad inherente al suelo (dado que depende de la humedad), pero la



cantidad de humedad que debe añadirse al suelo para que tenga una determinada consistencia sí es una propiedad inherente. La consistencia o los límites de Atterberg se utilizan a menudo cuando se intenta determinar el grado de plasticidad que se puede cuantificar. El valor del contenido de humedad se utiliza para determinar el límite líquido, y la cohesión para este valor es de unos 2 kPa. A propuesta de Casagrande en 1932, se estandarizó su medición. Casagrande fue el inventor de un instrumento (la llamada cuchara de Casagrande) que debía realizar mecánicamente la prueba de atterberg había desarrollado. Este límite se define arbitrariamente como la humedad del suelo tal que una ranura de 2 mm de ancho creada en el suelo se cierra completamente a lo largo de su fondo en una distancia de 13mm cuando la cuchara se deja caer 25 veces desde una altura de 10mm. Si el contenido de humedad fuera superior a este, el suelo fluiría se diera la oportunidad de hacerlo. (Coari, E., 2017, pág. 77).

2.2.14 Ensayo de abrasión por medio de la máquina de los Ángeles.

1. **Fundamento.** Es posible determinar la resistencia del árido al desgaste mecánico o físico con esta prueba de abrasión utilizando la máquina Angels. Esta prueba consiste en que el material entre en contacto directo con esferas de acero que giran junto al material a una velocidad de 33 revoluciones por segundo durante 15 o 30 minutos, dependiendo del tamaño de la grava. Esto hace que el material se desmorone. Por ello, los áridos que se encuentran en la superficie o cerca de ella, como los materiales de la base y del ligante asfáltico, deben ser más resistentes que los áridos que se utilizan en las capas inferiores, como la subbase, de la estructura del pavimento. Esto se debe a que las capas superficiales son las que están



sometidas a más tensiones y desgaste como consecuencia de las cargas de tráfico. Por otro lado, las tensiones se transmiten a través de los áridos por los lugares de contacto donde actúan las altas presiones. (Humpiri K., 2015, pág. 88).

2. **Objetivo.** Utilizando la máquina Àngels, explique cómo se puede calcular el porcentaje de desgaste de los áridos con un tamaño inferior a 37,5 milímetros (1 1/2 pulgadas) y de los áridos gruesos con un tamaño superior a 19 milímetros (3/4 pulgadas), respectivamente. (Humpiri K., 2015, pág. 88).

3. **Material y carga abrasiva a utilizar.** La granulometría del árido grueso determina, entre otras cosas, la cantidad de material a ensayar y el número de esferas a incluir, así como la cantidad de material, el número de esferas, el número de revoluciones y el tiempo de rotación, para cada una de ellas individualmente. La gradación que se va a emplear tiene que ser indicativa de la gradación que había cuando el material se trajo por primera vez para el trabajo. (Humpiri K., 2015, pág. 88).

Cuadro 1. Peso de agregado y N° de esferas para agregados gruesos hasta de 1 ½",

ASTM C 131

Método		A	B	C	D
Diámetro		Cantidad de material a emplear (gr)			
Pasa	Retenido				
1 ½"	1"	1 250 ± 25			
1"	¾"	1 250 ± 25			
¾"	½"	1 250 ± 10			
½"	3/8"	1 250 ± 10			
3/8"	¼"		2 500 ± 10		
¼"	Nº4		2 500 ± 10	2 500 ± 10	
Nº4	Nº8			2 500 ± 10	5 000 ± 10
Peso total		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10
Nº de esferas		12	11	8	6
Nº de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación, min.		15	15	15	15

Fuente: (Humpiri K., 2015).

Cuadro 2. Peso de agregado y N° de esferas para agregados gruesos de tamaños mayores A 3/4", ASTM C-535

Método		1	2	3
Diámetro		Cantidad de material a usar (gr)		
Pasa	Retenido			
3"	2 ½"	2 500 ± 50		
2 ½"	2"	2 500 ± 50		
2"	1 ½"	5 000 ± 50	5 000 ± 50	
1 ½"	1"		5 000 ± 25	5 000 ± 25
1"	¾"			5 000 ± 25
Peso total		10 000 ± 100	10 000 ± 75	10 000 ± 50
Nº de esferas		12	12	12
Nº de revoluciones		1 000	1 000	1 000
Tiempo de rotación, min.		30	30	30

Fuente: (Humpiri K., 2015).

2.2.15 Características y funciones de bases y sub bases.

En las carreteras, el pavimento se construye sobre la capa de subrasante. Los pavimentos rígidos están formados por una sub-base y una losa de hormigón hidráulico, mientras que los pavimentos flexibles tienen una sub-base y una base y un ligante. En otros casos, la subbase no es necesaria. (Mamani, 2019, pág. 85).



1. **Funciones de bases y sub-bases.** Las sub-bases y las bases proporcionan funciones y presentan características comparables; sin embargo, las primeras pueden ser de menor calidad. Las funciones respectivas de estos niveles son las siguientes:

- Recibir y resistir las cargas del tránsito a través de la capa que constituye la superficie de rodamiento (carpeta asfáltica o losa).
- Transmitir estas cargas, adecuadamente distribuidas, a las terracerías.
- Impedir que la humedad de las terracerías ascienda por capilaridad.
- En caso de introducirse agua por la parte superior, permitir que el líquido descienda hasta la capa subrasante, donde se desaloja al exterior por el efecto del bombeo o la sobreelevación. (Mamani, 2019, pág. 85).

2. **Características de bases y sub-bases.** Las propiedades de resistencia a la tracción y plasticidad (contracción lineal). Estos requisitos previos deben cumplirse al mismo tiempo. Hay que destacar que el valor del cemento en una base es esencial para dar un soporte adecuado a capas de asfalto finas como las que se crean en el país y que van de 2 a 8 centímetros de espesor. En estos escenarios, si las bases se construyen con materiales inertes, inmediatamente después de la apertura de la carretera, el tráfico inducirá deformaciones transversales rítmicas, que en el lenguaje común se denominan "permanentes". (Mamani, 2019, pág. 86).

3. **Bases cementadas.** Si los materiales que se van a utilizar para las subbases y bases en las carreteras con menos de 3.000 vehículos al día no tienen suficiente valor cementante, se pueden estabilizar mecánicamente



mezclándolos con materiales de baja plasticidad, que son materiales que tienen un límite líquido inferior al 18% o una retracción lineal inferior al 6,5%. Esto permite estabilizar mecánicamente los materiales. Cuando se cementa de la forma descrita, se debe prestar especial atención a que el material no experimente una reducción de su resistencia o un aumento de su flexibilidad que exceda lo necesario para los requisitos. (Mamani, 2019, pág. 86).

4. Procedimientos de construcción para las bases y sub. Bases. A

continuación, se describen los pasos que hay que dar durante la construcción de bases y subbases, incluyendo las fases de muestreo y pruebas preliminares:

- Exploración. Para identificar las posibles canteras que puedan utilizarse para la pavimentación de la carretera, es necesario realizar una búsqueda exhaustiva de la región donde se construirá la carretera. Para ello, es muy útil utilizar imágenes aéreas y realizar un reconocimiento del terreno a pie, en coche o a lomos de un animal. Las gravas, las arenas de río, los depósitos (aglomerados), los materiales suave o firmemente cementados (conglomerados) y las rocas enormes son los tipos de materiales que pueden utilizarse en la construcción de las bases y subbases del pavimento. (Mamani, 2019, pág. 87).
- Se realizan muestreos, pruebas en el laboratorio y la selección de canteras. Una vez encontradas las posibles canteras, se realizan



sondeos preliminares para hacerse una idea de la calidad de los materiales. Si los resultados de estos sondeos son positivos, se realizan sondeos más definitivos para determinar el tamaño de la cantera y la cantidad de variación del material. Los sondeos pueden tener lugar en la fosa abierta a una profundidad que oscila entre los dos y los cuatro metros en materiales que tienen poca o ninguna cementación. La perforación se realiza con una máquina de perforación rotativa en materiales como rocas y otros materiales que tienen una cementación regular. (Mamani, 2019, pág. 87).

- Extracción de materiales y transporte de esos recursos. Para extraer los materiales, es importante recoger los que se encuentran en forma enorme con tamaños que sean manejables, que, en el caso de la construcción de carreteras, no son mayores de 75 centímetros. Para ello, primero hay que perforar la roca, luego hay que introducir la dinamita y el resto de productos nitrogenados que ayudan a mantener el coste bajo, después hay que instalar los tapones y, por último, hay que realizar la explosión. (Mamani, 2019, pág. 87).
- Pretratamientos. Antes de llegar a la obra, el material puede someterse a pretratamientos como el cribado o la trituración. En la gran mayoría de las situaciones en las que se requiere una estabilización, también se lleva a cabo una estabilización principalmente química como pretratamiento, y se dispone de fábricas para llevar a cabo eficazmente el trabajo requerido. (Mamani,



2019, pág. 88).

- Transporte hasta el lugar de la construcción. Los materiales pretratados o los que se pueden sacar directamente de la cantera se transportan al lugar de la construcción, donde se agrupan; es decir, se hace un cordón de sección constante para medir su volumen y, en caso de que falte, se hacen las recargas necesarias. (Mamani, 2019, pág. 88).
- Tratamientos in situ. En esta parte, los materiales que necesitan tratamientos (casi siempre del tipo de estabilización mecánica, pero a veces también de la variedad química) se someten a los mismos. Para ello, se apila el componente de mayor volumen y se mide para producir una capa que formará parte de la corona de la obra. Sobre esta capa se coloca en forma de cordón el material con el que se va a combinar; para mezclarlos, se pueden romper si es necesario. (Mamani, 2019, pág. 88).
- Compactación. Después se compacta el material, tras lo cual se humedece con una cantidad de agua cercana a la óptima; esta humedad óptima de campo suele ser inferior a la del laboratorio porque las máquinas que se utilizan son pesadas, aunque el agua que se evapora mientras se realizan los tratamientos compensa la diferencia. Tras el extendido del material, se procede a su compactación hasta alcanzar el grado de diseño, que suele ser el

95% del CBR. (Mamani, 2019, pág. 88).

- Riego de impregnación. Una vez alcanzado el nivel deseado de compactación de la base, se deja que ésta se seque al aire libre en la superficie durante varios días. Con el uso de cepillos manuales o mecánicos, la capa se barre a fondo después de que haya alcanzado el estado de secado para eliminar cualquier residuo, polvo u otras partículas que puedan estar presentes. A continuación, se realiza un riego de impregnación en la base, seguido de la distribución del asfalto. (Mamani, 2019, pág. 89).

2.2.16 Características y funciones de las carpetas asfálticas.

Es la capa superior de un pavimento flexible que proporciona la superficie de apoyo para los coches y se produce con materiales pétreos y productos asfálticos. Además, es la capa que se encuentra en la parte superior del pavimento. (Mamani, 2019, pág. 89).

- 1. Características de los materiales pétreos.** Los materiales pétreos, también conocidos como suelos inertes, se utilizan en la construcción de pavimentos de asfalto. Estos materiales pueden proceder del lecho de los ríos o arroyos, de depósitos naturales conocidos como minas, o de rocas; sin embargo, para utilizar rocas, primero hay que cribarlas y triturarlas. La granulometría, la dureza, la forma de las partículas y la adherencia al asfalto son algunas de las cualidades más esenciales que deben presentar los materiales pétreos para los pavimentos de asfalto para ser considerados adecuados. Dado que los materiales pétreos están totalmente cubiertos por



el asfalto, cualquier cambio en la granulometría se traduce en un cambio en la superficie que hay que cubrir. Esto hace que la granulometría sea un factor muy importante, y debe cumplir los criterios pertinentes. Los cambios en las partículas gruesas pueden ser más tolerados por los requisitos que los cambios en los finos. Esto se debe a que la superficie que se va a revestir se ve más afectada cuando hay un aumento o una disminución de los finos que cuando hay un cambio en las partículas gruesas. Al examinar los distintos tipos de capas de asfalto, se discutirán los tamaños esenciales de las partículas y las tolerancias que los acompañan. (Mamani, 2019, pág. 89).

- 2. Contenido óptimo de asfalto.** La cantidad correcta de asfalto en un ligante es la que forma una membrana alrededor de las partículas. Esta membrana debe ser lo suficientemente gruesa como para soportar los elementos de la intemperie, de modo que el asfalto no se oxide rápidamente, pero no debe ser tan gruesa como para que la mezcla pierda su estabilidad o resistencia y sea incapaz de soportar las cargas de los vehículos. Es preferible que las partículas tengan una forma lo más parecida posible aun cubo; en consecuencia, debe evitarse los materiales que contengan un número importante de partículas en forma de tiras o agujas por su propensión a romperse fácilmente, lo que daría lugar a un cambio en la granulometría. Las pruebas de densidad y desgaste pueden utilizarse para determinar la dureza del material. Las pruebas de desgaste por fricción, la pérdida de estabilidad causada por la inmersión en agua y la prueba inglesa pueden utilizarse para determinar si el material tiene o no una excelente adherencia.



Si esta propiedad de la piedra no es deseable, es posible alterar la tensión superficial de la piedra utilizando un producto más eficaz y rentable que los que existen actualmente en el mercado. (Mamani, 2019, pag. 90).

2.2.17 Principios del desgaste superficial de pavimentos rígidos.

Es posible que la superficie de un componente de hormigón sufra el impacto de actividades que contribuyen al desgaste y deterioro del elemento a lo largo del tiempo. Este proceso se denomina erosión por abrasión en algunos casos, y erosión por cavitación en otros; la disminución entre ambas denominaciones se basa en los diferentes tipos de procesos de deterioro que están activos. El termino erosión se refiere a "la desintegración gradual de un sólido por cavitación, abrasión, o acción química", y esta definición puede aplicarse al proceso de erosión desde un punto de vista conceptual. En el próximo capítulo, analizaremos lo siguiente:

- Erosión por abrasión del concreto;
- La erosión por cavitación que resulta del colapso de las burbujas de vapor formadas por cambios en la presión dentro de un flujo de agua de alta velocidad; y
- La desintegración del concreto por ataques químicos. (Mamani, 2019, pág. 91).



2.2.18 Erosión por abrasión en pavimentos rígidos.

Según el Comité 116R del ACI, la erosión es "la desintegración gradual inducida por la acción abrasiva o la cavitación de gases, fluidos o sólidos en movimiento", mientras que la resistencia a la abrasión se describe como "la capacidad de una superficie para soportar el desgaste causado por la fricción o roce". Para los suelos y pavimentos propensos al desgaste, así como para las construcciones hidráulicas sometidas a la acción abrasiva del agua que transporta partículas sólidas, es esencial que el hormigón tenga una alta resistencia a la erosión. El desgaste de la superficie del hormigón puede deberse a las ondas de choque, que pueden ser generadas por personas o vehículos, así como al deslizamiento o al roce de las partículas transportadas por el agua. Según el Comité 116R del ACI, la definición de abrasión es "el desgaste de una superficie debido a un proceso de fricción y roce", mientras que la definición de resistencia a la abrasión es "la capacidad de una superficie para resistir el desgaste producido por la fricción o el roce". (El hormigón sufre un gran desgaste como consecuencia de la abrasión que se produce en su superficie cuando el agua corre a gran velocidad y arrastra partículas de arena dispersas. La gravedad de esta abrasión viene determinada no solo por la resistencia a la compresión del hormigón, sino también por el tipo de árido que se haya utilizado, la velocidad a la que se desplace el agua, así como el número y el carácter de las partículas que el agua lleve consigo. Las partículas transportadas por el viento el agua puede provocar un efecto abrasivo en las superficies de hormigos. El efecto más significativo es la abrasión de suelos y pavimentos, que se produce como consecuencia de la fricción diaria que se produce por el tráfico de personas, la circulación de vehículos o el simple rodamiento de objetos o maquinaria. Sise permite que este



efecto continúe, puede dar lugar a la exposición del acero de refuerzo al eliminar la capa protectora. (Mamani, 2019, pág. 92).

2.2.19 Agentes abrasivos en el desgaste superficial de pavimentos rígidos.

La exudación de la mezcla, también conocida como el flujo de agua intenta llegar a la superficie debido a un exceso en la mezcla como consecuencia de una mala dosificación de la misma, provoca un aumento de la relación agua-material cementante en la superficie, lo que a su vez se traduce en una disminución de la resistencia de la superficie a los procesos de desgaste. La exudación de la mezcla puede entenderse como el flujo de agua que intenta llegar a la superficie debido a un exceso en la mezcla como consecuencia de una mala dosificación de la misma. La exudación puede controlarse utilizando una adecuada dosificación de la mezcla, aumentando la riqueza y/o finura del cemento, añadiendo materiales cementantes, especialmente puzolanas o cenizas, añadiendo aire incorporado, o haciendo uso de aditivos reductores del fraguado. Todos estos métodos se suman a la utilización de una dosis adecuada de la propia mezcla. La segregación, también conocida como la descomposición mecánica del hormigón causada por la separación del árido grueso y el mortero, puede ser el resultado de un proceso de colocación y compactación deficiente. Esto puede ser el resultado de un vertido inadecuado del hormigón, un tiempo de vibración excesivo o una mala compactación del elemento. Debido a todas las acciones descritas anteriormente, es más probable que el agregado grueso se deposite en la parte inferior del elemento estructural. Mientras tanto, en la parte superior del elemento estructural se concentrará una cantidad importante de finos y agua, lo que dará lugar a una superficie poco resistente a los efectos del desgaste. La dosificación de las mezclas para obtener una resistencia



a la compresión óptima a un nivel económico determinado debe incluir el uso de una proporción mínima de agua-cementante y un tamaño de árido adecuado a los requisitos de resistencia. Esto se debe a que la resistencia óptima a la compresión sólo puede lograrse mediante el uso de estos dos factores. (Mamani, 2019, pág. 98).

2.2.20 Resistencia al deslizamiento de los pavimentos rígidos.

La rugosidad de la superficie de las aceras de hormigón es un factor clave para determinar su resistencia al deslizamiento. Hay dos formas distintas de textura en juego: la macrotextura, que es el resultado final de las imperfecciones de la superficie provocadas por el proceso de construcción; y la microtextura, que es la consecuencia final del endurecimiento y el tipo de agregado fino que se utilizó. La microtextura es el resultado final de las imperfecciones de la superficie provocadas por el proceso de construcción, y la microtextura, que es la consecuencia final del endurecimiento y del tipo de agregado fino que se utilizó. Debido a su papel en la prevención del deslizamiento, la macrotextura adquiere que la resistencia inicial al deslizamiento de los pavimentos de hormigón depende de la rugosidad superficial que se crea durante el proceso de construcción en la capa superior. La capa superficial tiende a desgastarse con el tiempo por el tráfico de neumáticos, lo que provoca la eliminación de la macrotextura ventajosa y, en última instancia, la exposición de las partículas de áridos gruesos. La profundidad y la calidad de la capa superficial, así como los tipos de roca que componen los áridos finos y gruesos, tienen un papel en la determinación del tamaño y la velocidad con la que este fenómeno puede ocurrir, así como las ramificaciones para la resistencia al deslizamiento del pavimento. Los áridos finos que contienen altas cantidades de

sílice en las partículas de mayor tamaño deberían ser capaces de resistir mejor la tasa de desgaste y preservar la microtextura que es esencial para una adecuada resistencia al deslizamiento a bajas velocidades. (Mamani, 2019, pág. 99).

2.2.21 Área de contacto, presión de contacto y tiempo de carga en pavimento rígidos.

La caracterización de las tensiones causadas por el tráfico en una infraestructura vial es bastante complicada. Ello se debe no sólo a la variabilidad de los distintos vehículos que circulan en la actualidad, sino también a las interacciones vehículo-pavimento que producen fenómenos con tensiones adicionales a las cargas estáticas provocadas por el propio tráfico. Cuando los neumáticos ruedan sobre el asfalto, dejan una huella única que varía en tamaño y forma dependiendo de factores como el tipo de neumático, la presión de inflado, el peso de la rueda, la velocidad y la calidad de la superficie. Cuando el vehículo está en movimiento, aparecen tensiones distintas de las verticales, que son las que existen cuando el vehículo está parado o en movimiento uniforme. Estas tensiones incluyen la succión del agua que está contenida en la sección estructural, las tensiones horizontales que aparecen debido a la fricción y a los cambios de trayectoria, y las tensiones verticales de impacto que aparecen como resultado de los efectos del movimiento del vehículo y de las irregularidades de la carretera. Además, la forma de la banda de rodadura cambia cuando el vehículo está en movimiento. Las fuerzas que se ejercen dentro de la región de contacto no se distribuyen de manera uniforme. Aunque las presiones localizadas pueden influir en la aparición de daños, generalmente se asume que todo lo que hay que considerar es una presión de contacto media que es igual a la relación entre la carga de la rueda y la superficie del área de contacto aparente. Esto se debe a que se supone que esta relación es suficiente para determinar si se producirán o no daños. Esta presión no es la misma que la presión de inflado del neumático; no obstante, la mayoría de los fabricantes suministran



ábacos o tablas que relacionan ambas mientras el vehículo está parado. El tipo de neumático determina qué método se utiliza. Los efectos dinámicos de los vehículos en movimiento se convierten en impactos y vibraciones, cuya naturaleza se ve afectada por la calidad de la superficie del pavimento, así como por el tipo de suspensión que utiliza el vehículo. En general, los vehículos en movimiento transfieren al neumático una carga de tamaño variable, que viene determinada por el movimiento oscilatorio de la masa suspendida. La frecuencia de este movimiento viene determinada por la velocidad del vehículo, así como por el tipo de pavimento por el que circula. Es posible que las cargas máximas sean un cuarenta o cincuenta por ciento mayores que la carga estática típica. Este aumento de la carga se representa en el pavimento como un aumento de la presión de contacto o una mayor superficie de la huella, dependiendo de lo que ocurra primero. (Mamani, 2019, pág. 100).

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Humedad de los suelos.

La cantidad de agua disponible para la absorción que tiene un suelo es el factor mas importante que determina sus cualidades. El agua capilar es un tipo único de agua de absorción que suele pasar de los suelos húmedos a los secos cuando entran en contacto dos tipos diferentes de suelos. El movimiento de los líquidos libres se caracteriza por la acción capilar, que suele producirse en dirección ascendente, pero puede tener lugar en cualquier orientación (Juárez, y Rico, 2001, pág. 20).



2.3.2 Mezcla asfáltica.

El asfalto es una sustancia muy empleada en la construcción de carreteras, aeropuertos y pavimentos industriales, sin olvidar que se utiliza en la construcción de las capas mas bajas de las construcciones de carreteras de trafico pesado. Las mezclas asfálticas presentan una amplia gama de ventajas frente a otros materiales como consecuencia de su adaptabilidad para ser instaladas y reparadas. Esto contrasta con materiales como el hormigón, que cumple la misma función, pero pueden ser mas caros y requieren una mayor inversión de recursos tanto técnicos como humanos para su mantenimiento. (Fiallos, J., 2017 pág. 32)

2.3.3 Compactación de mezclas asfálticas.

El proceso de compactación tiene el efecto de acercar las partículas de los áridos unas a otras, lo que se mantiene posteriormente por la acción adhesiva del asfalto. La calzada gana en solidez, cohesión e impermeabilidad como resultado de este método de construcción. (Medina M., 2015, pág. 52)

2.3.4 Deterioro en pavimentos asfálticos.

Las modificaciones en la superficie del pavimento pueden deberse a la aparición de causas de muy diversa etiología, y estas alteraciones pueden incidir en los niveles de confort, seguridad y velocidad a los que debe circular el trafico vehicular actual y futuro. Para alcanzar un grado adecuado de transpirabilidad durante un periodo de tiempo suficientemente largo como para justificar el gasto necesario, el objetivo de cualquier proceso de mantenimiento o refuerzo de los pavimentos que ya están en uso es subsanar las deficiencias que se han descrito hasta este momento. (Medina M., 2015, pág. 79)



2.3.5 Conservación vial.

Se refiere a la serie de acciones que se llevan a cabo para mantener en excelente estado las múltiples partes que componen la carretera, y, como resultado, garantizar que el tráfico sea agradable, seguro, fluido y barato. En realidad, el objetivo es preservar el capital que ya se ha invertido en la construcción de la infraestructura vial, evitar que su deterioro físico se produzca de forma prematura, lo más importante, mantener la carretera en condiciones de funcionamiento adecuadas para satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios. (Humpiri K., 2015, pág. 85)

2.3.6 Granulometría de suelos.

La granulometría es quizá la característica más distintiva de un suelo; de hecho, el inglés común diferencia entre los distintos tipos de suelo en función del tamaño de las partículas que contienen, como grava, gravilla, arena, arcilla, limo, etc. En el campo de la ingeniería, así como por las razones expuestas anteriormente, es esencial medir la granulometría de forma cuantitativa determinando la proporción de los distintos tamaños de partículas que están presentes en un volumen determinado de suelo. (Coari, E., 2017, pág. 66).

2.3.7 Límites de Atterberg.

La capacidad de un suelo para adoptar muchas formas sin romperse se denomina plasticidad. Cuando hablamos de moldeado, nos referimos a un proceso en el que se provoca un cambio de forma que luego se hace permanente. Se produce debido al comportamiento de los minerales que componen las arcillas; en esencia, la plasticidad es concebible porque estos minerales y el agua que



contienen (agua adsorbida) están cargados eléctricamente, y estas cargas permiten conservar la estructura con enormes deformaciones. (Coari, E., 2017, pág. 77).

2.3.8 Erosión por abrasión en pavimentos rígidos.

Según el comité 116R del ACI, la erosión es "la desintegración gradual inducida por la acción abrasiva o la cavitación de gases, fluidos o sólidos en movimiento", mientras que la resistencia a la abrasión se describe como "la capacidad de una superficie para soportar el desgaste causado por la fricción o el roce". (Mamani, 2019, pág. 92).



CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Método de investigación

El desarrollo del presente trabajo de investigación es de importancia fundamental, debido a que los pavimentos flexibles y rígidos más importantes de la ciudad de Azángaro se encuentran significativamente deteriorados; y es necesario el análisis de los factores que han intervenido en el mencionado deterioro; para ello primeramente se ha establecido objetivos específicos y claros, para ser analizados y al termino de tal análisis se conozca los factores de deterioro de los pavimentos seleccionados. El trabajo ha considerado el estudio de un pavimento rígido y de dos pavimentos flexibles; el pavimento rígido seleccionado corresponde al de la Plaza de Armas y los pavimentos flexibles al de la Plaza San Bernardo y al de la Av. Los Próceres. El análisis de los factores de deterioro estará orientado a los objetivos establecidos, para lo que se ha considerado: la evaluación de los suelos que conforman la base de los pavimentos, luego la evaluación de mezclas asfálticas de las superficies de los pavimentos flexibles y la del concreto de losas de los pavimentos



rígido; para finalmente efectuar la evaluación de fallas superficiales de ambos tipos de pavimentos.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación está orientado, a que la evaluación de los componentes de la estructura de los pavimentos seleccionados se efectuara.

Aplicando las normas y reglamentos de diseño la calidad de los procesos constructivos; es así, para el pavimento rígido de la plaza de Armas; la evaluación de los de suelos de la sub base se efectuará con las especificaciones del manual EG-2013; para las losas de concreto las normas del Instituto Americano del Concreto (ACI) y la evaluación de fallas y deterioros la metodología del índice de condición del pavimento (PCI) y en el caso de los pavimentos flexibles de la Plaza San Bernardo y Av. Los Próceres; los suelos de la base del pavimento se evaluarán con las especificaciones del manual EG – 2013, la mezcla asfáltica de la superficie con la metodología del Instituto de Asfalto y finalmente las fallas con la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Tomando en cuenta todo lo manifestado; el desarrollo del trabajo tendrá las características siguientes:

- Enfoque cuantitativo
- Nivel Explicativo
- Tipo Aplicada



3.2.1 Enfoque cuantitativo

El proyecto planteado, es de enfoque cuantitativo porque analiza un problema objetivo; que es la determinación de los factores de pavimentos rígidos y flexibles, seleccionados de la ciudad de Azángaro; para ello se elabora los instrumentos de medición los datos y resultados son cuantificables, para luego ser procesados, analizados e interpretados; para finalmente dar respuesta a los objetivos.

3.2.2 Nivel Explicativo

El proyecto planteado; es de nivel explicativo, porque va más allá de la descripción de conceptos, fenómenos y está dirigida a responder a los factores de deterioro de los pavimentos, el interés del trabajo se centra en establecer las causas del deterioro de los pavimentos; luego se entiende los efectos para su empleo en la solución que debe de corresponder a la reparación y/o mantenimiento de pavimentos estudiados.

3.2.3 Tipo Aplicada

El proyecto planteado; es de tipo aplicada, porque se basa en la investigación básica, porque depende de los aportes de las ciencias matemáticas, físicas, naturales, referidos a los factores de deterioro de los pavimentos seleccionados; en todo ello aplica teorías, normas y procedimientos tecnológicos.



3.2 Población y muestra.

3.2.1 Población.

La región Puno, particularmente la ciudad de Azángaro, tiene en sus vías urbanas diferentes tipos de pavimentos, rígidos, flexibles, articulados, mixtos y casi de manera generalizada los factores de deterioro no han sido analizados, estudiados de manera específica para que estos problemas se han resuelto; de manera general se descuida la calidad de materiales empleados, los procesos constructivos, el tránsito, características del clima, mantenimiento, entre otros; entendiéndose que los factores de deterioro de los pavimentos en la ciudad de Azángaro son diversos y deben de ser estudiados de manera específica; para ello deben de ser seleccionados.

3.2.2 Muestra.

Los pavimentos a estudiar; se han seleccionado de acuerdo a su importancia; siendo estas las siguientes:

- Pavimentos rígidos de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.
- Pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.
- Pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Características de las muestras:

Pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.

- Conformación de sub base con suelos.
- Superficie de rodadura, de losas de concreto
- Área de estudio: 2636.40 m²

Pavimento flexible de la Plaza San Bernardo.

- Conformación de base con suelos.
- Superficie de rodadura de mezcla asfáltica.
- Área de estudio: 3377.50 m².

Pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

- Conformación de la base con suelos.
- Superficie de rodadura, de mezcla asfáltica.
- Longitud de la vía: 845.00 m.
- Ancho promedio: 20.00 m.

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:

- Muestra No probabilística
- Muestra Intencional

3.4 Técnicas, fuentes e instrumentos de investigación.

3.4.1 Selección de pavimentos urbanos para el análisis de su deterioro en la ciudad de Azángaro de la región Puno.

Las selecciones de pavimentos urbanos para su estudio son:

- Plaza de Armas con pavimento rígido.
- Plaza San Bernardo con pavimento flexible.
- Av. Los Próceres con pavimento flexible.



3.4.1.1 Propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.

Se consideró los siguientes ensayos de suelos en laboratorio:

- Contenido natural de humedad.
- Análisis granulométrico.
- Límites de consistencia.
- Clasificación de suelos.
- Densidad seca por compactación.
- Relación Soporte California (CBR).

Los resultados de los ensayos se valoraron con las especificaciones del manual EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, vigente; el procedimiento y los resultados se muestran a continuación:

1. Ensayos para determinar el contenido natural de humedad de los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 3.

Resultados del contenido natural de humedad en los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Contenido natural de humedad	MTC E-108 EG – 2013 (COA %)
		(W %)	
1	Calicata de base P. Rig.	14.56	10.61
2	Calicata de base P. Rig.	16.03	10.61
3	Calicata de base P. Rig.	15.74	10.61
4	Calicata de base P. Rig.	15.55	10.61
Promedio		15.54	10.61

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

2. Ensayos para determinar el análisis granulométrico de los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 4.

Resultados del análisis granulométrico en los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Granulometría			C _u	MTC E-107 EG – 2013
		Grava (%)	Arena (%)	Fino (%)		C _u
1	Calicata de base P. Rig.	46.23	40.62	33.08	---	1 – 3
2	Calicata de base P. Rig.	46.88	40.13	33.89	---	1 – 3
3	Calicata de base P. Rig.	49.53	38.13	37.19	---	1 – 3
4	Calicata de base P. Rig.	39.89	45.41	25.19	---	1 – 3
Promedio		45.63	41.07	32.34	---	1 – 3

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

3. Ensayos para determinar los límites de consistencia de los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 5.

Resultados de los límites de consistencia en los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Límites de consistencia			MTC E-110 EG – 2013
		LL (%)	Lp (%)	Ip (%)	Ip
1	Calicata de base P. Rig.	35.47	19.78	15.69	< 9.00
2	Calicata de base P. Rig.	35.44	20.95	14.48	< 9.00
3	Calicata de base P. Rig.	34.90	20.95	13.94	< 9.00
4	Calicata de base P. Rig.	32.92	20.95	11.96	< 9.00
Promedio		34.68	20.66	14.02	< 9.00

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

4. Ensayos para determinar la clasificación de suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 6.

Resultados de la clasificación de suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Clasificación		MTC E-145 EG – 2013
		SUCS	AASHTO	AASHTO
1	Calicata de base P. Rig.	GW	A – 3	A – 3
2	Calicata de base P. Rig.	GW-GC	A – 3	A – 3
3	Calicata de base P. Rig.	SW	A – 3	A – 3
4	Calicata de base P. Rig.	GW-GC	A – 3	A – 3
Promedio		GW	A – 3	A – 3

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

5. Ensayos para determinar la densidad seca máxima con Proctor modificado de los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 7.

Resultados de la densidad seca máxima con Proctor modificado en los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Compactación		MTC E-115 EG – 2013
		D _s (gr/cm ³)	COA (%)	D _s (gr/cm ³)
1	Calicata de base P. Rig.	1.522	10.59	> 1.30
2	Calicata de base P. Rig.	1.531	10.67	> 1.30
3	Calicata de base P. Rig.	1.600	10.52	> 1.30
4	Calicata de base P. Rig.	1.515	10.66	> 1.30
Promedio		1.542	10.61	> 1.30

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

6. Ensayos para determinar la Relación Soporte California (CBR) de los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 8.

Resultados de la Relación Soporte California (CBR) en los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	CBR		MTC E-132 EG – 2013
		95 (%)	100 (%)	CBR
1	Calicata de base P. Rig.	27.00	37.10	> 20.00
2	Calicata de base P. Rig.	27.30	36.60	> 20.00
3	Calicata de base P. Rig.	25.20	36.80	> 20.00
4	Calicata de base P. Rig.	27.20	36.60	> 20.00
Promedio		26.68	36.78	> 20.00

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

3.4.1.2 Propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.

Se consideró los siguientes ensayos de suelos en laboratorio:

- Contenido natural de humedad.
- Análisis granulométrico.
- Límites de consistencia.
- Clasificación de suelos.
- Densidad seca por compactación.
- Relación Soporte California (CBR).

Los resultados de los ensayos se valoraron con las especificaciones del manual EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, vigente; el procedimiento y los resultados se muestran a continuación:

1. Ensayos para determinar el contenido natural de humedad de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 9.

Resultados del contenido natural de humedad en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Contenido natural de humedad	MTC E-108 EG – 2013 (COA %)
		(W %)	
1	Calicata de base P. Flex.	7.25	10.74
2	Calicata de base P. Flex.	7.00	10.74
3	Calicata de base P. Flex.	7.06	10.74
4	Calicata de base P. Flex.	7.01	10.74
Promedio		7.08	10.74

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

2. Ensayos para determinar el análisis granulométrico de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 10.

Resultados del análisis granulométrico en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Granulometría			C _u	MTC E-107 EG – 2013
		Grava (%)	Arena (%)	Fino (%)		C _u
1	Calicata de base P. Flex.	46.23	40.62	33.08	---	1 – 3
2	Calicata de base P. Flex.	46.88	40.13	33.89	---	1 – 3
3	Calicata de base P. Flex.	49.53	38.13	37.19	---	1 – 3
4	Calicata de base P. Flex.	39.89	45.41	25.19	---	1 – 3
Promedio		45.63	41.07	32.34	---	1 – 3

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

3. Ensayos para determinar los límites de consistencia de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 11.

Resultados de los límites de consistencia en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Límites de consistencia			MTC E-110 EG – 2013
		LL (%)	L _p (%)	I _p (%)	I _p
1	Calicata de base P. Flex.	33.75	20.95	12.80	< 7.00
2	Calicata de base P. Flex.	32.56	20.95	11.61	< 7.00
3	Calicata de base P. Flex.	31.86	20.95	10.90	< 7.00
4	Calicata de base P. Flex.	32.75	20.95	11.80	< 7.00
Promedio		32.73	20.95	11.78	< 7.00

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

4. Ensayos para determinar la clasificación de suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 12.

Resultados de la clasificación de suelos de la estructura de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Clasificación		MTC E-145 EG – 2013
		SUCS	AASHTO	AASHTO
1	Calicata de base P. Flex.	GW	A – 3	A – 1
2	Calicata de base P. Flex.	GW-GC	A – 3	A – 1
3	Calicata de base P. Flex.	SW	A – 3	A – 1
4	Calicata de base P. Flex.	GW-GC	A – 3	A – 1
Promedio		GW y GC	A – 3	A – 1

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

5. Ensayos para determinar la densidad seca máxima con Proctor modificado de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 13.

Resultados de la densidad seca máxima con Proctor modificado en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Compactación		MTC E-115 EG – 2013
		D _s (gr/cm ³)	COA (%)	D _s (gr/cm ³)
1	Calicata de base P. Flex.	1.694	10.79	> 1.95
2	Calicata de base P. Flex.	1.702	10.70	> 1.95
3	Calicata de base P. Flex.	1.759	10.66	> 1.95
4	Calicata de base P. Flex.	1.694	10.79	> 1.95
Promedio		1.712	10.74	> 1.95

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

6. Ensayos para determinar la Relación Soporte California (CBR) de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 14.

Resultados de la Relación Soporte California (CBR) en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	CBR		MTC E-132 EG – 2013
		95 (%)	100 (%)	CBR
1	Calicata de base P. Flex.	24.80	31.30	> 50.00
2	Calicata de base P. Flex.	24.80	28.30	> 50.00
3	Calicata de base P. Flex.	24.80	32.00	> 50.00
4	Calicata de base P. Flex.	24.80	32.70	> 50.00
Promedio		24.80	31.08	> 50.00

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

3.4.1.3 Propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Se consideró los siguientes ensayos de suelos en laboratorio:

- Contenido natural de humedad.
- Análisis granulométrico.
- Límites de consistencia.
- Clasificación de suelos.
- Densidad seca por compactación.
- Relación Soporte California (CBR).

Los resultados fueron valorados con lo establecido en las especificaciones del manual EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, vigente; el procedimiento y los resultados se muestran a continuación:

1. Ensayos para determinar el contenido natural de humedad de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 15.

Resultados del contenido natural de humedad en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Contenido natural de humedad	
		(W %)	MTC E-108 EG – 2013 (COA %)
1	Calicata de base P. Flex.	14.25	10.53
2	Calicata de base P. Flex.	15.41	10.53
3	Calicata de base P. Flex.	14.46	10.53
4	Calicata de base P. Flex.	14.93	10.53
5	Calicata de base P. Flex.	14.16	10.53
Promedio		14.64	10.53

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

2. Ensayos para determinar el análisis granulométrico de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 16.

Resultados del análisis granulométrico en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Granulometría			C _u	MTC E-107 EG – 2013
		Grava (%)	Arena (%)	Fino (%)		C _u
1	Calicata de base P. Flex.	46.23	40.62	33.08	---	1 – 3
2	Calicata de base P. Flex.	46.88	40.13	33.89	---	1 – 3
3	Calicata de base P. Flex.	49.53	38.13	37.19	---	1 – 3
4	Calicata de base P. Flex.	39.89	45.41	25.19	---	1 – 3
5	Calicata de base P. Flex.	46.23	40.62	33.08	---	1 – 3
Promedio		45.75	40.98	32.49	---	1 – 3

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

3. Ensayos para determinar los límites de consistencia de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 17.

Resultados de los límites de consistencia en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Límites de consistencia			MTC E-110 EG – 2013 I _p
		LL (%)	L _p (%)	I _p (%)	
1	Calicata de base P. Flex.	31.72	20.95	10.76	< 7.00
2	Calicata de base P. Flex.	32.04	20.95	11.09	< 7.00
3	Calicata de base P. Flex.	30.06	20.95	9.10	< 7.00
4	Calicata de base P. Flex.	31.65	20.95	10.69	< 7.00
5	Calicata de base P. Flex.	32.87	20.95	11.91	< 7.00
Promedio		31.67	20.95	10.71	< 7.00

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

4. Ensayos para determinar la clasificación de suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 18.

Resultados de la clasificación de suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Clasificación		MTC E-145 EG – 2013 AASHTO
		SUCS	AASHTO	
1	Calicata de base P. Flex.	GW	A – 3	A – 1
2	Calicata de base P. Flex.	GW-GC	A – 3	A – 1
3	Calicata de base P. Flex.	SW	A – 3	A – 1
4	Calicata de base P. Flex.	GW-GC	A – 3	A – 1
5	Calicata de base P. Flex.	GW	A – 3	A – 1
Promedio		GW-GC	A – 3	A – 1

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

5. Ensayos para determinar la densidad seca máxima con Proctor modificado de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 19.

Resultados de la densidad seca máxima con Proctor modificado en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	Compactación		MTC E-115 EG – 2013
		D _s (gr/cm ³)	COA (%)	D _s (gr/cm ³)
1	Calicata de base P. Flex.	1.700	10.48	> 1.95
2	Calicata de base P. Flex.	1.772	10.65	> 1.95
3	Calicata de base P. Flex.	1.802	10.51	> 1.95
4	Calicata de base P. Flex.	1.754	10.56	> 1.95
5	Calicata de base P. Flex.	1.775	10.47	> 1.95
Promedio		1.761	10.53	> 1.95

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

6. Ensayos para determinar la Relación Soporte California (CBR) de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Los resultados son los siguientes:

Cuadro 20.

Resultados de la Relación Soporte California (CBR) en los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro

N°	Tramo	CBR		MTC E-132 EG – 2013
		95 (%)	100 (%)	CBR
1	Calicata de base P. Flex.	27.20	39.70	> 50.00
2	Calicata de base P. Flex.	28.60	40.00	> 50.00
3	Calicata de base P. Flex.	29.40	40.80	> 50.00
4	Calicata de base P. Flex.	31.70	41.30	> 50.00
5	Calicata de base P. Flex.	32.00	39.70	> 50.00
Promedio		29.78	40.30	> 50.00

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.



3.4.2 Propiedades mecánicas del concreto en las losas de los pavimentos rígidos y de mezclas asfálticas en los pavimentos flexibles seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno.

Se considera los componentes:

- Identificar las propiedades mecánicas de la resistencia del concreto en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.
- Identificar las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en el pavimento de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.
- Identificar las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en el pavimento de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

3.4.2.1 Identificar las propiedades mecánicas de la resistencia del concreto en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.

Para ello, se verifico la resistencia en compresión del concreto de los pavimentos rígidos, considerando cuatro frenteras por su forma rectangular y dos verificaciones de resistencia con el equipo denominado esclerómetro.

- Frentera I (Jr. Tacna) de la Plaza de Armas.
- Frentera II (Jr. Puno) de la Plaza de Armas.
- Frentera III (Jr. 9 de octubre) de la Plaza de Armas.
- Frentera IV (Jr. Cusco) de la Plaza de Armas.

1. Estudio de la resistencia del concreto, con empleo del esclerómetro en la frentera I (Jr. Tacna) de la Plaza de Armas.

Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 21.

Resumen de verificación de la resistencia del concreto, con empleo del esclerómetro en la frentera I (Jr. Tacna) de la Plaza de Armas.

N°	Ubicación	Nro. Total de golpes	f'c diseño kg/cm ²	f'c calculada kg/cm ²	%
1	Calicata 1	10	210	152.20	72.48
2	Calicata 2	10	210	156.30	74.43
Promedio			210	154.25	73.46

NOTA: Resultados con empleo del esclerómetro de laboratorio EPIC – UANCV – Enero, 2020.

2. Estudio de la resistencia del concreto, con empleo del esclerómetro en la frentera II (Jr. Puno) de la Plaza de Armas.

Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 22.

Resumen de verificación de la resistencia del concreto, con empleo del esclerómetro en la frentera II (Jr. Puno) de la Plaza de Armas

N°	Ubicación	Nro. Total de golpes	f'c diseño kg/cm ²	f'c calculada kg/cm ²	%
1	Calicata 3	10	210	160.40	76.38
2	Calicata 4	10	210	159.90	76.14
Promedio			210	160.15	76.26

NOTA: Resultados con empleo del esclerómetro de laboratorio EPIC – UANCV – Enero, 2020.

3. Estudio de la resistencia del concreto, con empleo del esclerómetro en la frentera III (Jr. 9 de Octubre) de la Plaza de Armas.

Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 23.

Resumen de verificación de la resistencia del concreto, con empleo del esclerómetro en la frentera III (Jr. 9 de octubre) de la Plaza de Armas

N°	Ubicación	Nro. Total de golpes	f _c diseño kg/cm ²	f _c calculada kg/cm ²	%
1	Calicata 5	10	210	141.50	67.38
2	Calicata 6	10	210	144.90	69.00
Promedio			210	143.20	68.19

NOTA: Resultados con empleo del esclerómetro de laboratorio EPIC – UANCV – Enero, 2020.

4. Estudio de la resistencia del concreto, con empleo del esclerómetro en la frentera IV (Jr. Cusco) de la Plaza de Armas.

Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 24.

Resumen de verificación de la resistencia del concreto, con empleo del esclerómetro en la frentera IV (Jr. Cusco) de la Plaza de Armas

N°	Ubicación	Nro. Total de golpes	f _c diseño kg/cm ²	f _c calculada kg/cm ²	%
1	Calicata 7	10	210	172.50	82.14
2	Calicata 8	10	210	169.70	80.81
Promedio			210	171.10	81.46

NOTA: Resultados con empleo del esclerómetro de laboratorio EPIC – UANCV – Enero, 2020.

3.4.2.2 Propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas del pavimento de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.

El análisis de la calidad de mezclas asfálticas de la Plaza San Bernardo de



la ciudad de Azángaro; se efectuó utilizando la metodología del Instituto de Asfalto (USA).

- Frentera I (Jr. Azángaro) de la Plaza San Bernardo.
- Frentera II (Jr. Lampa) de la Plaza San Bernardo.
- Frentera III (Jr. 9 de octubre) de la Plaza San Bernardo.
- Frentera IV (Jr. Huancané) de la Plaza San Bernardo.

La relación de cálculo que considera la metodología del Instituto de Asfalto (USA); es la siguiente:

$$P = 0.035a + 0.045b + kc + k$$

Donde:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N° 10

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N° 10 y se retiene en el N° 200

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N° 200

k: toma los valores:

Cuadro 25.

Método del instituto de asfalto (usa)

0.20	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 11% al 15%
0.18	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 6% al 10%
0.75	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 es menor al 5%

k = varía de 0 a 2, dependiendo del grado de absorción de los pétreos.

Alta absorción: k = 2

El resultado de la relación anterior será comparado con los resultados de la granulometría y el índice asfáltico de las tres mezclas asfálticas empleados en el recapeo de los pavimentos en las vías urbanas de la ciudad de Azángaro; procedimientos que se detallan de manera separada a continuación:

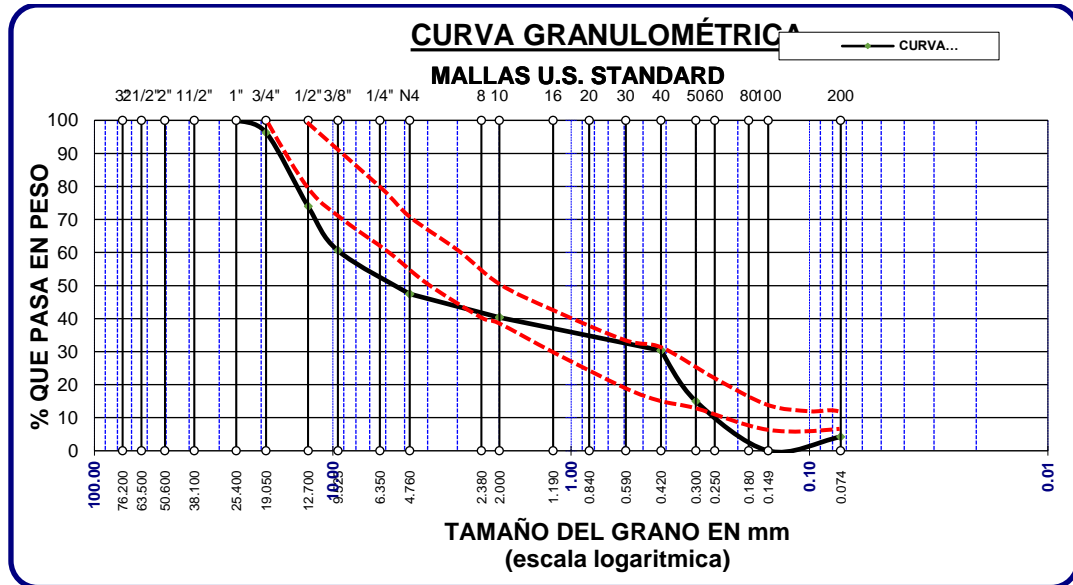
1. Características de la mezcla asfáltica en el pavimento flexible en la frentera I (Jr. Azángaro) de la Plaza San Bernardo.

La granulometría y el índice asfáltico determinado en laboratorio del Jr. Azángaro, de la ciudad de Azángaro, son las siguientes:

a. Características granulométricas de la primera muestra asfáltica del pavimento flexible del Jr. Azángaro de la ciudad de Azángaro.

Tamices ASTM	apertura mm	Peso retenido	%retenido parcial	%retenido acumulado	%que pasa	Especif.
3"	76.200					100%
2 ½	63.500					
2	50.600					
1 ½	38.100					
1	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	80-100%
¾	19.050	33.20	3.69	3.69	96.31	70-88%
½	12.700	201.14	22.35	26.04	73.96	51.68%
⅜	9.525	120.28	13.36	39.40	60.60	
¼	6.350					38-52%
Nº4	4.760	118.11	13.12	52.52	47.48	
Nº8	2.380					17-28%
Nº10	2.000	64.18	7.13	59.65	40.35	
Nº16	1.190					
Nº20	0.840					8-17%
Nº30	0.590					
Nº40	0.420	89.40	9.98	69.63	30.37	
Nº50	0.300					
Nº60	0.250					
Nº80	0.180	138.21	15.36	84.99	15.01	4-8%
Nº100	0.149					
Nº200	0.074	97.14	10.79	95.78	4.22	
BASE		37.94	4.22	100.00	0.00	
TOTAL		900.00	100.00			
% PERDIDA		4.22				

b. Características de la curva granulométrica de la primera muestra asfáltica del pavimento flexible del Jr. Azángaro de la ciudad de Azángaro.



c. Valores de las propiedades mecánicas obtenidas en el laboratorio de la muestra asfáltica en el pavimento flexible del Jr. Azángaro de la ciudad de Azángaro.

Resultados:

- Peso de la muestra asfáltica antes del lavado : 900.00 gr.
- Pero de la muestra asfáltica después del lavado : 868.10 gr.
- Peso de asfalto : 31.90 gr.
- % de asfalto : 3.54 %

d. Determinación del índice asfáltico de la mezcla asfáltica obtenida en Jr. Azángaro de la ciudad de Azángaro, con el Método del Instituto de Asfalto (USA).

La relación que se emplea para este método es la siguiente:

$$P = 0.035 a + 0.045 b + kc + k$$

Donde:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N° 10

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N° 10 y se retiene en el N°2 00

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N° 200

k: toma los valores:

Cuadro 26.

Método del instituto de asfalto (usa)

0.20	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 11% al 15%
0.18	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 6% al 10%
0.75	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 es menor del 5%

k = varía de 0 a 2, dependiendo del grado de absorción de los pétreos.

Alta absorción: k = 2

e. Desarrollo:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla.

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N°10. (7.13 %)

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°10 y se retiene en el N° 200. (15.01 %)

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N° 200. (4.22 %)

k: toma los valores. (0.75)

f. Resultado con Aplicación de la fórmula del Instituto de Asfalto (USA).

$$P = 0.035 (7.13) + 0.045 (15.01) + 0.75 (4.22) + 0.75$$

$$P = 4.84\%$$

2. Características de la mezcla asfáltica en el pavimento flexible en la frentera II (Jr. Lampa) de la Plaza San Bernardo.

La granulometría y el índice asfáltico determinado en laboratorio del Jr. Lampa, de la ciudad de Azángaro tiene las siguientes características:

a. Características granulométricas de la primera muestra asfáltica del pavimento flexible Jr. Lampa de la ciudad de Azángaro.

Tamices ASTM	abertura mm	Peso retenido	%retenido parcial	%retenido acumulado	%que pasa	Especif.
3''	76.200					100%
2 ½	63.500					
2	50.600					
1 ½	38.100					
1	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	80-100%
¾	19.050	20.30	2.26	2.26	97.74	70-88%
½	12.700	198.14	22.02	24.28	75.72	51.68%
⅜	9.525	140.50	15.61	39.89	60.11	
¼	6.350					38-52%
Nº4	4.760	95.10	10.57	50.46	49.54	
Nº8	2.380					
Nº10	2.000	92.40	10.27	60.73	39.27	17-28%
Nº16	1.190					4-8%
Nº20	0.840					
Nº30	0.590					
Nº40	0.420	40.70	4.52	65.25	34.75	
Nº50	0.300					
Nº60	0.250					4-8%
Nº80	0.180	130.20	14.47	79.72	20.28	
Nº100	0.149					
Nº200	0.074	93.93	10.44	90.16	9.84	
BASE		88.73	9.84	100.00	0.00	
TOTAL		900.00	100.00			
% PERDIDA		9.86				



$$P = 0.035 a + 0.045 b + kc + k$$

Donde:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N°10

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°10 y se retiene en el N°200

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°200

k: toma los valores:

Cuadro 27.

Método del instituto de asfalto (usa)

0.20	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 11% al 15%
0.18	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 6% al 10%
0.75	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 es menor del 5%

k = varía de 0 a 2, dependiendo del grado de absorción de los pétreos.

Alta absorción: k = 2

e. Desarrollo:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla.

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N°10. (10.27 %)

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°10 y se retiene en el N°200. (20.28 %)

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°200. (9.84 %)

k: toma los valores. (0.75)

f. Resultado con Aplicación de la fórmula del Instituto de Asfalto (USA).

$$P = 0.035 (10.27) + 0.045 (20.28) + 0.75 (9.84) + 0.75$$

$$P = 9.40 \%$$

3. Características de la mezcla asfáltica en el pavimento flexible en la frentera

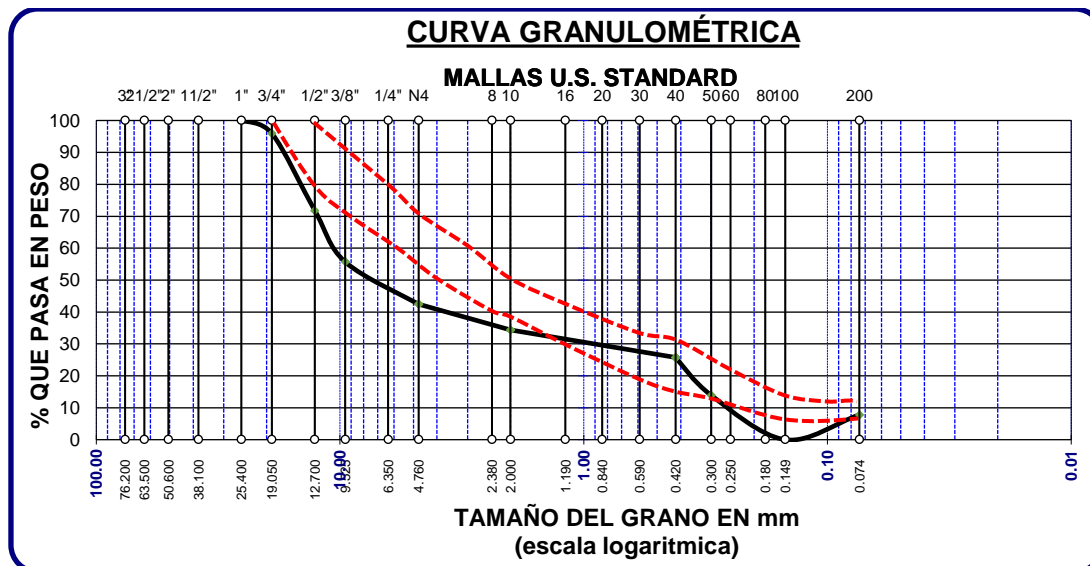
III (Jr. 9 de Octubre) de la Plaza San Bernardo.

La granulometría y el índice asfáltico determinado en laboratorio del Jr. 9 de octubre de la ciudad de Azángaro tiene las siguientes características:

a. Características granulométricas de la primera muestra asfáltica del pavimento flexible del Jr. 9 de Octubre de la ciudad de Azángaro.

Tamices ASTM	abertura mm	Peso retenido	%retenido parcial	%retenido acumulado	%que pasa	Especif.
3''	76.200					100%
2 ½	63.500					
2	50.600					
1 ½	38.100					
1	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	80-100%
¾	19.050	35.20	4.04	4.04	95.96	70-88%
½	12.700	210.14	24.15	28.19	71.81	51.68%
⅜	9.525	140.30	16.12	44.31	55.69	
¼	6.350					38-52%
Nº4	4.760	115.12	13.23	57.54	42.46	
Nº8	2.380					
Nº10	2.000	70.25	8.07	65.61	34.39	17-28%
Nº16	1.190					8-17%
Nº20	0.840					
Nº30	0.590					
Nº40	0.420	75.14	8.63	74.24	25.76	
Nº50	0.300					4-8%
Nº60	0.250					
Nº80	0.180	103.20	11.86	86.10	13.90	
Nº100	0.149					
Nº200	0.074	53.18	6.11	92.21	7.79	
BASE		67.71	7.78	99.99	0.01	
TOTAL		870.24	99.99			
% PERDIDA		7.78				

b. Características de la curva granulométrica de la primera muestra asfáltica del pavimento flexible del Jr. 9 de Octubre de la ciudad de Azángaro.



c. Valores de las propiedades mecánicas obtenidas en el laboratorio de la muestra asfáltica en el pavimento flexible del Jr. 9 de Octubre de la ciudad de Azángaro.

Resultados:

- Peso de la muestra asfáltica antes del lavado : 900.00 gr.
- Pero de la muestra asfáltica después del lavado : 868.76 gr.
- Peso de asfalto : 31.24 gr.
- % de asfalto : 3.47 %

d. Determinación del índice asfáltico de la mezcla asfáltica obtenida en el Jr. 9 de Octubre de la ciudad de Azángaro, con el Método del Instituto de Asfalto (USA).

La relación que se emplea para este método es la siguiente:

$$P = 0.035 a + 0.045 b + kc + k$$



Donde:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N°10

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°10 y se retiene en el N°200

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°200

k: toma los valores:

Cuadro 28.

Método del instituto de asfalto (usa)

0.20	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 11% al 15%
0.18	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 6% al 10%
0.75	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 es menos del 5%

k = varía de 0 a 2, dependiendo del grado de absorción de los pétreos.

Alta absorción: k = 2

d.

e. Desarrollo:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla.

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N°10. (8.07 %)

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°10 y se retiene en el N°200. (13.90 %)

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°200. (7.79 %)

k: toma los valores. (0.75)

f. Resultado con Aplicación de la fórmula del Instituto de Asfalto (USA).

$$P = 0.035 (8.07) + 0.045 (13.90) + 0.75 (7.79) + 0.75$$

$$P = 7.50 \%$$

4. Características de la mezcla asfáltica en el pavimento flexible en la frentera

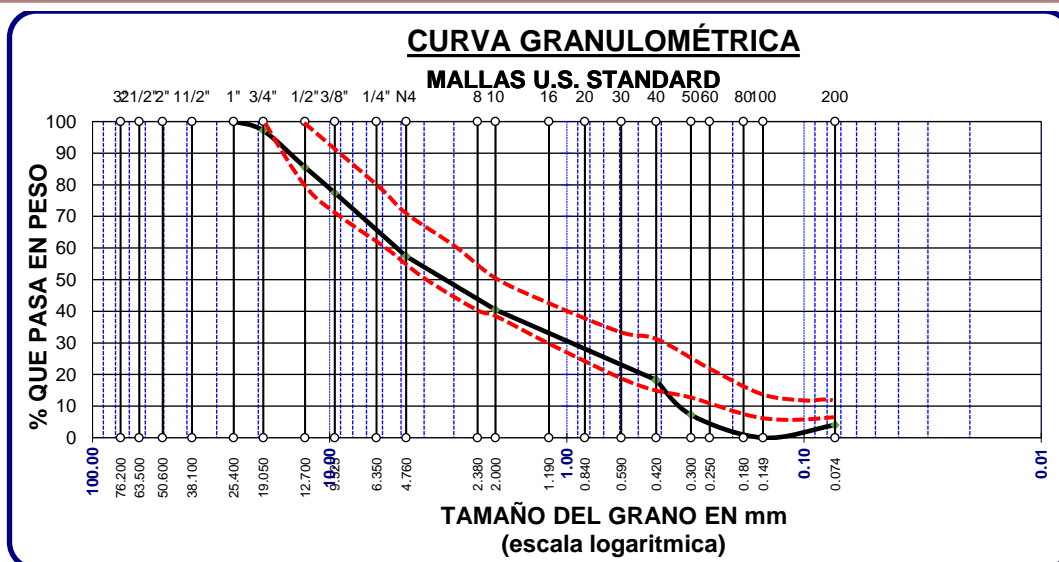
IV (Jr. Huancané) de la Plaza San Bernardo.

La granulometría y el índice asfáltico determinado en laboratorio del Jr. Huancané de la ciudad de Azángaro tiene las siguientes características:

a. Características granulométricas de la primera muestra asfáltica del pavimento flexible del Jr. Huancané de la ciudad de Azángaro.

Tamices ASTM	apertura mm	Peso retenido	%retenido parcial	%retenido acumulado	%que pasa	Especif.
3''	76.200					100%
2 ½	63.500					
2	50.600					
1 ½	38.100					
1	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	80-100%
¾	19.050	24.41	2.87	2.87	97.13	70-88%
½	12.700	98.85	11.61	14.48	85.52	51.68%
⅜	9.525	68.48	8.04	22.52	77.48	
¼	6.350					38-52%
Nº4	4.760	171.17	20.10	42.62	57.38	
Nº8	2.380					
Nº10	2.000	143.97	16.91	59.53	40.47	17-28%
Nº16	1.190					8-17%
Nº20	0.840					
Nº30	0.590					
Nº40	0.420	189.22	22.22	81.75	18.25	
Nº50	0.300					4-8%
Nº60	0.250					
Nº80	0.180	93.77	11.01	92.76	7.24	
Nº100	0.149					
Nº200	0.074	27.20	3.19	95.95	4.06	
BASE		34.57	4.06	100.01	-0.01	
TOTAL		851.64	100.00			
% PERDIDA		4.06				

b. Características de la curva granulométrica de la primera muestra asfáltica del pavimento flexible del Jr. Huancané de la ciudad de Azángaro.



c. **Valores de las propiedades mecánicas obtenidas en el laboratorio de la muestra asfáltica en el pavimento flexible del Jr. Huancané de la ciudad de Azángaro.**

Resultados:

- Peso de la muestra asfáltica antes del lavado : 900.00 gr.
- Pero de la muestra asfáltica después del lavado : 864.97 gr.
- Peso de asfalto : 35.03 gr.
- % de asfalto : 3.89 %

d. **Determinación del índice asfáltico de la mezcla asfáltica obtenida en el Jr. Huancané de la ciudad de Azángaro, con el Método del Instituto de Asfalto (USA).**

La relación que se emplea para este método es la siguiente:

$$P = 0.035 a + 0.045 b + kc + k$$



Donde:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N°10

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°10 y se retiene en el N°200

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°200

k: toma los valores:

Cuadro 29.

Método del instituto de asfalto (usa)

0.20	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 11% al 15%
0.18	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 6% al 10%
0.75	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 es menor al 5%

k = varía de 0 a 2, dependiendo del grado de absorción de los pétreos.

Alta absorción: k = 2

e. Desarrollo:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla.

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N°10. (16.91 %)

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°10 y se retiene en el N°200. (7.24 %)

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°200. (4.06 %)

k: toma los valores. (0.75)

f. Resultado con Aplicación de la fórmula del Instituto de Asfalto (USA).

$$P = 0.035 (16.91) + 0.045 (7.24) + 0.75 (4.06) + 0.75$$

$$P = 4.71 \%$$

3.4.2.3 Características de la mezcla asfáltica del pavimento de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

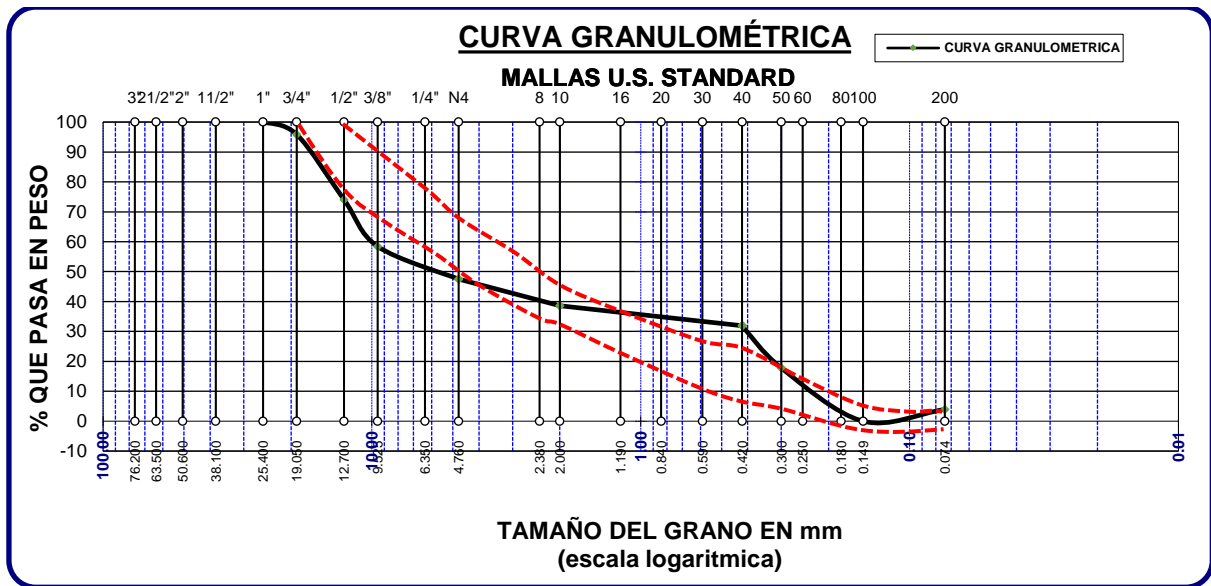
La granulometría y el índice asfáltico determinado en laboratorio de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro tiene las siguientes características:

A.- Calicata 1.

1. Características granulométricas de la primera muestra asfáltica del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Tamices ASTM	apertura mm	Peso retenido	%retenido parcial	%retenido acumulado	%que pasa	Especif.
3''	76.200					100%
2 ½	63.500					
2	50.600					
1 ½	38.100					
1	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	80-100%
¾	19.050	37.15	4.13	4.13	95.87	70-88%
½	12.700	196.30	21.81	25.94	74.06	51.68%
⅜	9.525	140.73	15.64	41.58	58.42	
¼	6.350					38-52%
Nº4	4.760	98.30	10.92	52.50	47.50	
Nº8	2.380					
Nº10	2.000	80.15	8.91	61.41	38.59	17-28%
Nº16	1.190					8-17%
Nº20	0.840					
Nº30	0.590					
Nº40	0.420	60.14	6.68	68.09	31.91	
Nº50	0.300					4-8%
Nº60	0.250					
Nº80	0.180	127.18	14.13	82.22	17.78	
Nº100	0.149					
Nº200	0.074	124.88	13.86	96.08	3.92	
BASE		35.17	3.91	99.99	0.01	
TOTAL		900.00	99.99			
% PERDIDA		3.91				

2. Características de la curva granulométrica de la primera muestra asfáltica del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.



3. Valores de las propiedades mecánicas obtenidas en el laboratorio de la muestra asfáltica en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Resultados:

- Peso de la muestra asfáltica antes del lavado : 900.00 gr.
- Pero de la muestra asfáltica después del lavado : 864.98 gr.
- Peso de asfalto : 35.02 gr.
- % de asfalto : 3.89 %

4. Determinación del índice asfáltico de la mezcla asfáltica obtenida en el de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, con el Método del Instituto de Asfalto (USA).

La relación que se emplea para este método es la siguiente:

$$P = 0.035 a + 0.045 b + kc + k$$



Donde:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N°10

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°10 y se retiene en el N°200

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°200

k: toma los valores:

Cuadro 30.

Método del instituto de asfalto (usa)

0.20	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 11% al 15%
0.18	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 6% al 10%
0.75	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 es menor al 5%

k = varía de 0 a 2, dependiendo del grado de absorción de los pétreos.

Alta absorción: k = 2

5. Desarrollo:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla.

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N°10. (8.91 %)

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°10 y se retiene en el N°200. (17.73 %)

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°200. (3.92 %)

k: toma los valores. (0.75)

6. Resultado con Aplicación de la fórmula del Instituto de Asfalto (USA).

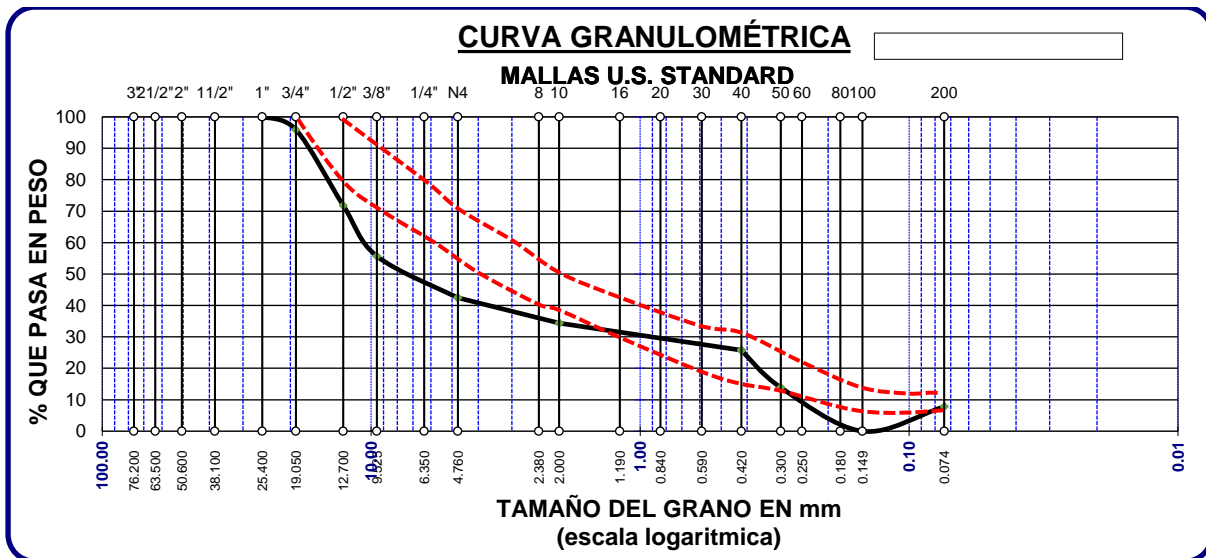
$$P = 0.035 (8.91) + 0.045 (17.78) + 0.75 (3.92) + 0.75$$

$$P = 4.80 \%$$

B.- Calicata 2.**1. Características granulométricas de la segunda muestra asfáltica del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.**

Tamices ASTM	apertura mm	Peso retenido	%retenido parcial	%retenido acumulado	%que pasa	Especif.
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					100%
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	80-100%
3/4"	19.050	35.20	4.04	4.04	95.96	70-88%
1/2"	12.700	210.14	24.15	28.19	71.81	
3/8"	9.525	140.30	16.12	44.31	55.69	51.68%
1/4"	6.350					
No4	4.760	115.12	13.23	57.54	42.46	38-52%
No8	2.380					
No10	2.000	70.25	8.07	65.61	34.39	17-28%
No16	1.190					
No20	0.840					
No30	0.590					
No40	0.420	75.14	8.63	74.24	25.76	8-17%
No 50	0.300					
No60	0.250					
No80	0.180	103.20	11.86	86.10	13.90	
No100	0.149					
No200	0.074	53.18	6.11	92.21	7.79	4-8%
BASE		67.71	7.78	99.99	0.01	
TOTAL		870.24	99.99			
% PERDIDA		7.78				

2. Características de la curva granulométrica de la segunda muestra asfáltica del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.



3. Valores de las propiedades mecánicas obtenidas en el laboratorio de la muestra asfáltica en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Resultados:

- Peso de la muestra asfáltica antes del lavado : 900.00 gr.
- Pero de la muestra asfáltica después del lavado : 878.92 gr.
- Peso de asfalto : 21.08 gr.
- % de asfalto : 2.34 %

4. Determinación del índice asfáltico de la mezcla asfáltica obtenida en el de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, con el Método del Instituto de Asfalto (USA).

La relación que se emplea para este método es la siguiente:

$$P = 0.035 a + 0.045 b + kc + k$$

Donde:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N°10

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°10 y se retiene en el N°200

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°200

k: toma los valores:

Cuadro 31.

Método del instituto de asfalto (usa)

0.20	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 11% al 15%
0.18	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 6% al 10%
0.75	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 es menor del 5%

k = varía de 0 a 2, dependiendo del grado de absorción de los pétreos.

Alta absorción: k = 2

5. Desarrollo:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla.

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N°10. (8.07 %)

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°10 y se retiene en el N°200. (13.90 %)

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°200. (7.79 %)

k: toma los valores. (0.75)

6. Resultado con Aplicación de la fórmula del Instituto de Asfalto (USA).

$$P = 0.035 (8.07) + 0.045 (13.90) + 0.75 (7.79) + 0.75$$

$$P = 7.50 \%$$

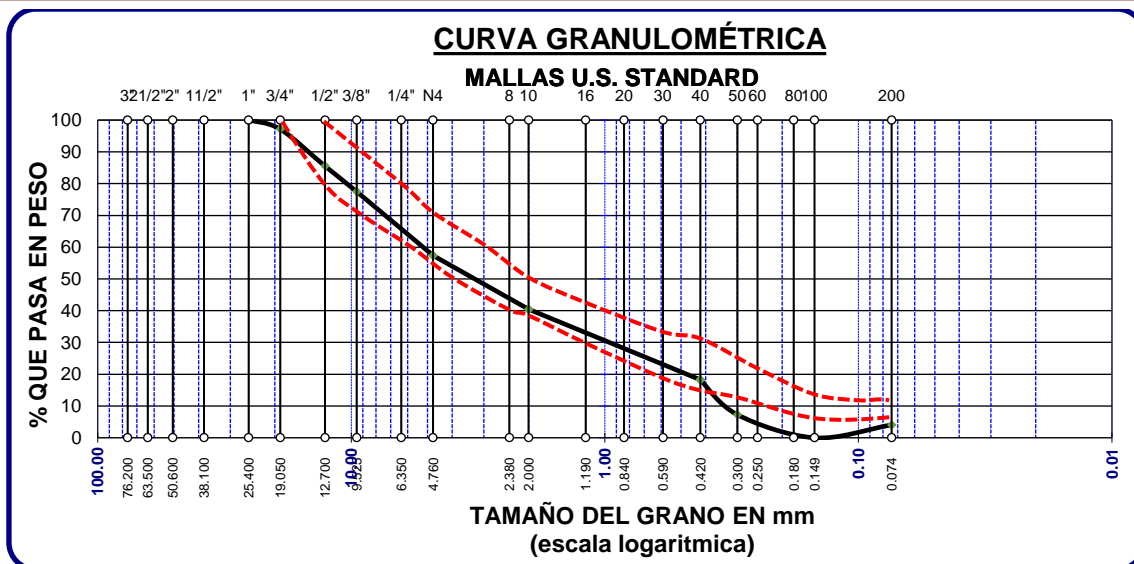


C.- Calicata 3.

1. Características granulométricas de la tercera muestra asfáltica del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Tamices ASTM	apertura mm	Peso retenido	%retenido parcial	%retenido acumulado	%que pasa	Especif.
3''	76.200					100%
2 ½	63.500					
2	50.600					
1 ½	38.100					
1	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	80-100%
¾	19.050	24.41	2.87	2.87	97.13	70-88%
½	12.700	98.85	11.61	14.48	85.52	51.68%
⅜	9.525	68.48	8.04	22.52	77.48	
¼	6.350					38-52%
Nº4	4.760	171.17	20.10	42.62	57.38	
Nº8	2.380					17-28%
Nº10	2.000	143.97	16.91	59.53	40.47	
Nº16	1.190					8-17%
Nº20	0.840					
Nº30	0.590					
Nº40	0.420	189.22	22.22	81.75	18.25	
Nº50	0.300					4-8%
Nº60	0.250					
Nº80	0.180	93.77	11.01	92.76	7.24	
Nº100	0.149					
Nº200	0.074	27.20	3.19	95.95	4.06	
BASE		34.57	4.06	100.01	-0.01	
TOTAL		851.64	100.00			
% PERDIDA		4.06				

2. Características de la curva granulométrica de la tercera muestra asfáltica del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.



3. Valores de las propiedades mecánicas obtenidas en el laboratorio de la muestra asfáltica en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Resultados:

- Peso de la muestra asfáltica antes del lavado : 900.00 gr.
- Pero de la muestra asfáltica después del lavado : 868.45 gr.
- Peso de asfalto : 31.55 gr.
- % de asfalto : 3.51 %

4. Determinación del índice asfáltico de la mezcla asfáltica obtenida de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro., con el Método del Instituto de Asfalto (USA).

La relación que se emplea para este método es la siguiente:

$$P = 0.035 a + 0.045 b + kc + k$$



Donde:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N°10

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°10 y se retiene en el N°200

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°200

k: toma los valores:

Cuadro 32.

Método del instituto de asfalto (usa)

0.20	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 11% al 15%
0.18	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 6% al 10%
0.75	Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 es menor al 5%

k = varía de 0 a 2, dependiendo del grado de absorción de los pétreos.

Alta absorción: k = 2

5. Desarrollo:

P: porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla.

a: porcentaje de agregado retenido en el tamiz N°10. (16.91 %)

b: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°10 y se retiene en el N°200. (7.24 %)

c: porcentaje de agregado que pasa por el tamiz N°200. (4.06 %)

k: toma los valores. (0.75)

6. Resultado con Aplicación de la fórmula del Instituto de Asfalto (USA).

$$P = 0.035 (16.91) + 0.045 (7.24) + 0.75 (4.06) + 0.75$$

$$P = 4.71 \%$$

3.4.3 Análisis del comportamiento mecánico del pavimento rígidos de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro de la región Puno.

1. Estructura del pavimento rígido.



2. Características de las capas constitutivas del pavimento rígido.

- Ancho de la calzada: 12 m= **12000 mm**
- Valor de la presión del neumático ejercida sobre la losa de concreto:

$$110\text{psi} = \mathbf{0.758\text{ MPa}}$$

- Losas de concreto:

- Espesor de la losa de concreto: 0.20 m= **200 mm**
- Densidad de losa de concreto: $2050\text{ kg/m}^3 = \mathbf{2.050 \cdot 10^{-9}\text{ ton/mm}^3}$
- Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 153\text{ kg/cm}^2 = \mathbf{15.004\text{ MPa}}$

- Módulo de elasticidad de la losa de la losa de concreto:

$$15000\sqrt{f'c}=185539.753\text{kg/cm}^2 = \mathbf{18195.523 \text{ MPa}}$$

- Módulo de Poisson de la losa de concreto: **0.15**

d) Base:

- Espesor de la base: **0.40 m**
- Densidad de la base: $1.54\text{g/cm}^3 = 1540 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{1.540*10^{-9} \text{ ton/mm}^3}$
- Módulo de elasticidad de la base: $328200\text{KPa} = \mathbf{328.2 \text{ MPa}}$
- Módulo de Poisson de la base: 0.40

e) Sub rasante:

- Espesor de la sub - rasante: $0.8\text{m} = \mathbf{800 \text{ mm}}$
- Densidad de la sub - rasante: $0.95 \text{ g/cm}^3 = 950 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{0.95*10^{-9} \text{ ton/mm}^3}$
- Módulo de elasticidad de la sub - rasante: $49000\text{KPa} = \mathbf{49 \text{ MPa}}$
- Módulo de Poisson de la sub - rasante: **0.49**

3. Análisis por método de los elementos finitos. Para el idóneo modelado y análisis de la estructura del pavimento rígido por el método de elementos finitos, se hizo la aplicación del software Abaqus 6-14; dado que esta herramienta computacional nos permite introducir las características elásticas y propiedades físicas de cada una de las capas que componen el pavimento rígido. Además de lo mencionado nos permite discretizarlo, paralelamente también modelar la interacción de las capas, introducir la

presión de la llanta ejercida sobre la losa de concreto, asignar condiciones límite de las caras laterales de las capas del pavimento. Una vez realizado el modelado correcto de la estructura del pavimento se puede visualizar los resultados que nos ofrece la herramienta computacional en vistas de corte, planta y elevación, de esta manera podemos describir el comportamiento mecánico de las capas del pavimento con la presión ejercida sobre la misma.

3.4.3.1 Procedimiento de la creación del modelo estructural del pavimento rígido

1. Creación de la losa de concreto

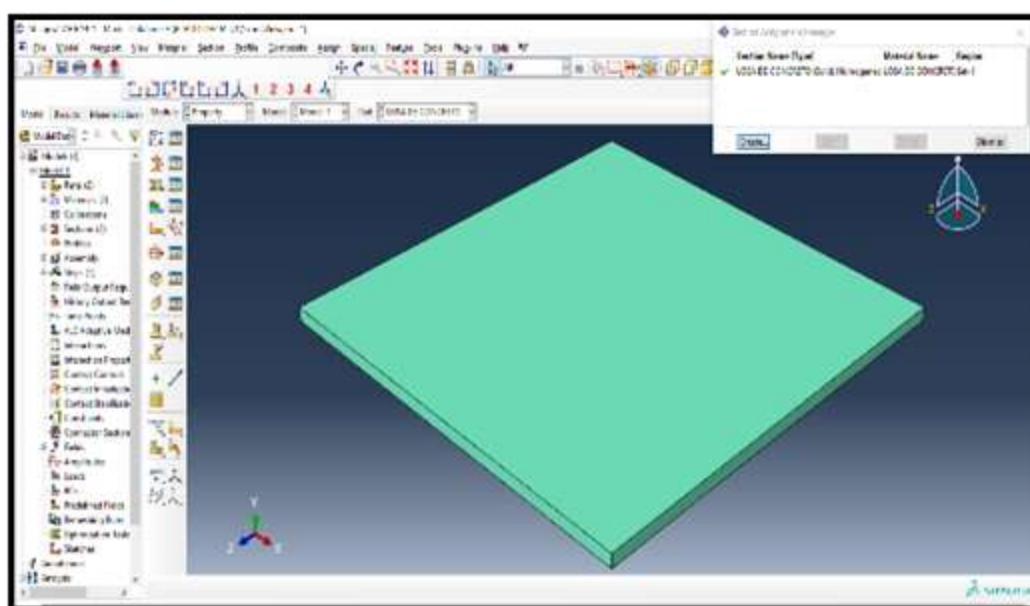


Figura 1 (Modelado de la losa de concreto $e = 20\text{cm}$)

2. Creación de la base granular

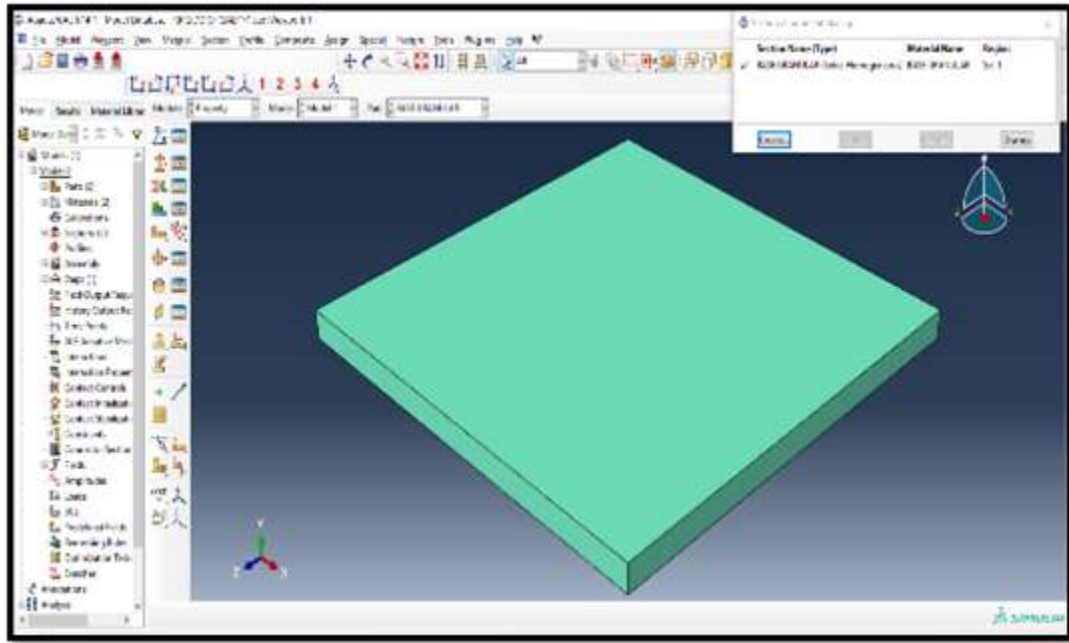


Figura 2 (Modelado de la base granular $e=40\text{ cm}$)

3. Creación de la subrasante

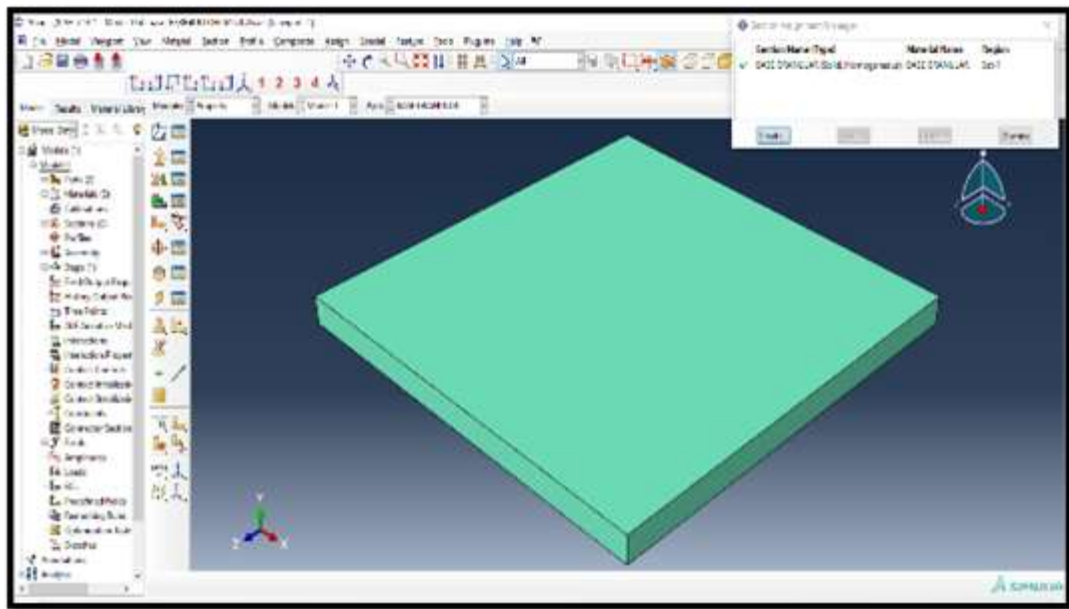


Figura 3 (Modelado de sub rasante $e=80\text{cm}$)

4. Mallado de la losa de concreto

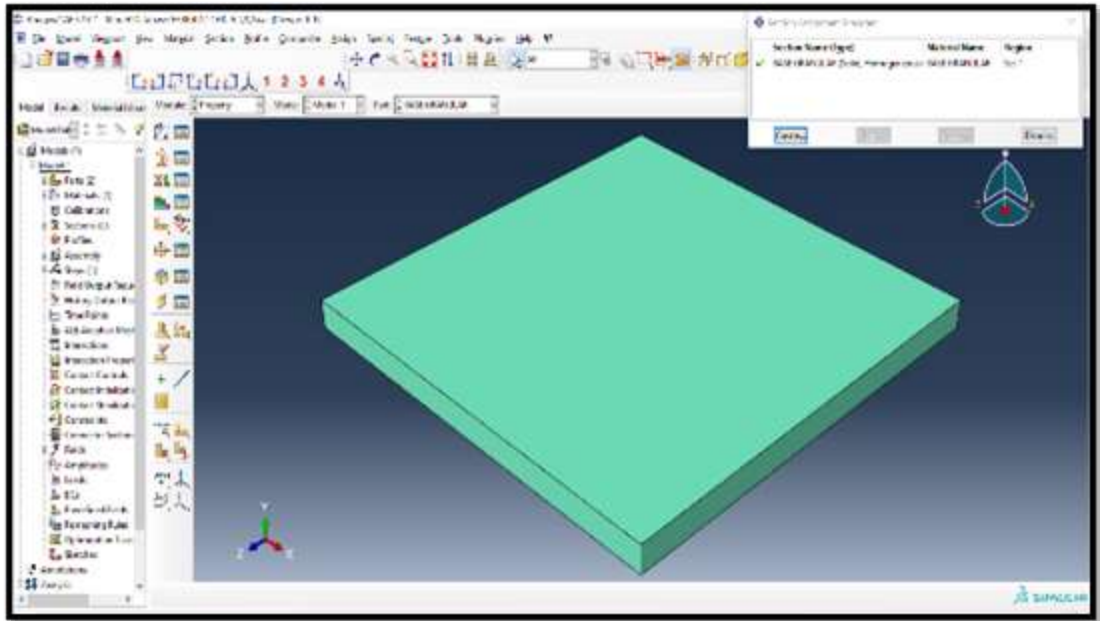


Figura 4 (Mallado de la losa de concreto en toda su geometría)

5. Mallado de la base granular

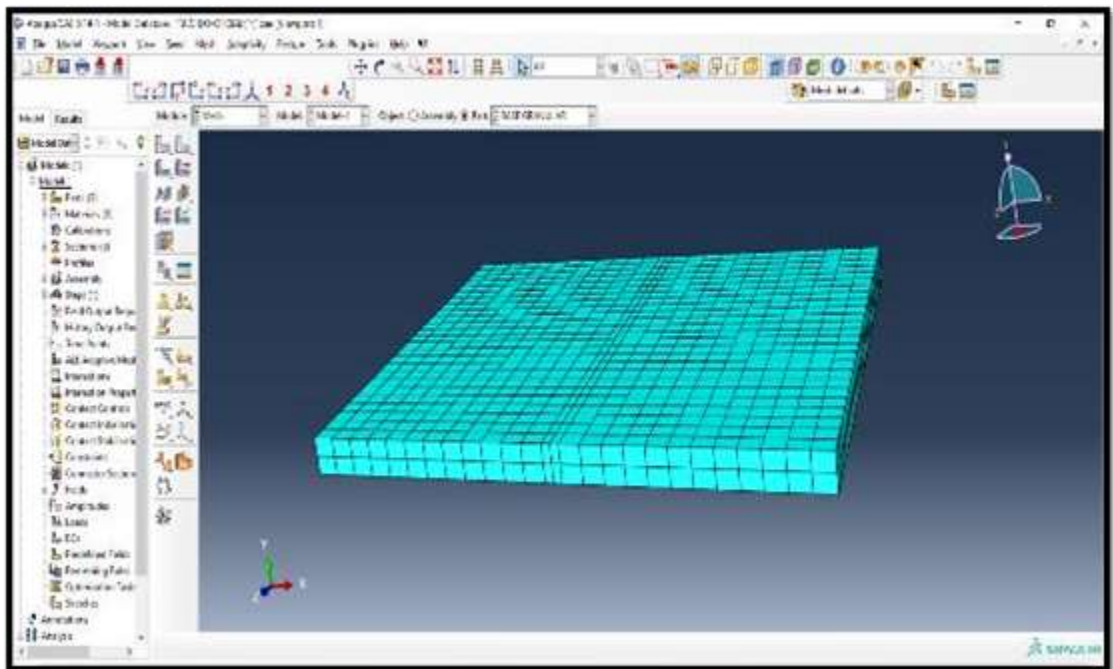


Figura 5 (Mallado de la base granular en toda su geometría)

6. Mallado de la subrasante

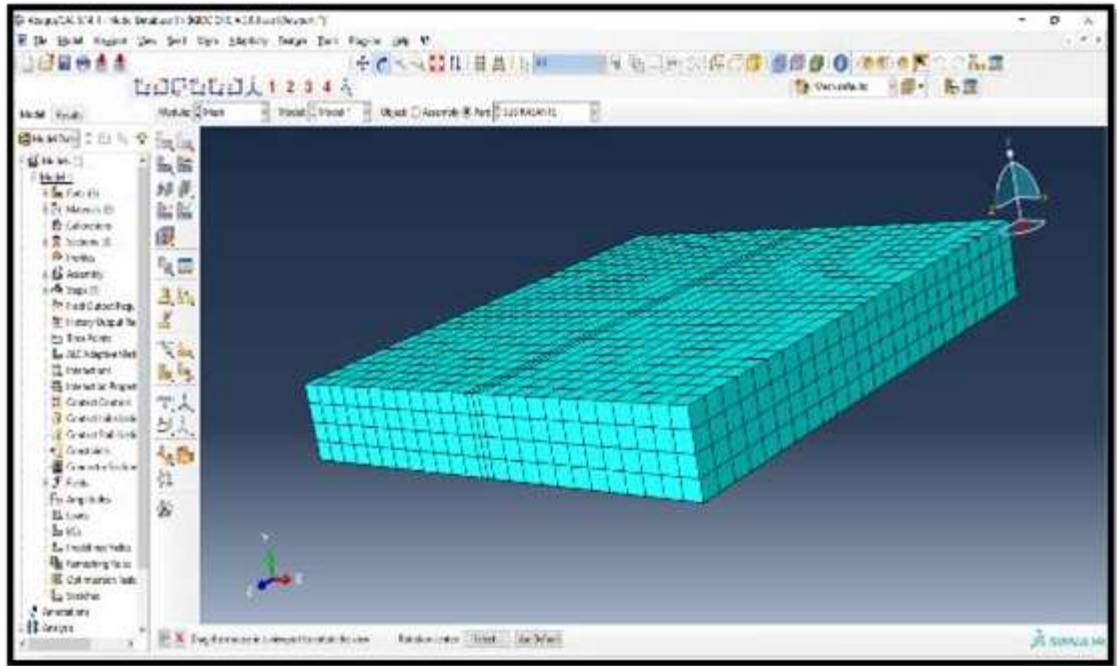


Figura 6 (Mallado de la sub rasante en toda su geometría)

7. Interacción de contacto entre la losa de concreto y base granular

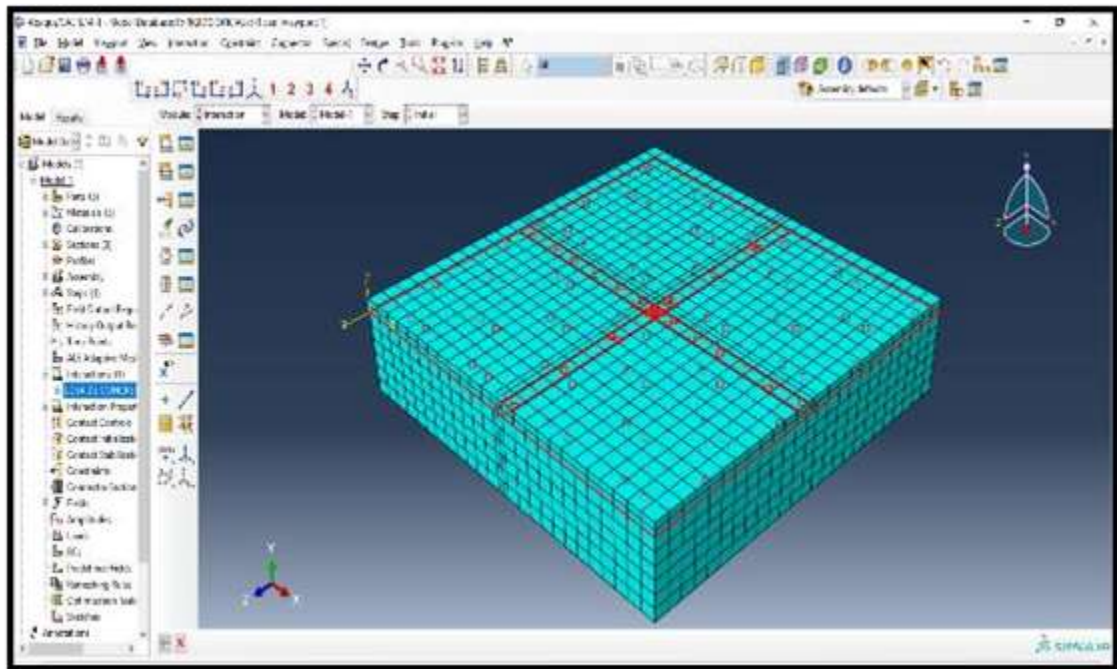


Figura 7 (Interacción de la losa de concreto y base granular en las caras de contacto)

8. Interacción de contacto entre la base granular y subrasante

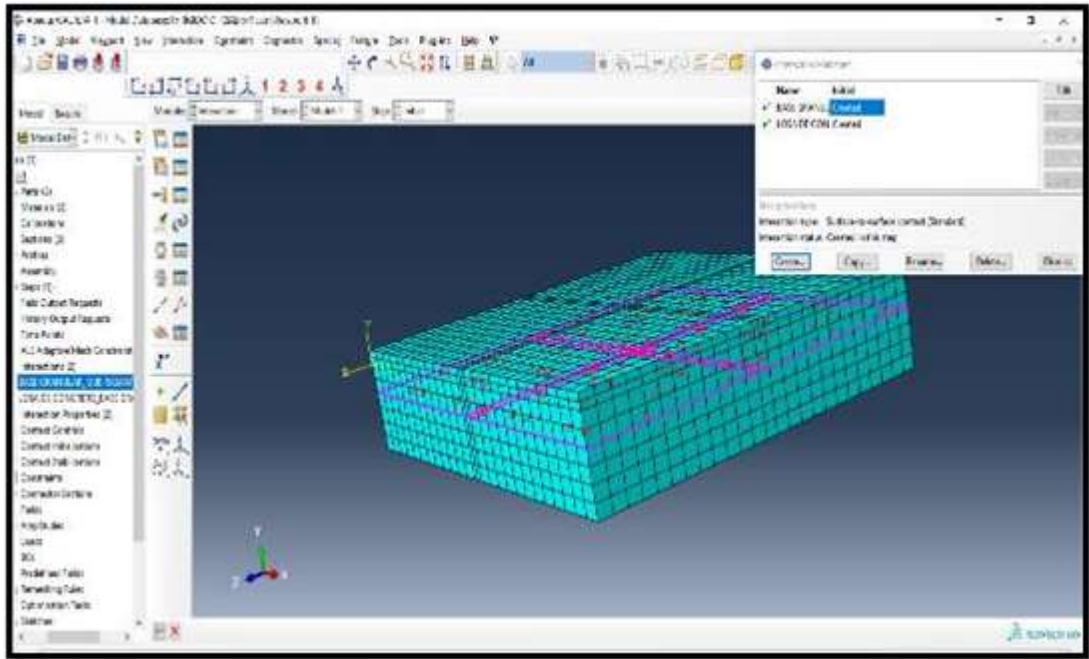


Figura 8 (Interacción de la base granular y subrasante en las caras de contacto)

9. Mallado final del pavimento rígido

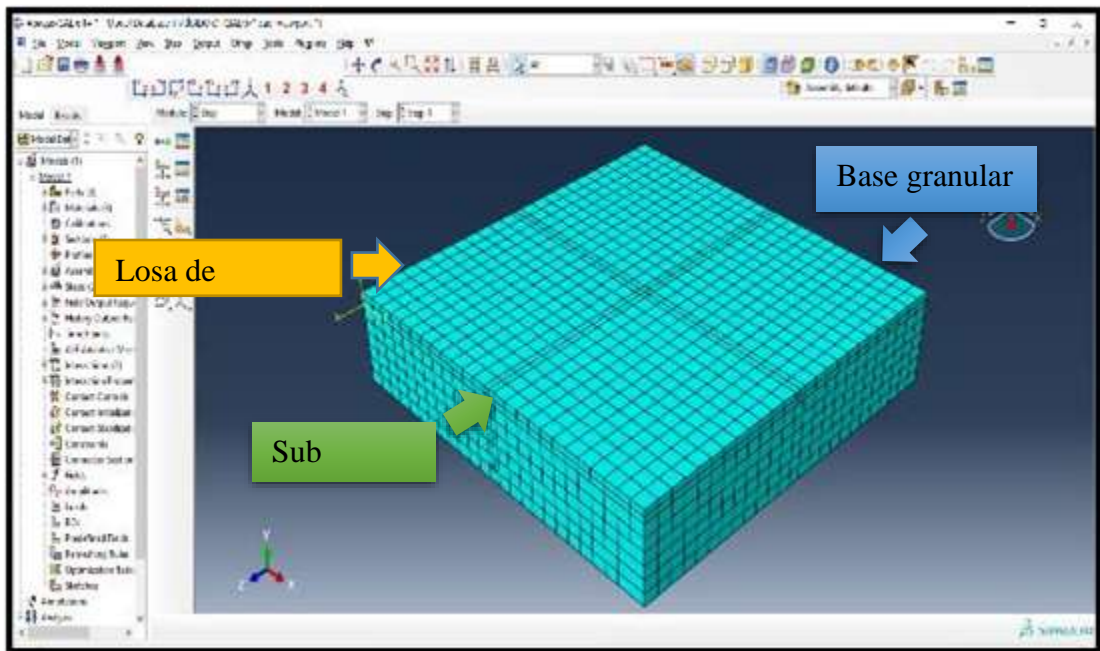


Figura 9 (Discretizado de la estructura del pavimento en todas sus capas, con interacción)

10. Modelado de la zona de contacto de la llanta en el pavimento rígido

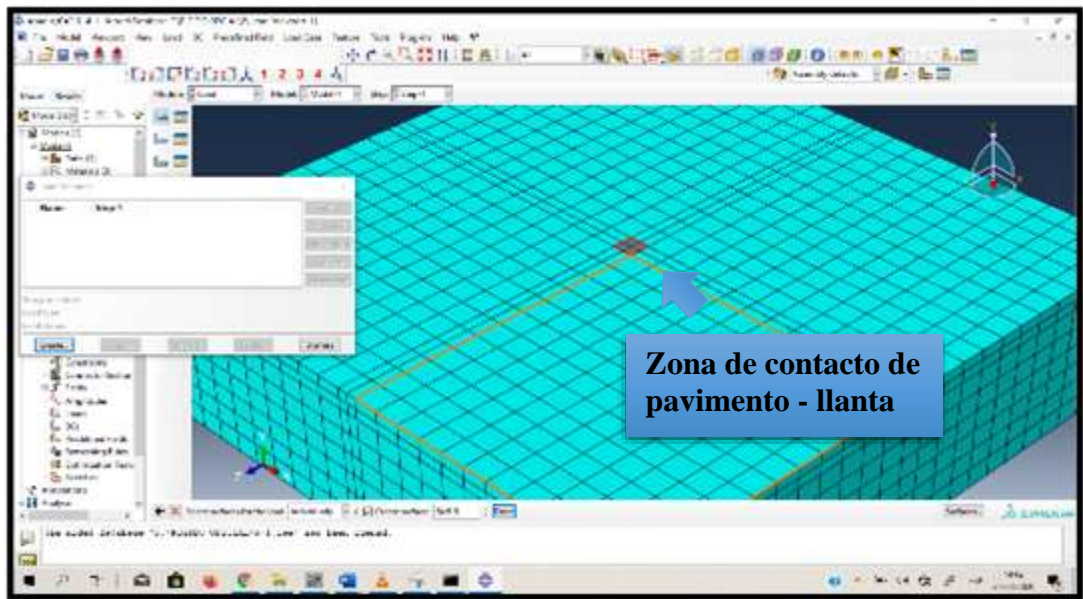


Figura 10 (Asignación individual de la zona de contacto del neumático y el pavimento)

11. Asignación de la carga de presión en la zona de contacto



Figura 11 (Asignación de la carga de presión en la zona de contacto)

12. Interacción de contacto en la parte inferior de la estructura del pavimento rígido

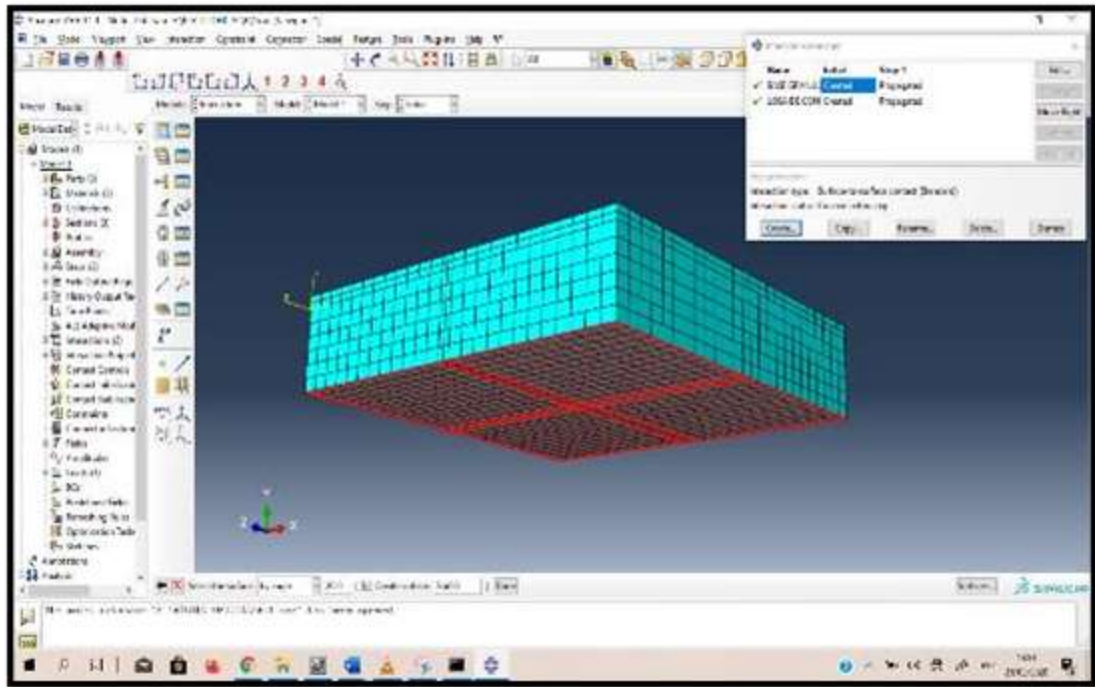


Figura 12 (Interacción en la parte inferior del pavimento rígido)

13. Condición límite en la cara lateral del pavimento rígido

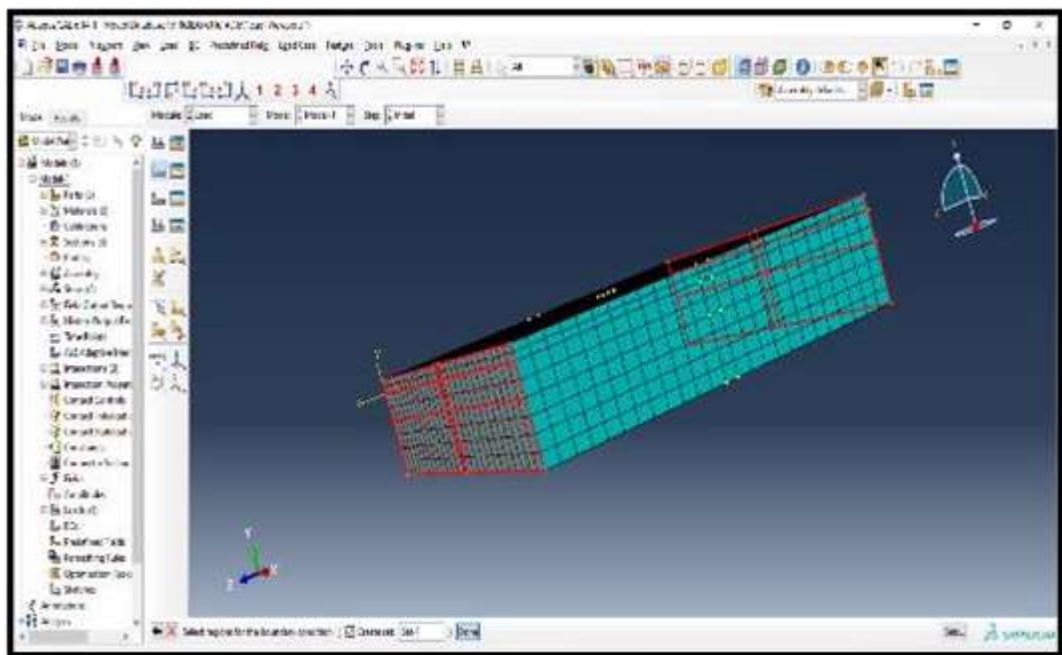


Figura 13 (Límite de cara lateral a lo largo del eje 3 (Z))

14. Condición límite en la cara lateral perpendicular del pavimento rígido

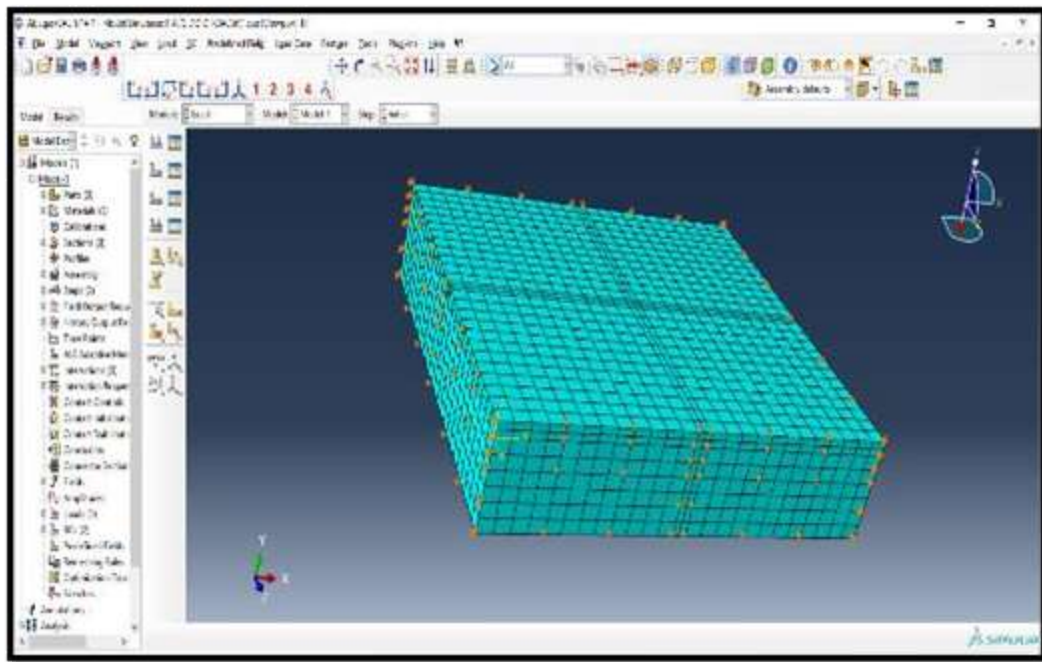


Figura 14 (Límite de cara lateral perpendicular al eje 3 (Z))

3.4.3.2 Resultados

1. Esfuerzo de compresión máximo principal

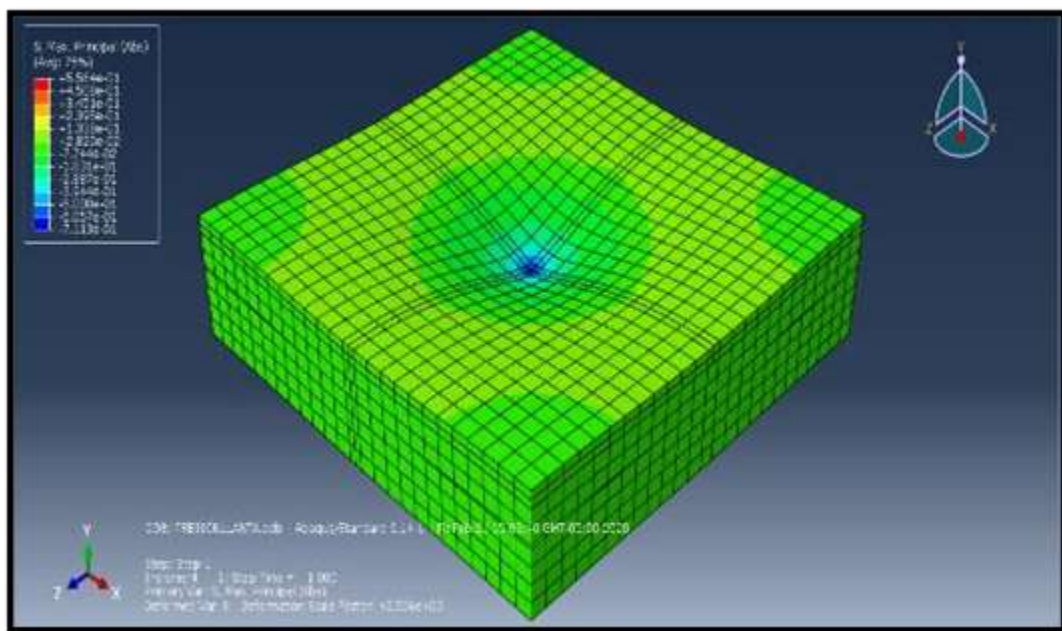


Figura 15 (Efecto del esfuerzo de compresión en el pavimento rígido)

Corte normal al eje Z (Efecto desde la superficie hacia el fondo de las capas)

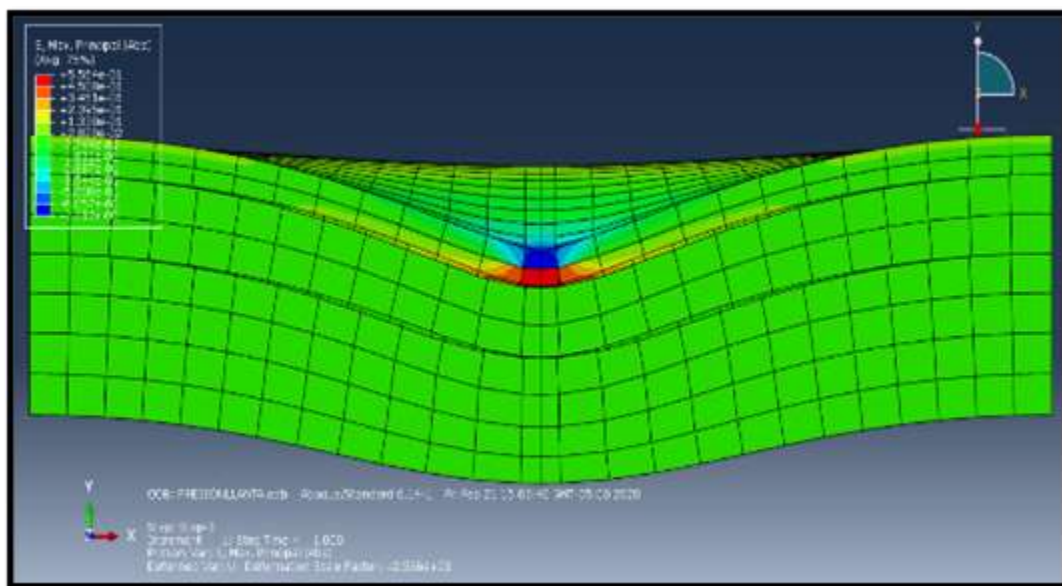


Figura 16 (Efecto del esfuerzo de compresión en el pavimento rígido visto en corte)

Identificación de los elementos para poder realizar la variación esfuerzos de compresión en la estructura de pavimento.

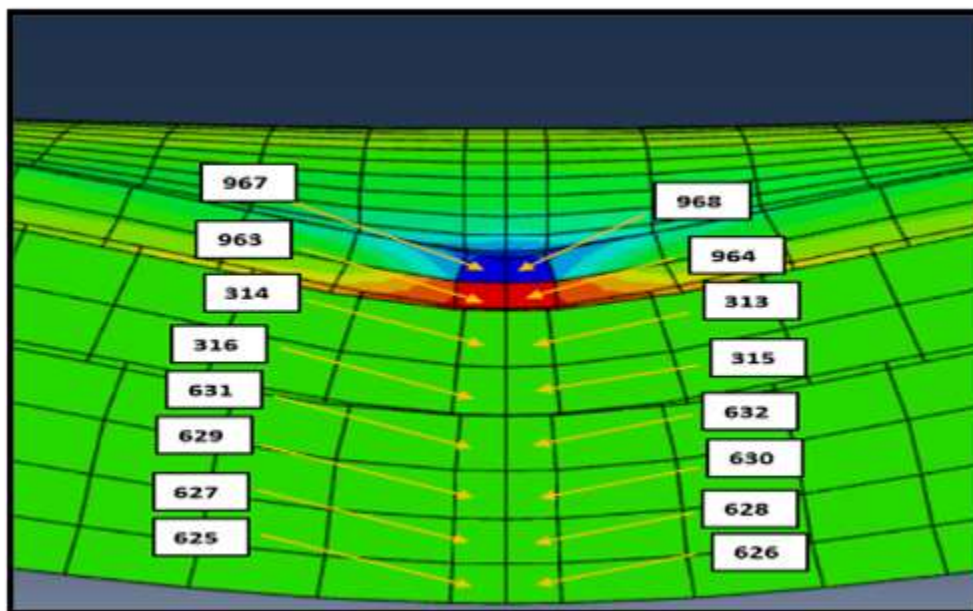


Figura 17 (Esfuerzo de compresión en cada elemento discretizado en corte del pavimento rígido)

Tabla 1. Variación del esfuerzo de compresión en las capas del pavimento

rígido

Elemento de instancia parcial	Elemento	S, Max. Principal	Izquierda	Derecha	Variación	Kg/cm ²
			-	-		
Losa de concreto-1	967	-0.424715	-0.424715	-0.424715		
Losa de concreto-1	968	-0.424715				
Losa de concreto-1	963	0.55641	0.55641	0.55641	0.981125	10.00453163
Losa de concreto-1	964	0.55641			0	0
Base granular-1	314	-0.0178943	-0.0178943	-0.0178943	0.5743043	5.856180947
Base granular-1	313	-0.0178943			0	0
Base granular-1	316	0.0136313	0.0136313	0.0136313	0.0315256	0.321466543
Base granular-1	315	0.0136313			0	0
Sub rasante-1	631	-0.00633653	-0.00633653	0.00633653	0.01996783	0.203611963
Sub rasante-1	632	-0.00633653			0	0
Sub rasante-1	629	-0.00286004	-0.00286004	0.00286004	0.00347649	0.035449769
Sub rasante-1	630	-0.00286004			0	0
Sub rasante-1	627	-0.00055648	-0.00055648	0.00055648	0.00230356	0.023489401
Sub rasante-1	628	-0.00055648			0	0
Sub rasante-1	625	0.00165986	0.00165986	0.00165986	0.00221634	0.022600019
Sub rasante-1	626	0.00165986			0	0

2. Deformación de la estructura del pavimento rígido

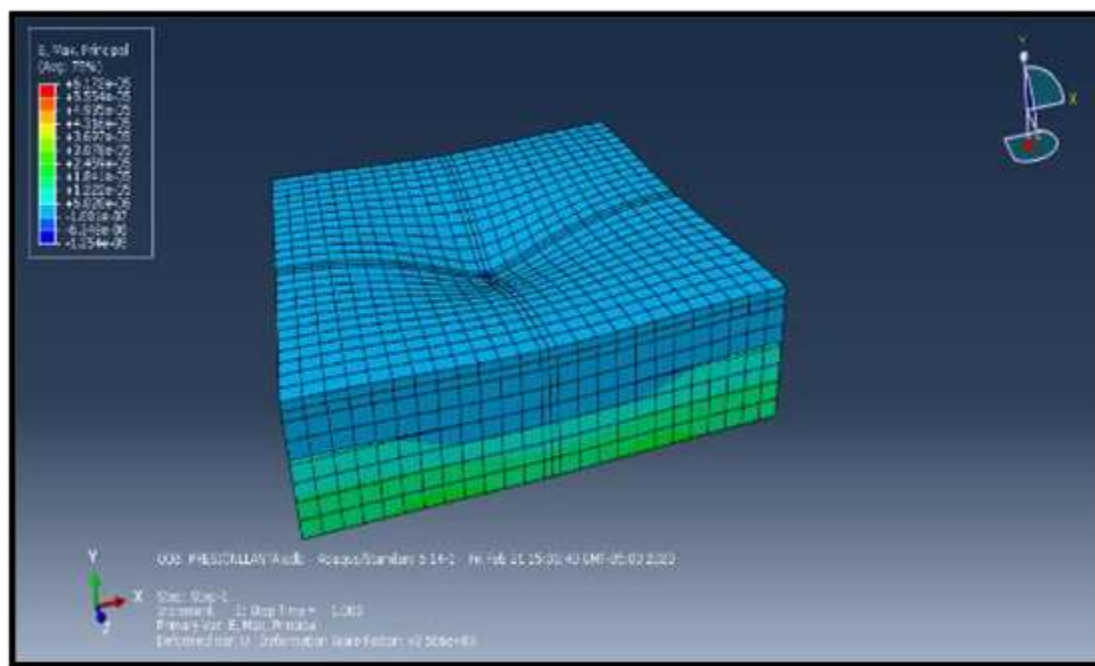


Figura 18 (Vista de la deformación en el pavimento rígido discretizado)

Valores de las deformaciones en corte de los elementos discretizados del pavimento rígido

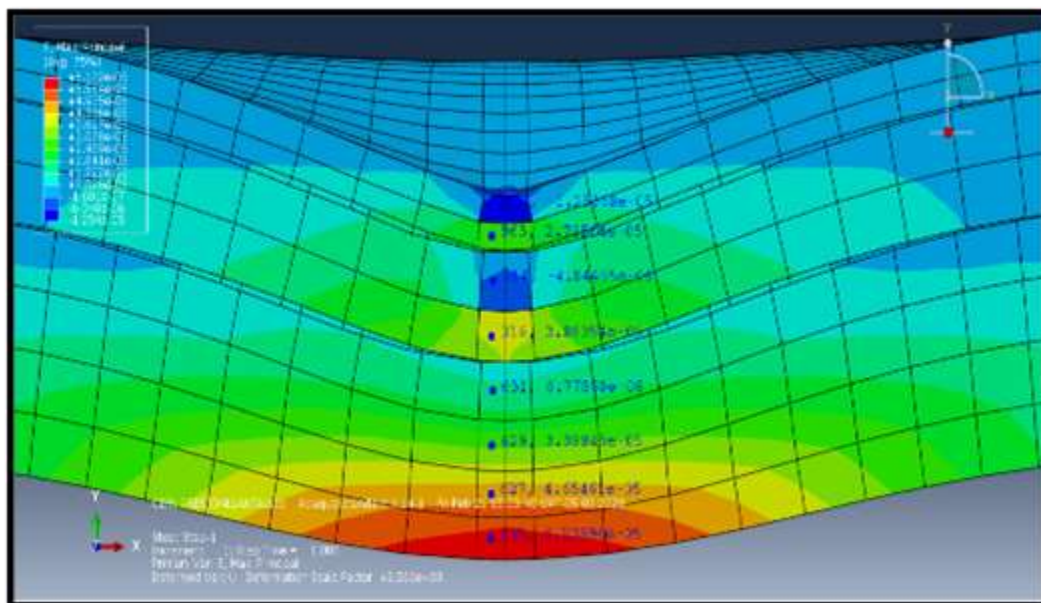


Figura 19 (Visualización de las deformaciones en el pavimento rígido discretizado)

Tabla 2. Valores de las deformaciones a en profundidad del pavimento rígido

Elemento de instancia parcial	Elemento	E, Máx. Principal	Variación
Losa de concreto-1	967	-0.000012536800	0.00004039320
Losa de concreto-1	963	0.000027856400	0.00003270105
Base granular-1	314	-0.000004844650	0.00004348005
Base granular-1	316	0.000038635400	0.00003185672
Sub rasante-1	631	0.000006778680	0.00002710562
Sub rasante-1	629	0.000033884300	0.00001266180
Sub rasante-1	627	0.000046546100	0.00001584350
Sub rasante-1	625	0.000062389600	0.00006238960

3.4.3.3 Deflexiones

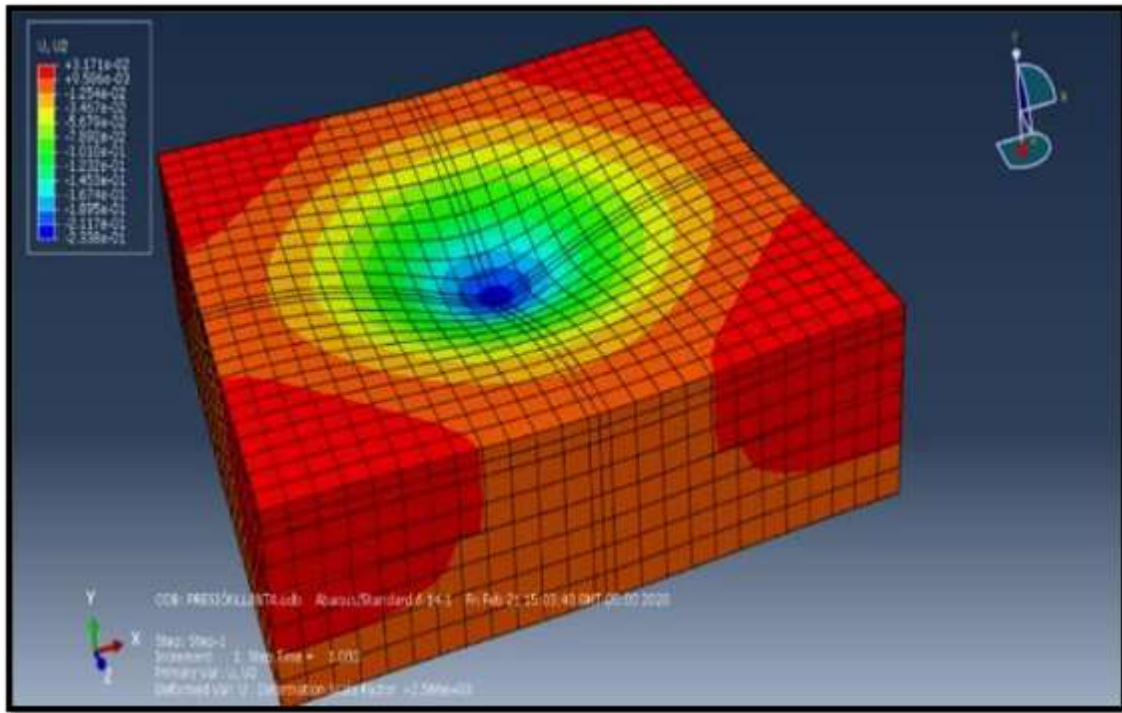


Figura 20 (Visualización de las deflexiones en el pavimento rígido discretizado)

Deflexión en la losa de concreto

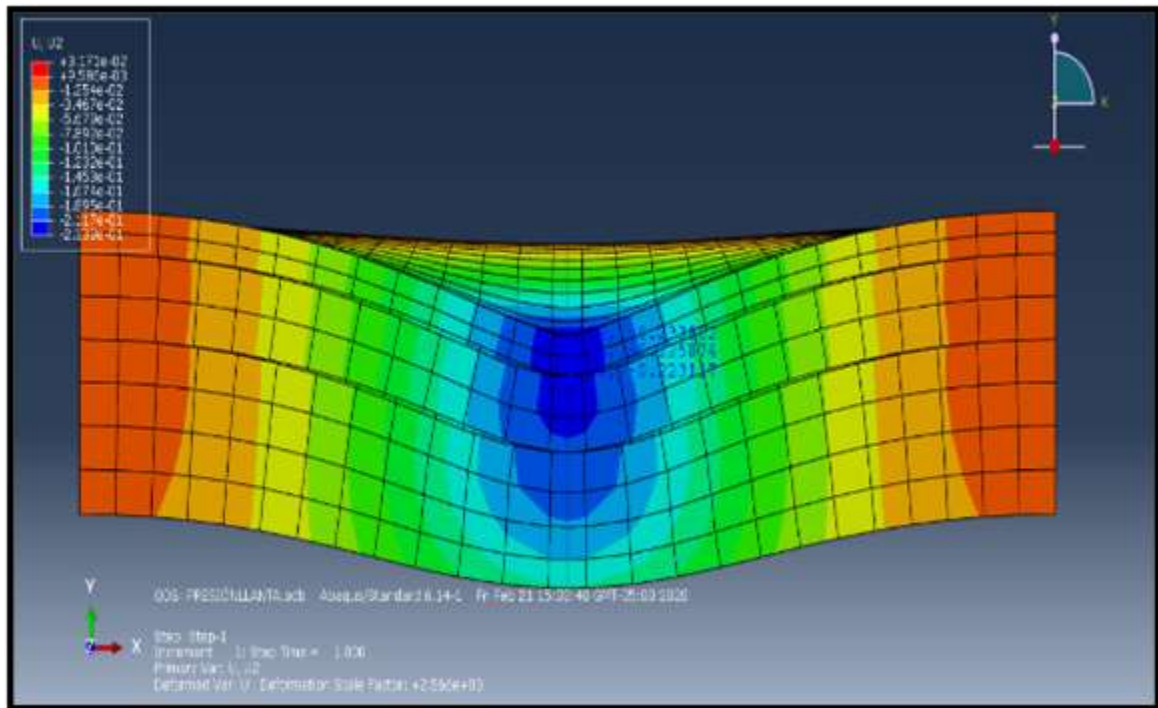


Figura 21 (Visualización de las deflexiones en la losa de concreto)

Elemento de instancia parcial	Nudo	U, U2 (mm)
Losa de concreto-1	1335	- 0.233802
Losa de concreto-1	2044	- 0.225874
Losa de concreto-1	1334	- 0.223117

3.4.4 Evaluación de fallas superficiales en pavimentos urbanos deteriorados de la ciudad de Azángaro de la región Puno.

La evaluación correspondiente se efectuará, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), en la siguiente secuencia:

- Evaluación de fallas superficiales en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.
- Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.
- Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

3.4.4.1 Evaluación de fallas superficiales en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

Tomando en consideración la forma cuadrangular de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, la evaluación en esta parte tendrá cuatro componentes:

- Frentera I (Jr. Tacna) de la Plaza de Armas.
- Frentera II (Jr. Puno) de la Plaza de Armas.
- Frentera III (Jr. 9 de octubre) de la Plaza de Armas.
- Frentera IV (Jr. Cusco) de la Plaza de Armas.



1. **Evaluación de las fallas superficiales del pavimento rígido en la frentera I (Jr. Tacna) de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.**

a. Descripción de la sección. La vía en estudio, es parte del Jr. Tacna en la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, tiene un ancho promedio de 10.00 m. no se incluye veredas, el pavimento rígido consta de losas de concreto de 0.20 m. de espesor, donde las juntas de construcción no tienen el sello entre losas, tiene una longitud total de la vía es de 71.85 mt.

b. Medio ambiente y drenaje. En la longitud de la vía, en la parte residencial generalmente se tiene construcciones comerciales, donde la topografía es plan, característica que dificulta un eficiente drenaje de aguas superficiales.

c. División de las unidades de muestra. Como recomienda la norma ASTM D 6433, las losas tienen como dimensiones de 4.00 mt x 5.00 mt.

d. Selección de las unidades de muestreo para inspección. Se ha considerado evaluar la totalidad de longitud seleccionada, la que corresponde a:

Longitud total de la vía	: 71.85 m.
Dimensiones de losas	: 4.00 m. x 5.00 m.
Longitud de tramo	: 40.00 m.
Nº de losas por tramo	: 20 losas, en una sola fila.
Tramos a evaluar	: 2

e. Inspección de las unidades de muestra.

Tramos a evaluar : 2

N° de losas por tramo : 20

N° total de losas de la vía : 34 losas.

f. Aplicación de la evaluación. La evaluación se ha efectuado en la totalidad de losas del tramo, a continuación, se muestra el cuadro resumen:

/

Resumen**Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)**

Nombre de la vía : Evaluación de las fallas superficiales del pavimento rígido en la frentera I (Jr. Tacna) de la Plaza de Armas

Evaluado por : Juan Carlos Quispe Camasita

Fecha : Febrero, 2020.

Vía evaluada : Jr. Tacna

N°	Tramo	Abscisa		Área (m ²)	PCI
		Inicial	Final		
1	1	0 + 000	0 + 040	20.00 14.00	24.50
2	2	0 + 040	0 + 071.85	14.00	25.99
PCI Promedio =					25.25

NOTA: Evaluación efectuada propia del proyecto – Febrero, 2020.

Nota: Los formatos procesados del Jr. Tacna, de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, se encuentran en la parte de anexos del presente trabajo.

g. Evaluación alcanzada según el PCI promedio correspondiente.

Cuadro 33.**Rangos de clasificación del 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

Fuente: Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Resultados:PCI promedio : **25.25**Calificación según cuadro 33 : **Estado de la vía MALO.****2.Evaluación de las fallas superficiales del pavimento rígido en la frentera II (Jr. Puno) de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.**

- a. **Descripción de la sección.** La vía en estudio, es parte del Jr. Puno en la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, tiene un ancho promedio de 9.95 m, no se incluye veredas, el pavimento rígido consta de losas de concreto de 0.20 m, de espesor, donde las juntas de construcción no tienen el sello entre losas, tiene una longitud total de la vía es de 69.65 m.
- b. **Medio ambiente y drenaje.** En la longitud de la vía, en la parte residencial generalmente se tiene construcciones comerciales, donde la topografía es plan, característica que dificulta un eficiente drenaje de aguas superficiales.



c. **División de las unidades de muestra.** Como recomienda la norma ASTM D 6433, las losas tienen como dimensiones de 4.00 m x 5.00 m.

d. **Selección de las unidades de muestreo para inspección.** Se ha considerado evaluar la totalidad de longitud seleccionada, la que corresponde a:

Longitud total de la vía	: 69.65 m.
Dimensiones de losas	: 4.00 m. x 5.00 m.
Longitud de tramo	: 40.00 m.
N° de losas por tramo	: 20 losas, en una sola fila.
Tramos a evaluar	: 2

e. **Inspección de las unidades de muestra.**

Tramos a evaluar	: 2
N° de losas por tramo	: 20
N° total de losas de la vía	: 34 losas.

f. **Aplicación de la evaluación.** La evaluación se ha efectuado en la totalidad de losas del tramo, a continuación, se muestra el cuadro resumen:

Resumen

Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Nombre de la vía : Evaluación de las fallas superficiales del pavimento rígido en la frentera II (Jr. Puno) de la Plaza de Armas

Fecha : Febrero, 2020.

Vía evaluada : Jr. Puno

N°	Tramo	Abscisa		Área (m ²)	PCI
		Inicial	Final		
1	1	0 + 000	0 + 040	20.00	26.90
2	2	0 + 040	0 + 069.65	14.00	26.64
PCI Promedio =					26.77

NOTA: Evaluación efectuada propia del proyecto – Febrero, 2020.

Nota: Los formatos procesados del Jr. Puno, de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, se encuentran en la parte de anexos del presente trabajo.

g. Evaluación alcanzada según el PCI promedio correspondiente.

Cuadro 34.

Rangos de clasificación del 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

Fuente: Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Resultados:

PCI promedio : **26.77**Calificación según cuadro 34 : **Estado de la vía MALO.**

3. Evaluación de las fallas superficiales del pavimento rígido en la frentera

III (Jr. 9 de Octubre) de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.

- a. Descripción de la sección.** La vía en estudio, es parte del Jr. 9 de Octubre en la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, tiene un ancho promedio de 12.70 m. no se incluye veredas, el pavimento rígido consta de losas de concreto de 0.20 m. de espesor, donde las juntas de construcción no tienen el sello entre losas, tiene una longitud total de la vía es de 47.15 m.



- b. Medio ambiente y drenaje.** En la longitud de la vía, en la parte residencial generalmente se tiene construcciones comerciales, donde la topografía es plan, característica que dificulta un eficiente drenaje de aguas superficiales.
- c. División de las unidades de muestra.** Como recomienda la norma ASTM D 6433, las losas tienen como dimensiones de 4.00 m x 5.00 m.
- d. Selección de las unidades de muestreo para inspección.** Se ha considerado evaluar la totalidad de longitud seleccionada, la que corresponde a:

Longitud total de la vía	: 47.15 m.
Dimensiones de losas	: 4.00 m. x 5.00 m.
Longitud de tramo	: 40.00 m.
Nº de losas por tramo	: 22 losas, en una sola fila.
Tramos a evaluar	: 1

e. Inspección de las unidades de muestra.

Tramos a evaluar	: 1
Nº de losas por tramo	: 22
Nº total de losas de la vía	: 10 losas.

- f. Aplicación de la evaluación.** La evaluación se ha efectuado en la totalidad de losas del tramo, a continuación, se muestra el cuadro resumen:

Resumen

Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Nombre de la vía : Evaluación de las fallas superficiales del pavimento rígido en la frentera III (Jr. 9 de Octubre) de la Plaza de Armas

Evaluado por : Juan Carlos Quispe Camasita

Fecha : Febrero, 2020.

Vía evaluada : Jr. 9 de Octubre

N°	Tramo	Abscisa		Área (m ²)	PCI
		Inicial	Final		
1	1	0 + 000	0 + 047.15	22.00 14.00	29.98
PCI Promedio =					29.98

NOTA: Evaluación efectuada propia del proyecto – Febrero, 2020.

Nota: Los formatos procesados del Jr. 9 de Octubre, de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, se encuentran en la parte de anexos del presente trabajo.

g. Evaluación alcanzada según el PCI promedio correspondiente.

Cuadro 35.

Rangos de clasificación del 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

Fuente: Índice de Condición del Pavimento (PCI)

**Resultados:**PCI promedio : **29.98**Calificación según cuadro 35 : **Estado de la vía MALO****4. Evaluación de las fallas superficiales del pavimento rígido en la frentera IV (Jr. Cusco) de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.****a. Descripción de la sección.**

La vía en estudio, es parte del Jr. Cusco en la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, tiene un ancho promedio de 9.85 m. no se incluye veredas, el pavimento rígido consta de losas de concreto de 0.20 m. de espesor, donde las juntas de construcción no tienen el sello entre losas, tiene una longitud total de la vía es de 58.90 m.

b. Medio ambiente y drenaje.

En la longitud de la vía, en la parte residencial generalmente se tiene construcciones comerciales, donde la topografía es plan, característica que dificulta un eficiente drenaje de aguas superficiales.

c. División de las unidades de muestra.

Como recomienda la norma ASTM D 6433, las losas tienen como dimensiones de 4.00 m x 5.00 m.

d. Selección de las unidades de muestreo para inspección.

Se ha considerado evaluar la totalidad de longitud seleccionada, la que corresponde a:



- Longitud total de la vía : 58.90 m.
- Dimensiones de losas : 4.00 m. x 5.00 m.
- Longitud de tramo : 40.00 m.
- N° de losas por tramo : 10 losas, en una sola fila.
- Tramos a evaluar : 1

e. Inspección de las unidades de muestra.

- Tramos a evaluar : 1
- N° de losas por tramo : 10
- N° total de losas de la vía : 28 losas.

f. Aplicación de la evaluación. La evaluación se ha efectuado en la totalidad de losas del tramo, a continuación, se muestra el cuadro resumen:

Resumen

Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

- Nombre de la vía : Evaluación de las fallas superficiales del pavimento rígido en la frentera IV (Jr. Cusco) de la Plaza de Armas
- Evaluado por : Juan Carlos Quispe Camasita
- Fecha : Febrero, 2020.

Vía evaluada : Jr. Cusco

N°	Tramo	Abscisa		Área (m ²)	PCI
		Inicial	Final		
1	1	0 + 000	0 + 058.90	28.00 14.00	29.10
PCI Promedio =					29.10

NOTA: Evaluación efectuada propia del proyecto – Febrero, 2020.

Nota: Los formatos procesados del Jr. Cusco, de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, se encuentran en la parte de anexos del presente trabajo.

g. Evaluación alcanzada según el PCI promedio correspondiente.

Cuadro 36.

Rangos de clasificación del 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

Fuente: Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Resultados:

PCI promedio : **29.10**

Calificación según cuadro 36 : **Estado de la vía MALO.**

3.4.4.2 Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

Tomando en consideración la forma cuadrangular de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, la evaluación en esta parte tendrá cuatro componentes:

- Frentera I (Jr. Azángaro) de la Plaza San Bernardo.
- Frentera II (Jr. Lampa) de la Plaza San Bernardo.
- Frentera III (Jr. 9 de octubre) de la Plaza San Bernardo.
- Frentera IV (Jr. Huancané) de la Plaza San Bernardo.



1. Evaluación de las fallas superficiales del pavimento flexible en la frentera I de la Plaza San Bernardo (Jr. Azángaro) de la ciudad de Azángaro.

a. Datos generales.

- a. *Descripción de la sección.* El Jr. Azángaro, de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro tiene una sección de 13.60 m. promedio, dividido en 1 carril.
- b. *Estructura del pavimento.* Es de pavimento flexible con carpeta asfáltica de un espesor promedio de dos pulgadas, la que se encuentra encima de una base.
- c. *Medio ambiente y drenaje.* El Jr. Azángaro, de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, tiene una pendiente entre 3% y 5%, las obras de drenaje tienen comportamiento regular.

b. Información técnica para la aplicación de la metodología de evaluación superficial con la metodología PCI.

a) División de las unidades de muestra.

Especificaciones:

- Longitud total de la vía : 81.60 m.
- Ancho promedio : 13.60 m.
- Ancho de cada carril : 13.60 m.
- Longitud de la muestra : 17.00 m.
- Área sugerida por el PCI : 230
- Área de la muestra : 231.20 m².

b) Relación para determinar el N° de unidades de muestra:

$$N = \frac{\text{longitud de la via}}{\text{longitud de la muestra}}$$

$$N = \frac{81.60 \text{ mt}}{4.80 \text{ mt}} = 5$$

c) Unidades de muestra a ser evaluadas.

Se emplea la siguiente relación:

$$n = \frac{N(\sigma)^2}{\frac{e^2}{4} (N - 1) + \sigma^2}$$

Donde:

N : Unidades de muestra a evaluar.

e : Error admisible recomendado por el PCI 5%.

σ : Desviación estándar del PCI recomendado 10 para Pavimentos asfálticos.

N : Número de unidades de muestra.

Aplicación:

$$n = \frac{N(\sigma)^2}{\frac{e^2}{4} (N - 1) + \sigma^2} = \frac{5(10)^2}{\frac{5^2}{4} (5 - 1) + 10^2} = 4$$

d) Selección de las unidades de muestreo para inspección.

- Se emplea la siguiente relación:

$$i = \frac{N}{n}$$

Donde:

i : Unidades de muestreo para inspección.

N : Número de unidades de muestra.

n : Unidades a ser evaluadas.

Aplicación:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{5}{4} = 2$$

c. Evaluación.

Datos Técnicos:

- Longitud total de la vía : 81.60 m.
- Ancho de cada carril : 13.60 m.
- Número de carriles : 1
- Longitud de la muestra : 17.00 m.
- Área de la unidad de muestra : 231.20 m².
- Número de unidades de muestra : 5
- Unidades de muestra a ser evaluados por carril : 4
- Total, unidades de muestra a ser evaluadas : 4

d. Aplicación y resultados.

La aplicación se detalla a continuación:

Resumen

Evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Nombre de la vía : Evaluación del Pavimento flexible: Plaza San Bernardo

Evaluado por : Juan Carlos Quispe Camasita

Fecha : Febrero, 2020.

Vía evaluada : Jr. Azángaro

N°	Tramo	Abscisa		Área (m ²)	PCI
		Inicial	Final		
1	1	0 + 000	0 + 017	231.20	40.11
2	2	0 + 017	0 + 034	231.20	29.29
3	3	0 + 034	0 + 051	231.20	38.48
4	4	0 + 051	0 + 068	231.20	50.51
5	5	0 + 068	0 + 081.60	184.96	38.74
PCI Promedio =					39.43

NOTA: Evaluación efectuada propia del proyecto – Febrero, 2020.

Nota: Los formatos procesados del Jr. Azángaro, de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, se encuentran en la parte de anexos del presente trabajo.

e. **Evaluación alcanzada según el PCI promedio correspondiente:**

Cuadro 37.

Rangos de clasificación del 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

Fuente: Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Resultados:

PCI promedio : **39.43**

Calificación según cuadro 37 : **Estado de la vía MALO**

2. Evaluación de las fallas superficiales del pavimento flexible en la frentera II de la Plaza San Bernardo (Jr. Lampa) de la ciudad de Azángaro.

a. Datos generales.



- a) *Descripción de la sección.* El Jr. Lampa, de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro tiene una sección de 13.40 m promedio, dividido en 1 carril.
- b) *Estructura del pavimento.* Es de pavimento flexible con carpeta asfáltica de un espesor promedio de dos pulgadas, la que se encuentra encima de una base.
- c) *Medio ambiente y drenaje.* El Jr. Lampa, de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, tiene una pendiente entre 3% y 5%, las obras de drenaje tienen comportamiento regular.

b. Información técnica para la aplicación de la metodología de evaluación superficial con la metodología PCI.

a) División de las unidades de muestra.

Especificaciones:

- Longitud total de la vía : 81.60 m.
- Ancho promedio : 13.40 m.
- Ancho de cada carril : 13.60 m.
- Longitud de la muestra : 18.00 m.
- Área sugerida por el PCI : 230
- Área de la muestra : 241.20 m².

b) Relación para determinar el N° de unidades de muestra:

$$N = \frac{\textit{longitud de la via}}{\textit{longitud de la muestra}}$$

$$N = \frac{81.60 \text{ mt}}{18 \text{ mt}} = 4.53 = 5$$

c) Unidades de muestra a ser evaluadas.

Se emplea la siguiente relación:

$$n = \frac{N(\sigma)^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + \sigma^2}$$

Donde:

N : Unidades de muestra a evaluar.

e : Error admisible recomendado por el PCI 5%.

σ : Desviación estándar del PCI recomendado 10 para Pavimentos asfálticos.

N : Número de unidades de muestra.

Aplicación:

$$n = \frac{N(\sigma)^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + \sigma^2} = \frac{5(10)^2}{\frac{5^2}{4}(5-1) + 10^2} = 4$$

d) Selección de las unidades de muestreo para inspección.

- Se emplea la siguiente relación:

$$i = \frac{N}{n}$$



Donde:

i : Unidades de muestreo para inspección.

N : Número de unidades de muestra.

n : Unidades a ser evaluadas.

Aplicación:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{5}{4} = 1.25 = 1$$

c. Evaluación.

Datos Técnicos:

- Longitud total de la vía : 81.60 m.
- Ancho de cada carril : 13.40 m.
- Número de carriles : 1
- Longitud de la muestra : 18.00 m.
- Área de la unidad de muestra : 241.20 m².
- Número de unidades de muestra : 5
- Unidades de muestra a ser evaluados por carril : 4
- Total, unidades de muestra a ser evaluadas : 4

d. Aplicación y evaluación:

La aplicación se detalla a continuación:

Resumen

Evaluación Del Índice De Condición Del Pavimento (PCI)

Vías urbanas con pavimento flexible

Nombre de la vía : Evaluación del Pavimento flexible: Plaza San Bernardo
 Evaluado por : Juan Carlos Quispe Camasita
 Fecha : Febrero, 2020.

Vía evaluada : Jr. Lampa

N°	Tramo	Abscisa		Área (m ²)	PCI
		Inicial	Final		
1	1	0 + 000	0 + 018	241.20	39.61
2	2	0 + 018	0 + 036	241.20	44.38
3	3	0 + 036	0 + 054	241.20	41.60
4	4	0 + 054	0 + 072	241.20	46.66
5	5	0 + 072	0 + 081.6	241.20	37.23
PCI Promedio =					41.90

NOTA: Evaluación efectuada propia del proyecto – Febrero, 2020.

Nota: Los formatos procesados del Jr. Lampa, de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, se encuentran en la parte de anexos del presente trabajo.

e. Evaluación alcanzada según el PCI promedio correspondiente:

Cuadro 38.

Rangos de clasificación del 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

Fuente: Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Resultados:

PCI promedio : **41.90**

Calificación según cuadro 38 : **Estado de la vía REGULAR**

3. Evaluación de las fallas superficiales del pavimento flexible en la frentera III de la Plaza San Bernardo (Jr. 9 de Octubre) de la ciudad de Azángaro.**a. Datos generales.**

- a) *Descripción de la sección.* El Jr. 9 de octubre, de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro tiene una sección de 11.30 m. promedio, dividido en 1 carril.



- b) *Estructura del pavimento.* Es de pavimento flexible con carpeta asfáltica de un espesor promedio de dos pulgadas, la que se encuentra encima de una base.
- c) *Medio ambiente y drenaje.* El Jr. 9 de octubre, de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, tiene una pendiente entre 3% y 5%, las obras de drenaje tienen comportamiento regular.

b. Información técnica para la aplicación de la metodología de evaluación superficial con la metodología PCI.

a) División de las unidades de muestra.

Especificaciones:

- Longitud total de la vía : 56.05 m.
- Ancho promedio : 11.30 m.
- Ancho de cada carril : 11.30 m.
- Longitud de la muestra : 21.00 m.
- Área sugerida por el PCI : 230
- Área de la muestra : 237.30 m².

b) Relación para determinar el N° de unidades de muestra:

$$N = \frac{\textit{longitud de la via}}{\textit{longitud de la muestra}}$$

$$N = \frac{56.05 \text{ mt}}{21.00 \text{ mt}} = 3$$

c) Unidades de muestra a ser evaluadas.

Se emplea la siguiente relación:

$$n = \frac{N(\sigma)^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + \sigma^2}$$

Donde:

N : Unidades de muestra a evaluar.

e : Error admisible recomendado por el PCI 5%.

σ : Desviación estándar del PCI recomendado 10 para Pavimentos asfálticos.

N : Número de unidades de muestra.

Aplicación:

$$n = \frac{N(\sigma)^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + \sigma^2} = \frac{3(10)^2}{\frac{5^2}{4}(3-1) + 10^2} = 3$$

d) Selección de las unidades de muestreo para inspección.

- Se emplea la siguiente relación:

$$i = \frac{N}{n}$$

Donde:

i : Unidades de muestreo para inspección.

N : Número de unidades de muestra.

n : Unidades a ser evaluadas.

Aplicación:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{3}{3} = 1$$

c. Evaluación.

Datos Técnicos:

- Longitud total de la vía : 56.05 m.

- Ancho de cada carril : 11.30 m.
- Número de carriles : 1
- Longitud de la muestra : 21.00 m.
- Área de la unidad de muestra : 237.30 m².
- Número de unidades de muestra : 3
- Unidades de muestra a ser evaluados por carril : 3
- Total, unidades de muestra a ser evaluadas : 3

d. Aplicación y evaluación:

La aplicación se detalla a continuación:

Resumen

Evaluación Del Índice De Condición Del Pavimento (PCI)

Vías urbanas con pavimento flexible

Nombre de la vía : Evaluación del Pavimento flexible: Plaza San Bernardo

Evaluado por : Juan Carlos Quispe Camasita

Fecha : Febrero, 2020.

Vía evaluada : Jr. 9 de octubre

N°	Tramo	Abscisa		Área (m ²)	PCI
		Inicial	Final		
1	1	0 + 000	0 + 021	237.30	38.34
2	2	0 + 021	0 + 042	237.30	41.92
3	3	0 + 042	0 + 055.05	237.30	36.15
PCI Promedio =					38.80

NOTA: Evaluación efectuada propia del proyecto – Febrero, 2020.

Nota: Los formatos procesados del Jr. 9 de octubre, de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, se encuentran en la parte de anexos del presente trabajo.

e. **Clasificación alcanzada según el PCI promedio correspondiente a la evaluación.**

Cuadro 39.

Rangos de clasificación del 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

Fuente: Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Resultados:

PCI promedio : **38.80**

Calificación según cuadro 39 : **Estado de la vía MALO.**

4. Evaluación de las fallas superficiales del pavimento flexible en la frentera IV de la Plaza San Bernardo (Jr. Huancané) de la ciudad de Azángaro.

a. Datos generales.

- Descripción de la sección.* El Jr. Huancané de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro tiene una sección de 10.90 m. promedio, dividido en 1 carril.
- Estructura del pavimento.* Es de pavimento flexible con carpeta asfáltica de un espesor promedio de dos pulgadas, la que se encuentra encima de una base.
- Medio ambiente y drenaje.* El Jr. Huancané, de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, tiene una pendiente entre 3% y 5%, las obras de drenaje tienen comportamiento regular.

b. Información técnica para la aplicación de la metodología de evaluación superficial con la metodología PCI.

a) División de las unidades de muestra.

Especificaciones:

- Longitud total de la vía : 55.35 m.
- Ancho promedio : 10.90 m.
- Ancho de cada carril : 10.90 m.
- Longitud de la muestra : 22.00 m.
- Área sugerida por el PCI : 230
- Área de la muestra : 239.80 m².

b) Relación para determinar el N° de unidades de muestra :

$$N = \frac{\text{longitud de la via}}{\text{longitud de la muestra}}$$

$$N = \frac{55.35 \text{ mt}}{22.00 \text{ mt}} = 2.25 = 3$$

c) Unidades de muestra a ser evaluadas.

Se emplea la siguiente relación:

$$n = \frac{N(\sigma)^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + \sigma^2}$$

Donde:

N : Unidades de muestra a evaluar.

e : Error admisible recomendado por el PCI 5%.

σ : Desviación estándar del PCI recomendado 10 para Pavimentos asfálticos.

N : Número de unidades de muestra.

Aplicación:

$$n = \frac{N(\sigma)^2}{\frac{e^2}{4} (N - 1) + \sigma^2} = \frac{3(10)^2}{\frac{5^2}{4} (3 - 1) + 10^2} = 2.67 = 3$$

d) Selección de las unidades de muestreo para inspección.

- Se emplea la siguiente relación:

$$i = \frac{N}{n}$$

Donde:

i : Unidades de muestreo para inspección.

N : Número de unidades de muestra.

n : Unidades a ser evaluadas.

Aplicación:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{3}{3} = 1$$

c. Evaluación.

Datos Técnicos:

- Longitud total de la vía : 55.35 m.
- Ancho de cada carril : 10.90 m.
- Número de carriles : 1
- Longitud de la muestra : 22.00 m.
- Área de la unidad de muestra : 239.80 m².



- Número de unidades de muestra : 3
- Unidades de muestra a ser evaluados por carril : 3
- Total, unidades de muestra a ser evaluadas : 3

d. Aplicación y evaluación.

La aplicación se detalla a continuación:

Resumen

Evaluación Del Índice De Condición Del Pavimento (PCI)

Vías urbanas con pavimento flexible

Nombre de la vía : Evaluación del Pavimento flexible: Plaza San Bernardo

Evaluado por : Juan Carlos Quispe Camasita

Fecha : Febrero, 2020.

Vía evaluada : Jr. Huancané

N°	Tramo	Abscisa		Área (m ²)	PCI
		Inicial	Final		
1	1	0 + 000	0 + 022	239.80	40.98
2	2	0 + 022	0 + 044	239.80	41.22
3	3	0 + 044	0 + 055.35	239.80	36.39
PCI Promedio =					39.53

NOTA: Evaluación efectuada propia del proyecto – Febrero, 2020.

Nota: Los formatos procesados del Jr. Huancané, de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, se encuentran en la parte de anexos del presente trabajo.

e. Evaluación alcanzada según el PCI promedio correspondiente:

Cuadro 40.

Rangos de clasificación del 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

Fuente: Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Resultados:

PCI promedio : **39.53**

Calificación según cuadro 40 : **Estado de la vía MALO.**

3.4.4.3 Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

Para la evaluación correspondiente se considera dos carriles:

- Carril Derecho
- Carril izquierdo:

CARRIL DERECHO.

1. Datos generales.

- a) *Ubicación.* La Av. Los Próceres se encuentra ubicado en la parte sur ciudad de Azángaro; es la parte inicial de la vía asfaltada Azángaro – Calapuja – Juliaca.
- b) *Descripción de la sección.* La Av. Los Próceres tiene una sección de 10.10 m. promedio, cada carril.



- c) *Estructura del pavimento.* Es de pavimento flexible con carpeta asfáltica de un espesor promedio de dos pulgadas, la que se encuentra encima de una base.
- d) *Medio ambiente y drenaje.* La Av. Los Próceres tiene una pendiente entre 2% y 3%, las obras de drenaje tienen comportamiento regular.

2. Información técnica para la aplicación de la metodología de evaluación superficial con la metodología PCI.

a) División de las unidades de muestra.

Especificaciones:

- Longitud total de la vía : 844.30 m.
- Ancho promedio : 10.10 m. por carril
- Ancho de cada carril : 10.10 m. por carril
- Longitud de la muestra : 30.00 m.
- Área sugerida por el PCI : 230±90
- Área de la muestra : 303.00 m².

b) Relación para determinar el N° de unidades de muestra :

$$N = \frac{\textit{longitud de la via}}{\textit{longitud de la muestra}}$$

$$N = \frac{844.30 \text{ mt}}{30 \text{ mt}} = 28.14 = 28$$

c) Unidades de muestra a ser evaluadas.

Se emplea la siguiente relación:

$$n = \frac{N(\sigma)^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + \sigma^2}$$

Donde:

N : Unidades de muestra a evaluar.

e : Error admisible recomendado por el PCI 5%.

σ : Desviación estándar del PCI recomendado 10 para Pavimentos asfálticos.

N : Número de unidades de muestra.

Aplicación:

$$n = \frac{N(\sigma)^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + \sigma^2} = \frac{28(10)^2}{\frac{5^2}{4}(28-1) + 10^2} = 10.42 = 10$$

d) Selección de las unidades de muestreo para inspección.

- Se emplea la siguiente relación:

$$i = \frac{N}{n}$$

Donde:

i : Unidades de muestreo para inspección.

N : Número de unidades de muestra.

n : Unidades a ser evaluadas.

Aplicación:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{28}{10} = 2.80 = 3$$

3. Evaluación.

Datos Técnicos:

- Longitud total de la vía : 844.30 m.

- Ancho de cada carril : 10.10 m.
- Número de carriles : 1
- Longitud de la muestra : 30.00 m.
- Área de la unidad de muestra : 231.90 m².
- Número de unidades de muestra : 28
- Unidades de muestra a ser evaluados por carril : 10
- Total, unidades de muestra a ser evaluadas : 10

4. Aplicación y aplicación.

La aplicación se detalla a continuación:

Resumen

Evaluación Del Índice De Condición Del Pavimento (PCI)

Vías urbanas con pavimento flexible

Nombre de la vía : Evaluación del Pavimento flexible: Av. Los Próceres

Evaluado por : Juan Carlos Quispe Camasita

Fecha : Febrero, 2020.

Vía evaluada : Av. Los Próceres (lado derecho)

N°	Tramo	Abscisa		Área (m ²)	PCI
		Inicial	Final		
1	1	0 + 000	0 + 030	303.00	60.44
2	4	0 + 090	0 + 120	303.00	34.86
3	7	0 + 180	0 + 210	303.00	37.22
4	10	0 + 270	0 + 300	303.00	39.53
5	13	0 + 360	0 + 390	303.00	26.40
6	16	0 + 450	0 + 480	303.00	45.36
7	19	0 + 540	0 + 570	303.00	37.83
8	22	0 + 630	0 + 660	303.00	33.35
9	25	0 + 720	0 + 750	303.00	39.94
10	28	0 + 810	0 + 840	303.00	31.37
PCI Promedio =					38.63

NOTA: Evaluación efectuada propia del proyecto – Febrero, 2020.

Nota: Los formatos procesados de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, se encuentran en la parte de anexos del presente trabajo.

5. Evaluación alcanzada según el PCI promedio correspondiente:**Cuadro 41.****Rangos de clasificación del 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

Fuente: Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Resultados:PCI promedio : **38.63**Calificación según cuadro 41 : **Estado de la vía MALO.****CARRIL IZQUIERDO.****Resumen****Evaluación Del Índice De Condición Del Pavimento (PCI)****Vías urbanas con pavimento flexible**

Nombre de la vía : Evaluación del Pavimento flexible: Av. Los Próceres

Evaluado por : Juan Carlos Quispe Camasita

Fecha : Febrero, 2020.

Vía evaluada : Av. Los Próceres (lado izquierdo)

N°	Tramo	Abscisa		Área (m ²)	PCI
		Inicial	Final		
1	1	0 + 000	0 + 030	303.00	52.05
2	4	0 + 090	0 + 120	303.00	51.82
3	7	0 + 180	0 + 210	303.00	34.49
4	10	0 + 270	0 + 300	303.00	39.94
5	13	0 + 360	0 + 390	303.00	37.99
6	16	0 + 450	0 + 480	303.00	44.90
7	19	0 + 540	0 + 570	303.00	39.98
8	22	0 + 630	0 + 660	303.00	38.13
9	25	0 + 720	0 + 750	303.00	37.99
10	28	0 + 810	0 + 840	303.00	44.97



PCI Promedio = 42.23

NOTA: Evaluación efectuada propia del proyecto – Febrero, 2020.

Nota: Los formatos procesados de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, se encuentran en la parte de anexos del presente trabajo.

1. Evaluación alcanzada según el PCI promedio correspondiente:

Cuadro 42.

Rangos de clasificación del 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

Fuente: Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Resultados:

PCI promedio : **42.23**

Calificación según cuadro 42 : **Estado de la vía REGULAR**

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Selección de pavimentos urbanos para el análisis de su deterioro en la ciudad de Azángaro de la región Puno.

4.1.1 Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013.

Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 43.

Comparación de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013

N°	Ensayos de laboratorio	Suelo Sub base	MTC EG – 2013
1	Contenido natural de humedad.	15.54	7.52
2	Análisis granulométrico.	---	1 – 3
3	Límites de consistencia.	14.02	< 9.00
4	Clasificación de suelos.	A – 3	A – 3
5	Densidad seca máxima por compact.	1.542	> 1.30
6	Relación soporte california (CBR).	36.78	> 20.00

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.



Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la sub base del pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013.

1. Del contenido natural de humedad de los suelos.

- El contenido óptimo de humedad efectuado en el proceso de compactación es de 7.52 %.
- El contenido natural de humedad promedio en suelos de la base es de 15.54 %; valor alto, por tanto, no recomendable.

2. Del análisis granulométrico de los suelos.

- El análisis granulométrico recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-107 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para el coeficiente de uniformidad (Cu) es entre 1 – 3.
- El coeficiente de uniformidad (Cu) promedio en suelos de la base es de 0.00; valor no recomendable.

3. De los límites de consistencia de los suelos.

- El índice plástico (Ip) recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-110 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es menor al 9 %.
- El índice plástico (Ip) promedio en suelos de la base es de 14.02 %; valor alto, por tanto, no recomendable.



4. De la clasificación de suelos.

- La clasificación de suelos recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-145 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es de A – 3.
- La clasificación de suelos promedio en suelos de la base es de A – 3; es recomendable.

5. De la densidad seca máxima con Proctor modificado de los suelos.

- La densidad seca máxima recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-115 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es de mayor a 1.30 gr/cm³.
- La densidad seca máxima promedio en suelos de la base es de 1.542 gr/cm³; es recomendable.

6. De la Relación Soporte California (CBR) de los suelos.

- La relación soporte california (CBR), recomendado por la norma EG-2013 y MTC E-132 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es mayor a 20 %
- La relación soporte california (CBR), promedio en suelos de la base es de 36.78 %; es recomendable.

Análisis global:

Considerando las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la sub base se concluye en mencionar que son de regular calidad.

4.1.2 Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013.

Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 44.

Comparación de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013

N°	Ensayos de laboratorio	Suelo base	MTC EG – 2013
1	Contenido natural de humedad.	7.08	10.74
2	Análisis granulométrico.	---	1 – 3
3	Límites de consistencia.	11.78	< 7.00
4	Clasificación de suelos.	A – 3	A – 1
5	Densidad seca máxima por compact.	1.712	> 1.950
6	Relación soporte california (CBR).	31.08	> 50.00

NOTA: Los ensayos y resultados se obtuvieron en el laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013:

1. Del contenido natural de humedad de los suelos.

- El contenido óptimo de humedad efectuado en el proceso de compactación es de 10.74 %.
- El contenido natural de humedad promedio en suelos de la base es de 7.08 %; valor bajo, por tanto, no recomendable.



2. Del análisis granulométrico de los suelos.

- El análisis granulométrico recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-107 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para el coeficiente de uniformidad (Cu) es entre 1 – 3.
- El coeficiente de uniformidad (Cu) promedio en suelos de la base es de 0.00; valor bajo, por tanto, no recomendable.

3. De los límites de consistencia de los suelos.

- El índice plástico (Ip) recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-110 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es menor al 7 %.
- El índice plástico (Ip) promedio en suelos de la base es de 11.78 %; valor alto, por tanto, no recomendable.

4. De la clasificación de suelos.

- La clasificación de suelos recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-145 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es de A – 1.
- La clasificación de suelos promedio en suelos de la base es de A – 3; valor alto, por tanto, no recomendable.

5. De la densidad seca máxima con Proctor modificado de los suelos.

- La densidad seca máxima recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-115 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es de mayor a 1.95 gr/cm³.
- La densidad seca máxima promedio en suelos de la base es de 1.710 gr/cm³; valor bajo, por tanto, no recomendable.



6. De la Relación Soporte California (CBR) de los suelos.

- La relación soporte california (CBR), recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-132 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es mayor a 50 %
- La relación soporte california (CBR), promedio en suelos de la base es de 31.08 %; valor bajo, por tanto, no recomendable.

Análisis global:

Considerando las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la base se concluye en mencionar que son de baja calidad; por tanto, no recomendables.

4.1.3 Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013.

Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 45.

Comparación de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013

N°	Ensayos de laboratorio	Suelo base	MTC EG – 2013
1	Contenido natural de humedad.	14.64	10.53
2	Análisis granulométrico.	---	1 – 3
3	Límites de consistencia.	10.71	< 7.00
4	Clasificación de suelos.	A – 3	A – 1
5	Densidad seca máxima por compact.	1.761	> 1.950
6	Relación soporte california (CBR).	40.30	> 50.00

NOTA: Resultados de ensayos de laboratorio EPIC – UANCV – febrero 2020.

Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de la base pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, con las especificaciones del manual EG – 2013:

1. Del contenido natural de humedad de los suelos.

- El contenido óptimo de humedad efectuado en el proceso de compactación es de 10.53 %.
- El contenido natural de humedad promedio en suelos de la base es de 14.64 %; valor alto, por tanto, no recomendable.

2. Del análisis granulométrico de los suelos.

- El análisis granulométrico recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-107 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para el coeficiente de uniformidad (Cu) es entre 1 – 3.
- El coeficiente de uniformidad (Cu) promedio en suelos de la base es de 0.00; valor bajo, por tanto, no recomendable.



3. De los límites de consistencia de los suelos.

- El índice plástico (Ip) recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-110 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es de menor al 7 %.
- El índice plástico (Ip) promedio en suelos de la base es de 10.71 %; valor alto, por tanto, no recomendable.

4. De la clasificación de suelos.

- La clasificación de suelos recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-145 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es de A – 1.
- La clasificación de suelos promedio en suelos de la base es de A – 3; valor alto, por tanto, no recomendable.

5. De la densidad seca máxima con Proctor modificado de los suelos.

- La densidad seca máxima recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-115 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es de mayor a 1.95 gr/cm^3 .
- La densidad seca máxima promedio en suelos de la base es de 1.760 gr/cm^3 ; valor no recomendable.

6. De la Relación Soporte California (CBR) de los suelos.

- La relación soporte california (CBR), recomendado por la norma EG – 2013 y MTC E-132 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es mayor a 50 %

- La relación soporte california (CBR), promedio en suelos de la base es de 40.30 %; valor bajo, por tanto, no recomendable.

Análisis global:

Considerando las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la base se concluye en mencionar que son de baja calidad; por tanto, no recomendables.

4.2 Propiedades mecánicas del concreto en las losas de los pavimentos rígidos y de mezclas asfálticas en los pavimentos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno.

4.2.1 Análisis de las propiedades mecánicas de la resistencia del concreto en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.

Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 46.

Propiedades mecánicas de la resistencia del concreto en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro

N°	f'_c	Jr. Tacna	Jr. Puno	Jr. 9 de Octubre	Jr. Cusco
	diseño kg/cm^2	f'_c calculada (kg/cm^2)	f'_c calculada (kg/cm^2)	f'_c calculada (kg/cm^2)	f'_c calculada (kg/cm^2)
1	210	154.25	160.15	143.20	171.10
Promedio					157.175

NOTA: Resultados con empleo del esclerómetro de laboratorio EPIC – UANCV – Enero, 2020.

Análisis de las propiedades mecánicas de la resistencia del concreto en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.

- Para el análisis mecánico, se considera una resistencia de diseño del concreto 210 kg/cm^2 .
- Las resistencias en compresión promedio del concreto en toda la periferia del pavimento rígido en la plaza de armas de la ciudad de Azángaro es de 157.175 kg/cm^2 ; característica que permite concluir en que la baja resistencia del concreto es causa del deterioro del pavimento en estudio.

4.2.2 Análisis del índice asfáltico de las mezclas asfálticas del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.

Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 47.

Índice asfáltico de las mezclas asfálticas del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.

N°	Ubicación	Índice asfáltico de laboratorio (%)	Índice asfáltico con el Método del Instituto de Asfalto (USA) (%)
1	Frentera I (Jr. Azángaro)	3.54	4.84
2	Frentera II (Jr. Lampa)	2.84	9.40
3	Frentera III (Jr. 9 de octubre)	3.47	7.50
4	Frentera IV (Jr. Huancané)	3.89	4.71
Promedio		3.43	6.61

NOTA: Resultados de ensayos de laboratorio en la EPIC – UANCV - Elaboración propia – Enero, 2020.

Análisis del índice asfáltico de las mezclas asfálticas del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.

- La mezcla asfáltica, funda sus propiedades mecánicas en las características de la granulometría de sus áridos y en su índice asfáltico.
- Analizado la granulometría y el índice asfáltico de las mezclas asfálticas del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de Azángaro, que es de 3.43

%; y este valor comparado con el índice asfáltico de diseño de 6.61 %, permite deducir que la cantidad de asfalto en las mezclas asfálticas es insuficiente, por tanto, factor de su deterioro.

4.2.3 Análisis del índice asfáltico de las mezclas asfálticas del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 48.

Índice asfáltico de las mezclas asfálticas del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro

N°	Ubicación	Índice asfáltico de laboratorio (%)	Índice asfáltico con el Método del Instituto de Asfalto (USA) (%)
1	Calicata 1	3.89	4.80
2	Calicata 2	2.34	7.50
3	Calicata 3	3.51	4.71
	Promedio	3.25	5.67

NOTA: Resultados de ensayos de laboratorio en la EPIC – UANCV - Elaboración propia – Enero, 2020.

Análisis del índice asfáltico de las mezclas asfálticas del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

- La mezcla asfáltica, funda sus propiedades mecánicas en las características de la granulometría de sus áridos y en su índice asfáltico.
- Analizado la granulometría y el índice asfáltico de las mezclas asfálticas del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de Azángaro, que es de 3.25 %; y este valor comparado con el índice asfáltico de diseño de 5.67 %, permite deducir que la cantidad de asfalto en las mezclas asfálticas es insuficiente, por tanto factor de su deterioro.



4.3 Análisis del comportamiento mecánico del pavimento rígidos de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro de la región Puno.

1. Conclusiones

- La variación del esfuerzo de compresión en la losa de concreto dividida en dos fibras es de 10 kg/cm^2 aproximadamente, desde la parte superior de la misma hasta la fibra de la base. Siendo la capa que más esfuerzo de compresión absorbe.
- La capa base que ha sido mallada en dos regiones presenta una variación de 6 kg/cm^2 desde la fibra superior respecto de la fibra inferior de la losa de concreto; en tanto que la fibra inferior de la base presenta una variación de 0.32 kg/cm^2 respecto de su fibra superior.
- La variación de esfuerzo de la fibra superior de la sub rasante respecto de la fibra inferior de la base es del orden de 0.20 kg/cm^2 aproximadamente, y esta variación va disminuyendo y tendiendo a ser aproximadamente uniforme conforme aumenta la profundidad.
- Las variaciones de las deformaciones principales en profundidad son muy pequeñas, así como sus valores.
- Las deflexiones en la capa de losa de concreto son del orden de 0.22 a 0.23 mm aproximadamente y se mantienen casi constantes en la capa de la misma; en tanto las deflexiones en las demás capas presenta un valor ínfimo representativo.
- El método de los elementos finitos nos puede ayudar a visualizar y cuantificar parámetros de cálculo para nuestro diseño de pavimento; dado que podremos obtener valores críticos y a partir de ellos



tomarlos en cuenta en nuestros diseños o seleccionar los materiales más idóneos para las capas del pavimento rígido.

2. Recomendaciones

- Es muy importante conocer las propiedades físicas y elásticas de los materiales que conforman nuestra estructura de pavimento; dado que con ellas podremos obtener valores en resultados que se aproximen a un análisis real mediante elementos finitos.
- En cuanto discreticemos en mayor número a nuestra estructura, podremos obtener más detalladamente valores en cuanto a la variación de los parámetros de cálculo y la incidencia de los mismos; pero es menester señalar que en el mallado no necesariamente el más ceñido nos brinda soluciones en cuanto a diseños idóneos de pavimentos.
- El método de los elementos finitos nos puede ayudar a visualizar y cuantificar parámetros de cálculo para nuestro diseño de pavimento; dado que podremos obtener valores que sean de fiable uso en el diseño de las capas constitutivas.
- Debemos tener en cuenta que el análisis y diseño de las estructuras en general nos ayudan a presentar un adecuado y óptimo diseño de las mismas, no sin antes mencionar que las estructuras se comportaran acorde a su construcción; por lo cual es de vital importancia el control de calidad en el emplazamiento de las obras.

4.4 Evaluación de fallas superficiales en pavimentos urbanos deteriorados de la ciudad de Azángaro de la región Puno.

La evaluación correspondiente se efectuará, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), en la siguiente secuencia:

- Evaluación de fallas superficiales en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro.
- Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro.
- Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro.

4.4.1 Evaluación de fallas superficiales en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

El resumen se muestra a continuación:

Cuadro 49

Resumen de la evaluación de fallas superficiales por el PCI del pavimento rígido de la Plaza de Armas.

Frentera	PCI Promedio	Clasificación
Frentera I (Jr. Tacna)	25.25	Estado de la vía MALO
Frentera II (Jr. Puno)	26.77	Estado de la vía MALO
Frentera III (Jr. 9 de octubre)	29.98	Estado de la vía MALO
Frentera IV (Jr. Cusco)	29.10	Estado de la vía MALO
Promedio	27.77	Estado de la vía MALO

Análisis de las fallas superficiales en el pavimento rígido de la Plaza de Armas de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

- La evaluación efectuada por el Método del Índice de Condición del Pavimento PCI, clasifica las cuatro frenteras de la Plaza de Armas; con un valor del PCI de 27.77 % que corresponde al **Estado de la vía MALO**, situación que obliga a tomar en cuenta la aplicación de un programa de reparación.

4.4.2 Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

El resumen se muestra a continuación:

Cuadro 50.

Resumen de la evaluación de fallas superficiales por el PCI del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo.

Frentera	PCI Promedio	Clasificación
Frentera I (Jr. Azángaro)	39.43	Estado de la vía MALO
Frentera II (Jr. Lampa)	41.90	Estado de la vía REGULAR
Frentera III (Jr. 9 de octubre)	38.80	Estado de la vía MALO
Frentera IV (Jr. Huancané)	39.53	Estado de la vía MALO
Promedio	39.92	Estado de la vía MALO

Análisis de las fallas superficiales en el pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

- La evaluación efectuada por el Método del Índice de Condición del Pavimento PCI, clasifica las cuatro frenteras de la San Bernardo; con un valor del PCI de 39.92 % que corresponde al **Estado de la vía MALO**, situación que obliga a tomar en cuenta la aplicación de un programa de reparación.

4.4.3 Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

El resumen se muestra a continuación:

Cuadro 51

Resumen de la evaluación de fallas superficiales por el PCI del pavimento flexible de la Av. Los Próceres.

Frentera	PCI Promedio	Clasificación
Carril derecho	38.63	Estado de la vía MALO
Carril izquierdo	42.23	Estado de la vía REGULAR
Promedio	40.43	Estado de la vía REGULAR

Análisis de las fallas superficiales en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres de la ciudad de Azángaro, con empleo de la Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

- La evaluación efectuada por el Método del Índice de Condición del Pavimento PCI, clasifica a los dos carriles de la Av. Los Próceres; con un valor promedio del PCI de 40.43 %; que corresponde al **Estado de la vía REGULAR**, situación que obliga a tomar en cuenta la aplicación de un programa de reparación.



4.5 Contrastación de hipótesis.

4.5.1 Contrastación de la hipótesis general.

Los factores principales que intervienen en el deterioro de pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno, son la baja calidad de los materiales empleados, deficientes procesos constructivos, y falta de actividades de mantenimiento.

La hipótesis general se contrasta, con los resultados del ítem 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4; que se interpreta en el que los materiales de construcción que conforman los pavimentos rígidos y flexibles, los procesos constructivos y la falta de actividades de mantenimiento son factores de deterioro de los pavimentos estudiados.

4.5.2 Contrastación de las hipótesis específicas

4.5.2.1 Contrastación de la Hipótesis Específica 1

Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de base de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno; valorados con las especificaciones del manual EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; son deficientes y es un factor de deterioro.

Los resultados en el ítem 4.1, contrastan la hipótesis específica 1; en el que se disgrega para el pavimento rígido de la Plaza de Armas de Azángaro en el ítem 4.1.1, se tiene los resultados de los ensayos de suelos de la sub base en laboratorio, comprado con las especificaciones del manual EG – 2013, permite deducir que son de baja calidad; respecto al pavimento flexible de la plaza San Bernardo de Azángaro en el ítem 4.1.2, se tiene los resultados de los ensayos de suelos de la base en laboratorio, comparado con las especificaciones del manual EG – 2013; permite deducir que son de baja calidad; finalmente respecto al pavimento flexible de la Av. Próceres de Azángaro en el ítem 4.1.3, se tiene los resultados de los ensayos de suelos de la base en laboratorio, comprado con las especificaciones del manual EG – 2013, permite deducir que son de baja calidad.

4.5.2.2 Contratación de la Hipótesis Específica 2.

Las propiedades mecánicas del concreto en losas de pavimentos rígidos y la mezcla asfáltica de pavimentos flexibles seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno; son bajas y es un factor de deterioro.

Los resultados en el ítem 4.2, contrastan la hipótesis específica 2; en el que se disgrega para el pavimento rígido de la Plaza de Armas de Azángaro en el ítem 4.2.1; donde se analiza la resistencia del concreto de las losas del pavimento, las resistencias fueron determinadas con empleo del esclerómetro, dando valores de resistencia promedio de 157.175 kg/cm^2 , resistencia comparada con la resistencia de diseño de 210 kg/cm^2 , permite deducir un valor del concreto solo del 81.48 %,



resistencia baja, por tanto es factor de un rápido deterioro; en el caso del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo en el ítem 4.2.2; se ha determinado el índice asfáltico "in situ" y el calculado por la metodología del Instituto de Asfalto (USA), se demuestra que la cantidad de asfalto empleado promedio, es de 3.43 % y no en cantidad de 6.61 %; por lo que esta comparación demuestra que la cantidad deficiente de asfalto es un factor de deterioro del pavimento; finalmente en el caso del pavimento flexible de la Av. Los Próceres, en el ítem 4.2.3, se ha determinado el índice asfáltico "in situ" promedio de 3.25 % y el calculado por la metodología del Instituto de Asfalto (USA) promedio de 5.67 %, demuestra que la cantidad de asfalto empleado fue deficiente; por tanto tal deficiencia es factor de deterioro del pavimento en estudio.

4.5.2.3 Contrastación de la Hipótesis Específica 3.

El comportamiento mecánico del pavimento rígido seleccionado de la ciudad de Azángaro de la región Puno, determinado con aplicación del método de elementos finitos; demuestran que son bajas y es un factor de deterioro.

Los resultados del ítem 4.3; contrastan la hipótesis específica 3; en el que se demuestra que las variaciones de las deformaciones principales en profundidad son muy pequeñas, así como sus valores y las deflexiones en la capa de losa de concreto son del orden de 0.22 a 0.23 mm aproximadamente y se mantienen casi constantes en la capa; en tanto las deflexiones en las demás capas presenta un valor ínfimo representativo.



4.5.2.4 Contratación de la Hipótesis Especifica 4.

Las fallas superficiales de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno; evaluadas con la metodología del índice de transitabilidad, los resultados ubican a los pavimentos evaluados rangos de clasificación de MUY MALO.

Los resultados del ítem 4.4, contrastan la hipótesis específica 3, en el que se desglosa para el pavimento rígido de la Plaza de Armas de Azángaro el ítem 4.4.1; se efectúa la evaluación superficial de las losas de concreto empleando la metodología del índice de condición del pavimento (PCI) para pavimentos rígidos; en el que da como resultado un PCI promedio de 27.77 % que clasifica el estado de la vía de malo, por lo que se requiere la aplicación de un programa de reparación; en el caso del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo el ítem 4.4.2; se efectúa la evaluación superficial de la carpeta asfáltica empleando la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para pavimentos flexibles; en el que da como resultado un PCI promedio de 39.92, que clasifica el estado de la vía de MALO, por lo que se requiere la aplicación de un programa de reparación; finalmente en el caso del pavimento flexible de la Av. Los Próceres en el ítem 4.4.3; se efectúa la evaluación superficial de la carpeta asfáltica empleando la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), para pavimentos flexibles; en el que da como resultado de un PCI promedio de 40.43, que clasifica el estado de la vía MALO y REGULAR, por lo que requiere la aplicación de un programa de reparación.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Primera. - Efectuado el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la sub base de pavimentos rígidos de la de Plaza de Armas, se ha obtenido los siguientes resultados:

N°	Ensayos de laboratorio	Plaza de Armas Sub base	MTC EG – 2013	Obs
1	Contenido natural de humedad.	15.54	7.52	N.C
2	Análisis granulométrico.	---	1 – 3	N.C
3	Límites de consistencia.	14.02	< 9.00	N.C
4	Clasificación de suelos.	A – 3	A – 3	S.C
5	Densidad seca máxima por compact.	1.542	> 1.30	S.C
6	Relación soporte califonia (CBR).	36.78	> 20.00	S.C

NOTA: Observaciones de los resultados del ensayo*N.C. No cumple, *S.C. Si cumple.

Estos resultados, valorados con las especificaciones técnicas de manual EG – 2013; son de regular calidad por lo que se considera factor de deterioro del pavimento en estudio.

Efectuado el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la base del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo de Azángaro, se ha obtenido los siguientes resultados:

N°	Ensayos de laboratorio	Plaza San Bernardo Base	MTC EG – 2013	Obs
1	Contenido natural de humedad.	7.08	10.74	N.C
2	Análisis granulométrico.	---	1 – 3	N.C
3	Límites de consistencia.	11.78	< 7.00	N.C
4	Clasificación de suelos.	A – 3	A – 1	N.C
5	Densidad seca máxima por compact.	1.712	> 1.950	N.C
6	Relación soporte califonia (CBR).	31.08	> 50.00	N.C

NOTA: Observaciones de los resultados del ensayo*N.C. No cumple, *S.C. Si cumple.

Estos resultados, valorados con las especificaciones técnicas del manual EG – 2013, son de baja calidad, por lo que se considera factor de deterioro del pavimento en estudio.

Efectuado el análisis de las propiedades físicas y mecánicas los suelos de la base del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de Azángaro; se ha obtenido los siguientes resultados:

N°	Ensayos de laboratorio	Av. Los Próceres Base	MTC EG – 2013	Obs
1	Contenido natural de humedad.	14.64	10.53	N.C
2	Análisis granulométrico.	---	1 – 3	N.C
3	Límites de consistencia.	10.71	< 7.00	N.C
4	Clasificación de suelos.	A – 3	A – 1	N.C
5	Densidad seca máxima por compact.	1.761	> 1.950	N.C
6	Relación soporte california (CBR).	40.30	> 50.00	N.C

NOTA: Observaciones de los resultados del ensayo *N.C. No cumple, *S.C. Si cumple.

Estos resultados, valorados con las especificaciones técnicas del manual EG – 2013, son de baja calidad, por lo que se considera factor de deterioro del pavimento en estudio.

Segunda. - Efectuado el análisis del concreto de las losas de pavimento rígido de la plaza de armas, tiene los resultados siguientes:

f'_c diseño kg/cm ²	Jr. Tacna f'_c calculada (kg/cm ²)	Jr. Puno f'_c calculada (kg/cm ²)	Jr. 9 de octubre f'_c calculada (kg/cm ²)	Jr. Cusco f'_c calculada (kg/cm ²)
210	154.25	160.15	143.20	171.10

Estos resultados, valorados con la resistencia en compresión del concreto de diseño de 210 kg/cm², tienen valores menores de 171.10 kg/cm² en los cuatro tramos considerados, por tanto, son factores del deterioro del pavimento en estudio.

Efectuado el análisis de la mezcla asfáltica del pavimento flexible de la plaza San Bernardo de Azángaro, tienen los resultados siguientes:

N°	Ubicación	Índice asfáltico de laboratorio (%)	Índice asfáltico con el Método del Instituto de Asfalto (USA) (%)
1	Frentera I (Jr. Azángaro)	3.54	4.84
2	Frentera II (Jr. Lampa)	2.84	9.40
3	Frentera III (Jr. 9 de octubre)	3.47	7.50
4	Frentera IV (Jr. Huancané)	3.89	4.71

Estos resultados, valorados con el índice asfáltico determinado con el Método del Instituto de Asfalto (USA) son deficientes; por tanto, son factores de deterioro.

Efectuado el análisis de la mezcla asfáltica del pavimento flexible de la Av. Los Próceres, tiene los resultados siguientes:

N°	Ubicación	Índice asfáltico de laboratorio (%)	Índice asfáltico con el Método del Instituto de Asfalto (USA) (%)
1	Calicata 1	3.89	4.80
2	Calicata 2	2.34	7.50
3	Calicata 3	3.51	4.71

Estos resultados, valorados con el índice asfáltico determinado con el Método del Instituto de asfalto (USA) son deficientes; por tanto, son factores de su deterioro.

Tercera.- Se ha efectuado el análisis del comportamiento mecánico del concreto del pavimento rígido de la plaza de armas con empleo del SOTFWARE ABANQUIS G – 14, en donde los resultados en la variación de las deformaciones son muy pequeñas y las deflexiones en la capa de losa de concreto son del orden de 0.22 a 0.23 mm aproximadamente, los resultados interpretados nos indican que las deformaciones corresponden a la fatiga del concreto del pavimento



en estudio; por tanto ratifica que el concreto es de baja resistencia y es factor de su deterioro.

Cuarta. - Evaluado las fallas superficiales del pavimento rígido de la plaza de armas de Azángaro, con la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para pavimentos rígidos, dio como resultado un Índice de Condición del Pavimento (PCI) promedio de 25.25, interpretado con la tabla de rango de clasificación, como MALO; por lo que requiere de la aplicación de un Plan de reparación.

Evaluado las fallas superficiales del pavimento flexible de la plaza San Bernardo de Azángaro con la metodología del Índice de condición del Pavimento (PCI) para pavimentos flexibles, dio como resultado un índice de condición del pavimento (PCI) promedio de 38.80, interpretado con la tabla de rango de clasificación, como MALO, por lo que se requiere de la aplicación de un plan de reparación.

Evaluado las fallas superficiales del pavimento flexible de la Av. Los Próceres de Azángaro, con la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para pavimentos flexibles, dio como un Índice de Condición del Pavimentos (PCI) promedio de 42.23; interpretado con la tabla de rango de clasificación, como REGULAR; por lo que se requiere de la aplicación de un plan de mantenimiento.



Recomendaciones.

- Primera. -** Es necesario que los gobiernos locales representados por las municipalidades, tenga una dependencia implementada con personal técnico responsable del control de materiales y procesos constructivos, cumpliendo las normas vigentes que velan por la calidad de construcción que ejecutan, dentro de su ambiente.
- Segunda. -** Para la ejecución de obras, como está establecido, debe seleccionarse apropiadamente al responsable de la construcción y la supervisión a fin de alcanzar la calidad requerida en las construcciones efectuadas.
- Tercera. -** Las diversas tecnologías que se tienen para establecer el comportamiento mecánico, deben de emplearse para prevenir el deterioro de pavimentos y también realizar las actividades de mantenimiento de una determinada vía.
- Cuarta.-** Las fallas evaluadas de un pavimento, debe tener respuesta inmediata en la aplicación de un programa de recuperación y mantenimiento, con carácter permanente.



Referencias Bibliográficas.

- Leguía, P. & Pacheco, H. (2016). Evaluación Superficial Del Pavimento Flexible Por El Método Pavement Condition Index (PCI) En Las Vías Arteriales: Cincuentenario, Colón Y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima). Universidad de San Martín de Porres.
- Soto, G. (2017). Grado De Deterioro De Los Pavimentos Flexibles En La Ciudad De Puno Con Fines De Aplicación De Un Programa De Mantenimiento Y Reparación Sostenible. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Medina, A. & De La Cruz, M. (2015). Evaluación Superficial Del Pavimento Flexible Del Jr. José Gálvez Del Distrito De Lince Aplicando El Método Del PCI. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas.
- González, D. (2018). Metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito.
- Fiallos, J. (2017). Investigación de un Plan de Manejo del Deterioro del Pavimento de la Vía Cumbe – La Jarata.
- Núñez, Y. (2014). Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobre capas de refuerzo en la avenida todos los santos de la ciudad de Chota.
- Medina M. (2015). Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI.
- Humpiri K. (2015). Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno.
- Coari, E. (2017). Aplicación de la metodología PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la av. aviación de la ciudad de Juliaca en el 2017.
- Medina Cardenas, L. D. & Quispe Yucra, N. S. (2017). Protección Óptima En El Proceso De Curado Y Su Influencia En La Resistencia De Los Concretos Expuestos A Ciclos De Congelamiento Y Deshielo. Universidad Nacional De San Agustín. Arequipa – Perú.
- Ávila Ticona, J. (2011). Estudio De La Acción De Heladas Y Cálculo Del Índice De Congelación De Suelos Para Carretera. Tramo: Crucero – Carlos Gutiérrez 4200



M.S.N.M. Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez". Juliaca – Perú.

Amacifuen Figueredo, R. W. (2002). Curado Y Protección De Concretos Colocados En
Climas Fríos. Universidad Nacional De Ingeniería. Lima – Perú.

AASHTO (1992). "Módulo Resiliente de Materiales Granulares Base / Sub-base No
Ungidos y Suelos de Suelo-Protocolo SHRP P46". AASHTO Designación: T294-92
I, Especificación Provisional 1992.



ANEXOS



ANEXO 01
MATRIZ DE CONSISTENCIA



Matriz de consistencia

Tema : Análisis de los factores que intervienen en el deterioro de pavimentos urbanos de la ciudad de Azángaro de la región de Puno.

Ejecutor : Bach. I.C.: Juan Carlos Quispe Camasita.

Fecha : Abril, 2023.

NIVEL : Explicativo.
TIPO : Aplicada

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices	Instrumentos de medición
<p>Problema general ¿Cuáles y como son los factores que intervienen en el deterioro de pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno?</p> <p>Problemas específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Como son las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de base de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno? ¿Cómo son las propiedades mecánicas del concreto en losas de pavimentos rígidos y la mezcla asfáltica de pavimentos flexibles seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno? ¿Cómo es el comportamiento mecánico del pavimento rígido seleccionado de la ciudad de Azángaro de la región Puno, con aplicación del método de elementos finitos? ¿Cuáles son las fallas superficiales de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno, para determinar su estado de transitabilidad? 	<p>Objetivo general Efectuar el análisis de los factores que intervienen en el deterioro de pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> Identificar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de base de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno. Analizar las propiedades mecánicas del concreto en losas de pavimentos rígidos y la mezcla asfáltica de pavimentos flexibles seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno. Analizar el comportamiento mecánico del pavimento rígido seleccionado de la ciudad de Azángaro de la región Puno, con aplicación del método de elementos finitos. Evaluar las fallas superficiales de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno, para determinar su estado de transitabilidad. 	<p>Hipótesis general Los factores principales que intervienen en el deterioro de pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno, son la baja calidad de los materiales empleados, deficientes procesos constructivos, y falta de actividades de mantenimiento.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <ol style="list-style-type: none"> Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la estructura de base de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno; valorados con las especificaciones del manual EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; son deficientes y es un factor de deterioro. Las propiedades mecánicas del concreto en losas de pavimentos rígidos y la mezcla asfáltica de pavimentos flexibles seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno; son bajas y es un factor de deterioro. El comportamiento mecánico del pavimento rígido seleccionado de la ciudad de Azángaro de la región Puno, determinado con aplicación del método de elementos finitos; demuestran que son bajas y es un factor de deterioro. Las fallas superficiales de los pavimentos urbanos seleccionados de la ciudad de Azángaro de la región Puno; evaluadas con la metodología del índice de transitabilidad, los resultados ubican a los pavimentos evaluados rangos de clasificación de MUY MALO. 	<p>Variable Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Propiedades físicas y mecánicas de suelos empleados en la base de los pavimentos flexibles seleccionados. <p>Deterioro estructural de pavimentos seleccionados.</p> <ul style="list-style-type: none"> Propiedades físicas y mecánicas de suelos empleados en la base de los pavimentos rígidos seleccionados. Propiedades mecánicas de la superficie de pavimentos rígidos de vías seleccionadas. Propiedades mecánicas de la superficie de pavimentos flexibles de vías seleccionadas. <p>Variable dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluación de propiedades mecánicas del pavimento rígido seleccionado. <p>Fallas superficiales en pavimentos seleccionados</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluación de fallas superficiales de pavimentos rígidos seleccionados. Evaluación de fallas superficiales de pavimentos flexibles seleccionados. 	<ul style="list-style-type: none"> Propiedades físicas y mecánicas de suelos empleados en la base de los pavimentos flexibles seleccionados. Propiedades físicas y mecánicas de suelos empleados en la base de los pavimentos rígidos seleccionados. Propiedades mecánicas de la superficie de pavimentos rígidos de vías seleccionadas. Propiedades mecánicas de la superficie de pavimentos flexibles de vías seleccionadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Granulometría, límite líquido, límite de plástico, e índice de plasticidad, Densidad y CBR. Granulometría, límite líquido, límite de plástico, e índice de plasticidad, Densidad y CBR. Resistencia del concreto en losas de pavimentos rígidos. Índice asfáltico en mezclas asfálticas de pavimentos flexibles. Método de elementos finitos. Método PCI pavimento rígidos. Método PCI pavimento flexibles. 	<ul style="list-style-type: none"> Manual EG – 2013 del MTC. Manual EG – 2013 del MTC. f_c equipo esclerómetro. Metodología del Instituto de Asfalto (USA). Software. Aplicación. Aplicación.



ANEXO 02
PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1.

Características de fallas del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 2.

Características de fallas del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 3

Características de fallas del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 4.

Características de fallas del pavimento flexible de la Plaza San Bernardo



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 5.

Reparación artesanal de una falla en el pavimento flexible de la Plaza San Bernardo



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 6.

Fallas en el pavimento flexible de la Plaza San Bernardo



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 7.

Fallas en el pavimento flexible de la Plaza San Bernardo



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 8.

Fallas en el pavimento flexible de la Plaza San Bernardo



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 9.

Fallas en el pavimento flexible de la Plaza San Bernardo



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 10.

Características del pavimento flexible de la Av. Los Próceres



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 11.

Características de las fallas en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 12.

reparación de las fallas en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 13.

Características de las fallas en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 14.

Características de las fallas en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 15.

Características de las fallas en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 16

Características de las fallas en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 17.

Características de las fallas en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 18.

Características de las fallas en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 19.

Características de las fallas en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 20.

Características de las fallas en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 21.

Características de las fallas en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.

Fotografía 22.

Características de las fallas en el pavimento flexible de la Av. Los Próceres



NOTA: Material propio de la tesis – Azángaro, enero 2020.



ANEXO 03

INDICÉ DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

- **Plaza De Armas**
- **Plaza San Bernardo**
- **Av. Los Próceres**



ANEXO 04

**MODELAMIENTO TRIDIMENSIONAL DE UN
PAVIMENTO BAJA CARGA DUAL CON ELEMENTOS
FINITOS**



El modelo desarrollado busca predecir los esfuerzos y deformaciones de un pavimento de manera más real, realizando un análisis elástico tridimensional con solicitaciones de carga de ejes dobles, constituyéndose en un avance respecto de modelos axisimétricos bidimensionales que sólo representan el comportamiento bajo cargas de ejes sencillos. Etapas anteriores de esta investigación dan cuenta de modelos bidimensionales de carga simple bajo distintas hipótesis de liga entre capas y modelos constitutivos no lineales, no obstante, el propósito es avanzar en la metodología de análisis del estado tenso-deformacional ante cargas estándar. El modelo se implementó en el programa Algor y se realizó una comparación con el programa multicapa de distribución libre Elsym5. Los resultados advierten la existencia de concentraciones de esfuerzos de corte en la capa asfáltica que pueden ser causantes de fallas importantes que no son tenidas en cuenta en los tradicionales métodos de diseño lo cual podría llevar a la posibilidad de reevaluarlos.



ANEXO 05

ENSAYOS DE LABORATORIO



ANEXO 06
PLANOS




UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



PLAZA DE ARMAS DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nombre de la vía	Plaza de Armas de la Ciudad de Azángaro (Jr. Tacna)			Esquema de Ubicación: 				
Evaluado por	Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos							
Fecha	Marzo, 2022							
Abscisa inicial	0+000	Tramo	1					
Abscisa final	0+040	Núm. Losas	20					
TIPOS DE FALLAS								
2 1. Blow up /Bucling . 2 2. Grieta de esquina. 2 3. Losa dividida. 2 4. Grieta de Ductilidad "D". 2 5. Escala. 2 6. Sello de junta. 2 7. Desnivel Carril/Berma. 2 8. Grieta lineal. 2 9. Parcheo (grande). 3 0. Parcheo (pequeño).		3 1. Pulimiento de Agregados. 3 2. Popouts. 3 3. Bombeo. 3 4. Punzonamiento. 3 5. Cruce vía férrea. 3 6. Desconchamiento. 3 7. Retracción. 3 8. Descascaramiento de esquina. 3 9. Descascaramiento de junta.						
FALLAS EXISTENTES								
Falla	Severidad	Nº de losas	Densidad %	Valor Deducido				
22	A	7.00	35.00	56.10				
23	M	8.00	40.00	49.90				
26	A	10.00	50.00	8.00				
29	M	1.00	5.00	2.90				
Total VD =				116.90				
				Número de deducidos > 2 (q) 4.00				
				V. deducido más alto(HDVi) 56.10				
				# Admisible de deducidos (mi) 5.03				
CÁLCULO DEL PCI								
#	Valores Deducidos					Total	q	CDV
1	56.10	49.90	8.00	2.90		116.90	4	66.34
2	56.10	49.90	8.00	2.00		116.00	3	71.80
3	56.10	49.90	2.00	2.00		110.00	2	75.50
4	56.10	2.00	2.00	2.00		62.10	1	62.10
Máx. CDV =							75.50	
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 75.50 = 24.50 <i>Muy malo</i>								

PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)											
Nombre de la vía		Plaza de Armas de la Ciudad de Azángaro (Jr. Puno)				Esquema de Ubicación:					
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos									
Fecha		Marzo, 2022									
Abscisa inicial		0+040		Tramo						4	
Abscisa final		0+069.65		Núm. Losas						14	
TIPOS DE FALLAS											
2 1. Blow up /Bucling . 2 2. Grieta de esquina. 2 3. Losa dividida. 2 4. Grieta de Ductilidad "D". 2 5. Escala. 2 6. Sello de junta. 2 7. Desnivel Carril/Berma. 2 8. Grieta lineal. 2 9. Parcheo (grande). 3 0. Parcheo (pequeño).					3 1. Pulimiento de Agregados. 3 2. Popouts. 3 3. Bombeo. 3 4. Punzonamiento. 3 5. Cruce vía férrea. 3 6. Desconchamiento. 3 7. Retracción. 3 8. Descascaramiento de esquina. 3 9. Descascaramiento de junta.						
FALLAS EXISTENTES											
Falla	Severidad	Nº de losas	Densidad %	Valor Deducido							
22	M	4.00	28.57	37.83							
23	M	10.00	71.43	66.29							
26	A	6.00	42.86	8.00							
Total VD =				112.11							
					Número de deducidos > 2 (q)		3.00				
					Valor deducido más alto(HDV _i)		66.29				
					# Admisible de deducidos (mi)		4.10				
CÁLCULO DEL PCI											
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	66.29	37.83	8.00						112.11	3	69.66
2	66.29	37.83	2.00						106.11	2	73.36
3	66.29	2.00	2.00						70.29	1	70.29
									Máx. CDV =	73.36	
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 73.36 = 26.64 <i>Malo</i>											

PCI - Pavimento Flexible - Rígido
 Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



PLAZA SAN BERNARDO DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI														
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. Azangaro)						Esquema de Ubicación:						
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos												
Fecha		marzo, 2022												
Abscisa inicial		0+000			Tramo		1							
Abscisa final		0+017			Área muestra		231.20							
TIPOS DE FALLAS														
1 Agrietamiento en bloque. 2 Agrietamiento en bloque. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.								
FALLAS EXISTENTES														
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido		
		3	10	12	13	14	15	16	17					
3	A	4.00	6.00	2.00						12.00	5.19	19.96		
10	A	8.00	5.00	13.00	12.00	12.00	10.00			60.00	25.95	55.89		
12	M	5.00	8.00	2.00						15.00	6.49	2.04		
Número de deducidos > 2 (q) : 3										Total VD =		77.90		
Valor deducido más alto (HDVi) : 55.89														
Número admisible de deducidos (mi) : 5.05														
CÁLCULO DEL PCI														
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV			
1	55.89	19.96	2.04						77.90	3	49.24			
2	55.89	19.96	2.00						77.85	2	56.50			
3	55.89	2.00	2.00						59.89	1	59.89			
										Máx. CDV =		59.89		
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 59.89 = 40.11 <i>Regular</i>														

PCI - Pavimento Flexible - Rígido
Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI																																
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. Azangaro)							Esquema de Ubicación:																							
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos																														
Fecha		marzo, 2022																														
Abscisa inicial	0+017	Tramo	2																													
Abscisa final	0+034	Área muestra	231.20																													
TIPOS DE FALLAS																																
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">1 Agrietamiento en bloque.</td> <td style="width: 50%;">11 Parcheo.</td> </tr> <tr> <td>2 Agrietamiento en bloque.</td> <td>12 Pulimiento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>3 Agrietamiento en bloque.</td> <td>13 Huecos.</td> </tr> <tr> <td>4 Abultamientos y hundimientos.</td> <td>14 Cruce de vía férrea.</td> </tr> <tr> <td>5 Corrugación.</td> <td>15 Ahuellamiento.</td> </tr> <tr> <td>6 Depresión.</td> <td>16 Desplazamiento.</td> </tr> <tr> <td>7 Grieta de borde.</td> <td>17 Grieta parabólica (slippage).</td> </tr> <tr> <td>8 Grieta de reflexión de junta.</td> <td>18 Hinchamiento.</td> </tr> <tr> <td>9 Desnivel carril / berma.</td> <td>19 Desprendimiento de agregados.</td> </tr> <tr> <td>10 Grietas longitudinal y transversal.</td> <td></td> </tr> </table>													1 Agrietamiento en bloque.	11 Parcheo.	2 Agrietamiento en bloque.	12 Pulimiento de agregados.	3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.	4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.	5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.	6 Depresión.	16 Desplazamiento.	7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage).	8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.	9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.	10 Grietas longitudinal y transversal.	
1 Agrietamiento en bloque.	11 Parcheo.																															
2 Agrietamiento en bloque.	12 Pulimiento de agregados.																															
3 Agrietamiento en bloque.	13 Huecos.																															
4 Abultamientos y hundimientos.	14 Cruce de vía férrea.																															
5 Corrugación.	15 Ahuellamiento.																															
6 Depresión.	16 Desplazamiento.																															
7 Grieta de borde.	17 Grieta parabólica (slippage).																															
8 Grieta de reflexión de junta.	18 Hinchamiento.																															
9 Desnivel carril / berma.	19 Desprendimiento de agregados.																															
10 Grietas longitudinal y transversal.																																
FALLAS EXISTENTES																																
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido																				
		1	2	3	4	5	6	7	8																							
3	M	4.00	6.00	2.00						12.00	5.19	11.53																				
10	A	10.00	10.00	12.00	12.00	18.00				62.00	26.82	56.71																				
12	M	8.00	6.00	3.00						17.00	7.35	2.48																				
Número de deducidos > 2 (q) : 3										Total VD =		70.71																				
Valor deducido más alto (HDVi) : 56.71																																
Número admisible de deducidos (mi) : 4.98																																
CÁLCULO DEL PCI																																
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV																					
1	56.71	11.53	2.48						70.71	3	44.93																					
2	56.71	11.53	2.00						70.24	2	51.17																					
3	56.71	2.00	2.00						60.71	1	60.71																					
										Máx. CDV =		60.71																				
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 60.71 = 39.29 <i>Malo</i>																																

PCI - Pavimento Flexible - Rígido
Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI												
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. Azangaro)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		marzo,2022										
Abscisa inicial		0+034			Tramo		3					
Abscisa final		0+051			Área muestra		231.20					
TIPOS DE FALLAS												
1 Agrietamiento en bloque.		11 Parcheo.										
2 Agrietamiento en bloque.		12 Pulimiento de agregados.										
3 Agrietamiento en bloque.		13 Huecos.										
4 Abultamientos y hundimientos.		14 Cruce de vía férrea.										
5 Corrugación.		15 Ahuellamiento.										
6 Depresión.		16 Desplazamiento.										
7 Grieta de borde.		17 Grieta parabólica (slippage).										
8 Grieta de reflexión de junta.		18 Hinchamiento.										
9 Desnivel carril / berma.		19 Desprendimiento de agregados.										
10 Grietas longitudinal y transversal.												
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
		1	2	3	4	5	6	7	8			
3	A	2.00	6.00	4.00	5.00					17.00	7.35	24.74
10	A	17.00	12.00	6.00	12.00	17.00				64.00	27.68	57.52
12	M	7.00	7.00	3.00	4.00					21.00	9.08	3.13
Número de deducidos > 2 (q) : 3										Total VD =		85.40
Valor deducido más alto (HDVi) : 57.52												
Número admisible de deducidos (mi) : 4.90												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	57.52	24.74	3.13						85.40	3	54.01	
2	57.52	24.74	2.00						84.26	2	60.56	
3	57.52	2.00	2.00						61.52	1	61.52	
										Máx. CDV =		61.52
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 61.52 = 38.48 <i>Malo</i>												

PCI - Pavimento Flexible - Rígido
Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI												
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. Azangaro)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		marzo,2022										
Abscisa inicial		0+051			Tramo		4					
Abscisa final		0+068			Área muestra		231.20					
TIPOS DE FALLAS												
1 Agrietamiento en bloque.						11 Parqueo.						
2 Agrietamiento en bloque.						12 Pulimiento de agregados.						
3 Agrietamiento en bloque.						13 Huecos.						
4 Abultamientos y hundimientos.						14 Cruce de vía férrea.						
5 Corrugación.						15 Ahuellamiento.						
6 Depresión.						16 Desplazamiento.						
7 Grieta de borde.						17 Grieta parabólica (slippage).						
8 Grieta de reflexión de junta.						18 Hinchamiento.						
9 Desnivel carril / berma.						19 Desprendimiento de agregados.						
10 Grietas longitudinal y transversal.												
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
		2.00	2.00	4.00	6.00							
3	A	2.00	2.00	4.00	6.00					14.00	6.06	22.02
10	A	10.00	8.00	12.00	12.00	17.00				59.00	25.52	55.49
12	M	5.00	5.00	8.00						18.00	7.79	2.69
Número de deducidos > 2 (q) : 3										Total VD =		80.20
Valor deducido más alto (HDVi) : 55.49												
Número admisible de deducidos (mi) : 5.09												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	55.49	22.02	2.69						80.20	3	50.63	
2	55.49	22.02	2.00						79.50	2	57.65	
3	55.49	2.00	2.00						59.49	1	59.49	
										Máx. CDV =		59.49
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 59.49 = 40.51 <i>Regular</i>												

PCI - Pavimento Flexible - Rígido
 Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)												
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. Lampa)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+000			Tramo		6-1					
Abscisa final		0+018			Área muestra		241.20					
TIPOS DE FALLAS												
1 Piel de cocodrilo.		11 Parcheo.										
2 Exudación.		12 Pulimiento de agregados.										
3 Agrietamiento en bloque.		13 Huecos.										
4 Abultamientos y hundimientos.		14 Cruce de vía férrea.										
5 Corrugación.		15 Ahuellamiento.										
6 Depresión.		16 Desplazamiento.										
7 Grieta de borde.		17 Grieta parabólica (slippage).										
8 Grieta de reflexión de junta.		18 Hinchamiento.										
9 Desnivel carril / berma.		19 Desprendimiento de agregados.										
10 Grietas longitudinal y transversal.												
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
		1	3	10	13							
1	M	2.00	2.00							4.00	1.66	26.08
3	A	3.00	2.00	2.00						7.00	2.90	13.99
10	A	4.00	5.00	6.00	5.00					20.00	8.29	31.30
13	M	2.00	1.00							3.00	1.24	35.41
Número de deducidos > 2 (q) : 4										Total VD =		106.78
Valor deducido más alto (HDVi) : 35.41												
Número admisible de deducidos (mi) : 6.93												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	35.41	31.30	26.08	13.99					106.78	4	60.39	
2	35.41	31.30	26.08	2.00					94.79	3	59.87	
3	35.41	31.30	2.00	2.00					70.71	2	51.50	
4	35.41	2.00	2.00	2.00					41.41	1	41.41	
										Máx. CDV =		60.39
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 60.39 = 39.61 <i>Malo</i>												


PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI												
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. Lampa)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+018			Tramo		7-2					
Abscisa final		0+036			Área muestra		241.20					
TIPOS DE FALLAS												
1 Agrietamiento en bloque.		11 Parcheo.										
2 Agrietamiento en bloque.		12 Pulimiento de agregados.										
3 Agrietamiento en bloque.		13 Huecos.										
4 Abultamientos y hundimientos.		14 Cruce de vía férrea.										
5 Corrugación.		15 Ahuellamiento.										
6 Depresión.		16 Desplazamiento.										
7 Grieta de borde.		17 Grieta parabólica (slippage).										
8 Grieta de reflexión de junta.		18 Hinchamiento.										
9 Desnivel carril / berma.		19 Desprendimiento de agregados.										
10 Grietas longitudinal y transversal.												
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
		5.00	6.00	3.00	2.00							
3	A	5.00	6.00	3.00	2.00					16.00	6.63	23.23
10	A	12.00	9.00	10.00	12.00	8.00				51.00	21.14	51.38
12	M	4.00	8.00	4.00	10.00					26.00	10.78	3.73
Número de deducidos > 2 (q) : 3										Total VD =		78.34
Valor deducido más alto (HDVi) : 51.38												
Número admisible de deducidos (mi) : 5.47												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	51.38	23.23	3.73						78.34	3	49.50	
2	51.38	23.23	2.00						76.61	2	55.62	
3	51.38	2.00	2.00						55.38	1	55.38	
										Máx. CDV =		55.62
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 55.62 = 44.38 <i>Regular</i>												

PCI - Pavimento Flexible - Rígido
Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)												
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. Lampa)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+036			Tramo		8-3					
Abscisa final		0+054			Área muestra		241.20					
TIPOS DE FALLAS												
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.						
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
1	M	2.00	2.00	1.00						5.00	2.07	28.51
3	M	2.00	2.00	5.00						9.00	3.73	9.52
10	A	8.00	6.00	10.00	5.00	8.00	8.00			45.00	18.66	48.15
12	M	4.00	6.00	4.00	6.00	6.00				26.00	10.78	3.73
Número de deducidos > 2 (q) : 4										Total VD =		89.91
Valor deducido más alto (HDVi) : 48.15												
Número admisible de deducidos (mi) : 5.76												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	48.15	28.51	9.52	3.73					89.91	4	50.95	
2	48.15	28.51	9.52	2.00					88.18	3	55.82	
3	48.15	28.51	2.00	2.00					80.66	2	58.40	
4	48.15	2.00	2.00	2.00					54.15	1	54.15	
										Máx. CDV =		58.40
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 58.40 = 41.60 <i>Regular</i>												



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI												
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. Lampa)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+054			Tramo		9-4					
Abscisa final		0+072			Área muestra		241.20					
TIPOS DE FALLAS												
1 Agrietamiento en bloque.		11 Parqueo.										
2 Agrietamiento en bloque.		12 Pulimiento de agregados.										
3 Agrietamiento en bloque.		13 Huecos.										
4 Abultamientos y hundimientos.		14 Cruce de vía férrea.										
5 Corrugación.		15 Ahuellamiento.										
6 Depresión.		16 Desplazamiento.										
7 Grieta de borde.		17 Grieta parabólica (slippage).										
8 Grieta de reflexión de junta.		18 Hinchamiento.										
9 Desnivel carril / berma.		19 Desprendimiento de agregados.										
10 Grietas longitudinal y transversal.												
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
3	A	9.00	6.00	4.00						19.00	7.88	25.84
10	A	12.00	7.00	8.00	6.00	8.00				41.00	17.00	45.50
12	M	10.00	6.00	8.00	4.00					28.00	11.61	3.98
Número de deducidos > 2 (q) : 3									Total VD =		75.32	
Valor deducido más alto (HDVi) : 45.50												
Número admisible de deducidos (mi) : 6.01												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	45.50	25.84	3.98						75.32	3	47.69	
2	45.50	25.84	2.00						73.34	2	53.34	
3	45.50	2.00	2.00						49.50	1	49.50	
									Máx. CDV =		53.34	
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 53.34 = 46.66 <i>Regular</i>												

PCI - Pavimento Flexible - Rígido
Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI												
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. Lampa)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+072			Tramo		10-5					
Abscisa final		0+081.6			Área muestra		128.64					
TIPOS DE FALLAS												
1 Agrietamiento en bloque.		11 Parcheo.										
2 Agrietamiento en bloque.		12 Pulimiento de agregados.										
3 Agrietamiento en bloque.		13 Huecos.										
4 Abultamientos y hundimientos.		14 Cruce de vía férrea.										
5 Corrugación.		15 Ahuellamiento.										
6 Depresión.		16 Desplazamiento.										
7 Grieta de borde.		17 Grieta parabólica (slippage).										
8 Grieta de reflexión de junta.		18 Hinchamiento.										
9 Desnivel carril / berma.		19 Desprendimiento de agregados.										
10 Grietas longitudinal y transversal.												
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
		2.00	4.00	5.00	2.00							
3	A	2.00	4.00	5.00	2.00					13.00	10.11	29.61
10	A	3.00	9.00	4.00	8.00	10.00				34.00	26.43	56.34
12	M	8.00	10.00	6.00	4.00					28.00	21.77	6.82
Número de deducidos > 2 (q) : 3										Total VD =		92.77
Valor deducido más alto (HDVi) : 56.34												
Número admisible de deducidos (mi) : 5.01												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	56.34	29.61	6.82						92.77	3	58.66	
2	56.34	29.61	2.00						87.95	2	62.77	
3	56.34	2.00	2.00						60.34	1	60.34	
										Máx. CDV =		62.77
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 62.77 = 37.23 <i>Malo</i>												



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)												
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. 9 de Octubre)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+000			Tramo		11-1					
Abscisa final		0+021			Área muestra		237.30					
TIPOS DE FALLAS												
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.						
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
3	A	2.00	4.00							6.00	2.53	12.79
10	A	10.00	7.00	11.00	12.00	12.00	9.00			61.00	25.71	55.66
12	M	8.00	10.00	2.00						20.00	8.43	2.93
13	M	1.00								1.00	0.42	17.91
Número de deducidos > 2 (q) : 4										Total VD =		89.29
Valor deducido más alto (HDVi) : 55.66												
Número admisible de deducidos (mi) : 5.07												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	55.66	17.91	12.79	2.93					89.29	4	50.57	
2	55.66	17.91	12.79	2.00					88.36	3	55.93	
3	55.66	17.91	2.00	2.00					77.57	2	56.30	
4	55.66	2.00	2.00	2.00					61.66	1	61.66	
										Máx. CDV =		61.66
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 61.66 = 38.34 <i>Malo</i>												



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI												
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. 9 de Octubre)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+021			Tramo		12-2					
Abscisa final		0+042			Área muestra		237.30					
TIPOS DE FALLAS												
1 Agrietamiento en bloque.		11 Parcheo.										
2 Agrietamiento en bloque.		12 Pulimiento de agregados.										
3 Agrietamiento en bloque.		13 Huecos.										
4 Abultamientos y hundimientos.		14 Cruce de vía férrea.										
5 Corrugación.		15 Ahuellamiento.										
6 Depresión.		16 Desplazamiento.										
7 Grieta de borde.		17 Grieta parabólica (slippage).										
8 Grieta de reflexión de junta.		18 Hinchamiento.										
9 Desnivel carril / berma.		19 Desprendimiento de agregados.										
10 Grietas longitudinal y transversal.												
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
3	A	2.00	2.00							4.00	1.69	9.81
10	A	12.00	12.00	10.00	9.00	11.00	3.00			57.00	24.02	54.08
12	M	4.00	4.00	8.00	4.00					20.00	8.43	2.93
Número de deducidos > 2 (q) : 3									Total VD =		66.82	
Valor deducido más alto (HDVi) : 54.08												
Número admisible de deducidos (mi) : 5.22												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	54.08	9.81	2.93						66.82	3	42.43	
2	54.08	9.81	2.00						65.89	2	48.12	
3	54.08	2.00	2.00						58.08	1	58.08	
									Máx. CDV =		58.08	
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 58.08 = 41.92 <i>Regular</i>												

PCI - Pavimento Flexible - Rígido
 Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI														
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. 9 de Octubre)						Esquema de Ubicación:						
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos												
Fecha		marzo, 2022												
Abscisa inicial		0+042			Tramo		13-3							
Abscisa final		0+056.05			Área muestra		158.77							
TIPOS DE FALLAS														
1 Agrietamiento en bloque.		11 Parcheo.												
2 Agrietamiento en bloque.		12 Pulimiento de agregados.												
3 Agrietamiento en bloque.		13 Huecos.												
4 Abultamientos y hundimientos.		14 Cruce de vía férrea.												
5 Corrugación.		15 Ahuellamiento.												
6 Depresión.		16 Desplazamiento.												
7 Grieta de borde.		17 Grieta parabólica (slippage).												
8 Grieta de reflexión de junta.		18 Hinchamiento.												
9 Desnivel carril / berma.		19 Desprendimiento de agregados.												
10 Grietas longitudinal y transversal.														
FALLAS EXISTENTES														
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido		
		1	2	3	4	5	6	7	8					
3	A	2.00	3.00							5.00	3.15	14.70		
10	A	7.00	10.00	8.00	12.00	11.00				48.00	30.23	59.85		
12	M	5.00	5.00	3.00						13.00	8.19	2.86		
Número de deducidos > 2 (q) : 3										Total VD =		77.41		
Valor deducido más alto (HDVi) : 59.85														
Número admisible de deducidos (mi) : 4.69														
CÁLCULO DEL PCI														
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV			
1	59.85	14.70	2.86						77.41	3	48.95			
2	59.85	14.70	2.00						76.56	2	55.59			
3	59.85	2.00	2.00						63.85	1	63.85			
										Máx. CDV =		63.85		
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 63.85 = 36.15 <i>Malo</i>														

PCI - Pavimento Flexible - Rígido
Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI												
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. Huancané)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+022			Tramo		15-2					
Abscisa final		0+044			Área muestra		239.80					
TIPOS DE FALLAS												
1 Agrietamiento en bloque.		11 Parcheo.										
2 Agrietamiento en bloque.		12 Pulimiento de agregados.										
3 Agrietamiento en bloque.		13 Huecos.										
4 Abultamientos y hundimientos.		14 Cruce de vía férrea.										
5 Corrugación.		15 Ahuellamiento.										
6 Depresión.		16 Desplazamiento.										
7 Grieta de borde.		17 Grieta parabólica (slippage).										
8 Grieta de reflexión de junta.		18 Hinchamiento.										
9 Desnivel carril / berma.		19 Desprendimiento de agregados.										
10 Grietas longitudinal y transversal.												
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
3	A	9.00	4.00	5.00						18.00	7.51	25.06
10	A	10.00	5.00	8.00	14.00	5.00	10.00	6.00		58.00	24.19	54.24
12	M	12.00	10.00							22.00	9.17	3.17
Número de deducidos > 2 (q) : 3										Total VD =		82.47
Valor deducido más alto (HDVi) : 54.24												
Número admisible de deducidos (mi) : 5.20												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	54.24	25.06	3.17						82.47	3	52.10	
2	54.24	25.06	2.00						81.30	2	58.78	
3	54.24	2.00	2.00						58.24	1	58.24	
										Máx. CDV =		58.78
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 58.78 = 41.22 <i>Regular</i>												

PCI - Pavimento Flexible - Rígido
Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI												
Nombre de la vía		Plaza San Bernardo de la Ciudad de Azángaro (Jr. Huancané)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+044			Tramo		16-3					
Abscisa final		0+055.35			Área muestra		123.72					
TIPOS DE FALLAS												
1 Agrietamiento en bloque.		11 Parqueo.										
2 Agrietamiento en bloque.		12 Pulimiento de agregados.										
3 Agrietamiento en bloque.		13 Huecos.										
4 Abultamientos y hundimientos.		14 Cruce de vía férrea.										
5 Corrugación.		15 Ahuellamiento.										
6 Depresión.		16 Desplazamiento.										
7 Grieta de borde.		17 Grieta parabólica (slippage).										
8 Grieta de reflexión de junta.		18 Hinchamiento.										
9 Desnivel carril / berma.		19 Desprendimiento de agregados.										
10 Grietas longitudinal y transversal.												
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
		1	2	3	4	5	6	7	8			
3	A	1.00	2.00	1.00	1.00					5.00	4.04	17.79
10	A	8.00	9.00	10.00	2.00	8.00				37.00	29.91	59.61
12	M	2.00	4.00	5.00						11.00	8.89	3.06
Número de deducidos > 2 (q) : 3									Total VD =		80.46	
Valor deducido más alto (HDVi) : 59.61												
Número admisible de deducidos (mi) : 4.71												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	59.61	17.79	3.06						80.46	3	50.80	
2	59.61	17.79	2.00						79.40	2	57.58	
3	59.61	2.00	2.00						63.61	1	63.61	
									Máx. CDV =		63.61	
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 63.61 = 36.39 <i>Malo</i>												

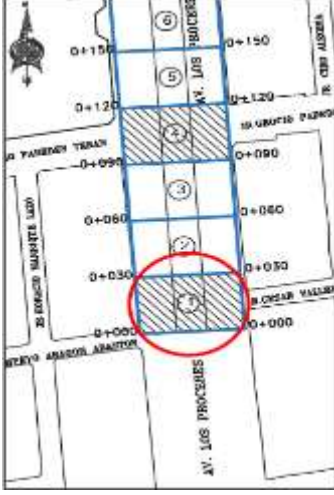
PCI - Pavimento Flexible - Rígido
 Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



AV. LOS PRÓCEROS DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO – MARGEN DERECHO

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)												
Nombre de la vía	Av. Los Próceros de la Ciudad de Azángaro (Margen derecho)						Esquema de Ubicación: 					
Evaluado por	Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos											
Fecha	Marzo, 2022											
Abscisa inicial	0+000	Tramo	1-1									
Abscisa final	0+030	Área muestra	303.00									
TIPOS DE FALLAS												
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.						
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
		3.00	5.00	6.00	4.00	5.00						
3	M	3.00	5.00	6.00	4.00	5.00				23.00	7.59	13.87
7	A	3.00	5.00	4.00	2.00	3.00				17.00	5.61	17.05
10	A	6.00	5.00	10.00	8.00	4.00				33.00	10.89	35.73
Número de deducidos > 2 (q) : 3										Total VD =		66.65
Valor deducido más alto (HDVi) : 35.73												
Número admisible de deducidos (mi) : 6.90												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	35.73	17.05	13.87						66.65	3	42.32	
2	35.73	17.05	2.00						54.78	2	40.35	
3	35.73	2.00	2.00						39.73	1	39.73	
										Máx. CDV =		42.32
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 42.32 = 57.68 <i>Bueno</i>												


PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)												
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen derecho)						Esquema de Ubicación:				
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		Marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+090			Tramo		2-4					
Abscisa final		0+120			Área muestra		303.00					
TIPOS DE FALLAS												
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.						
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales							Total	Densidad %	Valor Deducido	
		1	3	7	10	11						
1	A	4.00	2.00	10.00	5.00	1.00			22.00	7.26	57.14	
3	M	2.00	3.00	6.00					11.00	3.63	9.33	
7	A	3.00	4.00	1.00	7.00				15.00	4.95	16.13	
10	M	2.00	10.00	4.00					16.00	5.28	11.92	
11	M	4.00	5.00	3.00					12.00	3.96	19.99	
Número de deducidos > 2 (q) : 5									Total VD =		114.52	
Valor deducido más alto (HDVi) : 57.14												
Número admisible de deducidos (mi) : 4.94												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos							Total	q	CDV		
1	57.14	19.99	16.13	11.92	9.33			114.52	5	59.26		
2	57.14	19.99	16.13	11.92	2.00			107.18	4	60.59		
3	57.14	19.99	16.13	2.00	2.00			97.26	3	61.36		
4	57.14	19.99	2.00	2.00	2.00			83.14	2	59.88		
5	57.14	2.00	2.00	2.00	2.00			65.14	1	65.14		
									Máx. CDV =		65.14	
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 65.14 = 34.86 <i>Malo</i>												

PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)												
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen derecho)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		Marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+180			Tramo		3-7					
Abscisa final		0+210			Área muestra		303.00					
TIPOS DE FALLAS												
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.						
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
1	A	3.00	5.00	4.00	3.00					15.00	4.95	52.06
7	A	2.00	3.00	5.00						10.00	3.30	13.44
10	M	5.00	4.00	5.00	6.00					20.00	6.60	13.78
13	M	1.00	1.00	1.00						3.00	0.99	31.80
Número de deducidos > 2 (q) : 4										Total VD =		111.08
Valor deducido más alto (HDVi) : 52.06												
Número admisible de deducidos (mi) : 5.40												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	52.06	31.80	13.78	13.44					111.08	4	62.65	
2	52.06	31.80	13.78	2.00					99.64	3	62.78	
3	52.06	31.80	2.00	2.00					87.86	2	62.72	
4	52.06	2.00	2.00	2.00					58.06	1	58.06	
										Máx. CDV =		62.78
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 62.78 = 37.22 <i>Malo</i>												



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)												
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen derecho)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		Marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+270			Tramo		4-10					
Abscisa final		0+300			Área muestra		303.00					
TIPOS DE FALLAS												
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parqueo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.						
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales							Total	Densidad %	Valor Deducido	
		1	7	10	11	13						
1	A	5.00	3.00	5.00	2.00				15.00	4.95	52.06	
7	A	4.00	4.00	3.00	1.00				12.00	3.96	14.63	
10	M	3.00	4.00	4.00					11.00	3.63	8.35	
11	M	2.00							2.00	0.66	7.92	
13	M	1.00	1.00						2.00	0.66	25.10	
									Total VD =		108.06	
Número de deducidos > 2 (q) : 5												
Valor deducido más alto (HDVi) : 52.06												
Número admisible de deducidos (mi) : 5.40												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos							Total	q	CDV		
1	52.06	25.10	14.63	8.35	7.92			108.06	5	56.03		
2	52.06	25.10	14.63	8.35	2.00			102.14	4	58.07		
3	52.06	25.10	14.63	2.00	2.00			95.79	3	60.47		
4	52.06	25.10	2.00	2.00	2.00			83.16	2	59.89		
5	52.06	2.00	2.00	2.00	2.00			60.06	1	60.06		
									Máx. CDV =		60.47	
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 60.47 = 39.53 <i>Malo</i>												

PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)														
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen derecho)						Esquema de Ubicación:						
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos												
Fecha		Marzo, 2022												
Abscisa inicial		0+360			Tramo		5-13							
Abscisa final		0+390			Área muestra		303.00							
TIPOS DE FALLAS														
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.								
FALLAS EXISTENTES														
Falla	Severidad	Cantidades Parciales							Total	Densidad %	Valor Deducido			
1	A	4.00	3.00	2.00	2.00				11.00	3.63	47.90			
3	M	3.00	3.00						6.00	1.98	5.72			
7	A	2.00	4.00	1.00					7.00	2.31	11.38			
10	M	3.00	5.00						8.00	2.64	6.07			
13	A	1.00	1.00	1.00					3.00	0.99	51.31			
									Total VD =		122.38			
Número de deducidos > 2 (q) : 5														
Valor deducido más alto (HDVi) : 51.31														
Número admisible de deducidos (mi) : 5.47														
CÁLCULO DEL PCI														
#	Valores Deducidos							Total	q	CDV				
1	51.31	47.90	11.38	6.07	2.00			122.38	5	63.19				
2	51.31	47.90	11.38	6.07	2.00			118.66	4	67.20				
3	51.31	47.90	11.38	2.00	2.00			114.59	3	70.29				
4	51.31	47.90	2.00	2.00	2.00			105.21	2	73.60				
5	51.31	2.00	2.00	2.00	2.00			59.31	1	59.31				
									Máx. CDV =		73.60			
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 73.60 = 26.40 <i>Malo</i>														

PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)												
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen derecho)						Esquema de Ubicación:				
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		Marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+450		Tramo		6-16						
Abscisa final		0+480		Área muestra		303.00						
TIPOS DE FALLAS												
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.						
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales							Total	Densidad %	Valor Deducido	
		1	7	10	11	13						
1	A	4.00	2.00	2.00	2.00				10.00	3.30	46.64	
7	A	4.00	2.00	2.00					8.00	2.64	12.11	
10	M	5.00	4.00	5.00					14.00	4.62	10.63	
11	M	2.00	1.00						3.00	0.99	10.06	
13	A	1.00							1.00	0.33	32.93	
									Total VD =		112.37	
Número de deducidos > 2 (q) : 5												
Valor deducido más alto (HDVi) : 46.64												
Número admisible de deducidos (mi) : 5.90												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos							Total	q	CDV		
1	46.64	32.93	12.11	10.63	10.06			112.37	5	58.18		
2	46.64	32.93	12.11	10.63	2.00			104.31	4	59.15		
3	46.64	32.93	12.11	2.00	2.00			95.68	3	60.41		
4	46.64	32.93	2.00	2.00	2.00			85.57	2	61.34		
5	46.64	2.00	2.00	2.00	2.00			54.64	1	54.64		
									Máx. CDV =		61.34	
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 61.34 = 38.66 <i>Malo</i>												

PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)														
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen derecho)						Esquema de Ubicación:						
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos												
Fecha		Marzo, 2022												
Abscisa inicial		0+540			Tramo		7-19							
Abscisa final		0+570			Área muestra		303.00							
TIPOS DE FALLAS														
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.								
FALLAS EXISTENTES														
Falla	Severidad	Cantidades Parciales							Total	Densidad %	Valor Deducido			
		1	7	10	11	13								
1	A	4.00	3.00	2.00	3.00				12.00	3.96	49.15			
7	A	2.00	3.00	4.00					9.00	2.97	12.83			
10	M	5.00	4.00	5.00					14.00	4.62	10.63			
11	M	1.00	2.00	1.00					4.00	1.32	11.44			
13	M	2.00	1.00						3.00	0.99	31.80			
									Total VD =		115.86			
Número de deducidos > 2 (q) : 5														
Valor deducido más alto (HDVi) : 49.15														
Número admisible de deducidos (mi) : 5.67														
CÁLCULO DEL PCI														
#	Valores Deducidos							Total	q	CDV				
1	49.15	31.80	12.83	11.44	10.63			115.86	5	59.93				
2	49.15	31.80	12.83	11.44	2.00			107.23	4	60.62				
3	49.15	31.80	12.83	2.00	2.00			97.79	3	61.67				
4	49.15	31.80	2.00	2.00	2.00			86.95	2	62.17				
5	49.15	2.00	2.00	2.00	2.00			57.15	1	57.15				
									Máx. CDV =		62.17			
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 62.17 = 37.83 <i>Malo</i>														

PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)														
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen derecho)						Esquema de Ubicación:						
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos												
Fecha		Marzo, 2022												
Abscisa inicial		0+630			Tramo		8-22							
Abscisa final		0+660			Área muestra		303.00							
TIPOS DE FALLAS														
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parqueo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.								
FALLAS EXISTENTES														
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido		
		1	7	10	11	13								
1	A	2.00	4.00	2.00						8.00	2.64	43.54		
7	A	4.00	5.00	1.00	3.00					13.00	4.29	15.14		
10	M	5.00	3.00							8.00	2.64	6.07		
11	M	1.00	1.00							2.00	0.66	7.92		
13	A	1.00	1.00							2.00	0.66	44.24		
										Total VD =		116.91		
Número de deducidos > 2 (q) : 5														
Valor deducido más alto (HDVi) : 44.24														
Número admisible de deducidos (mi) : 6.12														
CÁLCULO DEL PCI														
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV			
1	44.24	43.54	15.14	7.92	6.07				116.91	5	60.46			
2	44.24	43.54	15.14	7.92	2.00				112.84	4	63.70			
3	44.24	43.54	15.14	2.00	2.00				106.92	3	66.46			
4	44.24	43.54	2.00	2.00	2.00				93.78	2	66.65			
5	44.24	2.00	2.00	2.00	2.00				52.24	1	52.24			
										Máx. CDV =		66.65		
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 66.65 = 33.35 <i>Malo</i>														

PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)												
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen derecho)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		Marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+720			Tramo		9-25					
Abscisa final		0+750			Área muestra		303.00					
TIPOS DE FALLAS												
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parqueo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.						
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales							Total	Densidad %	Valor Deducido	
		1	3	7	10	11						
1	A	3.00	4.00	2.00	2.00	4.00			15.00	4.95	52.06	
3	A	2.00	2.00	3.00					7.00	2.31	12.09	
7	A	4.00	3.00	1.00	1.00	2.00			11.00	3.63	14.03	
10	M	3.00	4.00	4.00					11.00	3.63	8.35	
11	M	1.00	1.00						2.00	0.66	7.92	
									Total VD =		94.45	
Número de deducidos > 2 (q) : 5												
Valor deducido más alto (HDVi) : 52.06												
Número admisible de deducidos (mi) : 5.40												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos							Total	q	CDV		
1	52.06	14.03	12.09	8.35	7.92			94.45	5	48.67		
2	52.06	14.03	12.09	8.35	2.00			88.53	4	50.12		
3	52.06	14.03	12.09	2.00	2.00			82.18	3	51.92		
4	52.06	14.03	2.00	2.00	2.00			72.09	2	52.46		
5	52.06	2.00	2.00	2.00	2.00			60.06	1	60.06		
									Máx. CDV =		60.06	
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 60.06 = 39.94 <i>Malo</i>												

PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)												
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen derecho)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		Marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+810			Tramo		10-28					
Abscisa final		0+840			Área muestra		303.00					
TIPOS DE FALLAS												
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.						
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
1	A	4.00	2.00	3.00	2.00					11.00	3.63	47.90
10	A	4.00	2.00	4.00						10.00	3.30	17.12
11	M	2.00	1.00	1.00						4.00	1.32	11.44
13	A	1.00	1.00							2.00	0.66	44.24
Número de deducidos > 2 (q) : 4										Total VD =		120.70
Valor deducido más alto (HDVi) : 47.90												
Número admisible de deducidos (mi) : 5.79												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	47.90	44.24	17.12	11.44					120.70	4	68.35	
2	47.90	44.24	17.12	2.00					111.26	3	68.63	
3	47.90	44.24	2.00	2.00					96.14	2	68.30	
4	47.90	2.00	2.00	2.00					53.90	1	53.90	
										Máx. CDV =		68.63
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 68.63 = 31.37 <i>Malo</i>												



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



AV. LOS PRÓCERES DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO – MARGEN IZQUIERDO

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)														
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen izquierdo)						Esquema de Ubicación:						
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos												
Fecha		Marzo, 2022												
Abscisa inicial		0+000			Tramo		1-1							
Abscisa final		0+030			Área muestra		303.00							
TIPOS DE FALLAS														
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.								
FALLAS EXISTENTES														
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido		
		4.00	5.00	4.00	5.00									
3	A	4.00	5.00	4.00	5.00					18.00	5.94	21.76		
7	A	3.00	4.00	3.00	2.00	4.00				16.00	5.28	16.59		
10	A	7.00	10.00	7.00	8.00	6.00				38.00	12.54	38.37		
Número de deducidos > 2 (q) : 3										Total VD =		76.72		
Valor deducido más alto (HDVi) : 38.37														
Número admisible de deducidos (mi) : 6.66														
CÁLCULO DEL PCI														
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV			
1	38.37	21.76	16.59						76.72	3	48.53			
2	38.37	21.76	2.00						62.12	2	45.49			
3	38.37	2.00	2.00						42.37	1	42.37			
										Máx. CDV =		48.53		
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 48.53 = 51.47 <i>Regular</i>														

PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)													
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen izquierdo)						Esquema de Ubicación:					
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos											
Fecha		Marzo, 2022											
Abscisa inicial		0+180			Tramo		3-7						
Abscisa final		0+210			Área muestra		303.00						
TIPOS DE FALLAS													
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.							
FALLAS EXISTENTES													
Falla	Severidad	Cantidades Parciales							Total	Densidad %	Valor Deducido		
1	A	2.00	3.00	3.00					8.00	2.64	43.54		
3	M	3.00	4.00	2.00					9.00	2.97	8.13		
7	A	1.00	6.00	4.00	8.00				19.00	6.27	17.95		
10	A	10.00	12.00	7.00	8.00	7.00			44.00	14.52	41.53		
Número de deducidos > 2 (q) : 4									Total VD =		111.15		
Valor deducido más alto (HDVi) : 43.54													
Número admisible de deducidos (mi) : 6.19													
CÁLCULO DEL PCI													
#	Valores Deducidos							Total	q	CDV			
1	43.54	41.53	17.95	8.13				111.15	4	62.69			
2	43.54	41.53	17.95	2.00				105.03	3	65.51			
3	43.54	41.53	2.00	2.00				89.07	2	63.44			
4	43.54	2.00	2.00	2.00				49.54	1	49.54			
									Máx. CDV =		65.51		
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 65.51 = 34.49 <i>Malo</i>													



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)												
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen izquierdo)							Esquema de Ubicación:			
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos										
Fecha		Marzo, 2022										
Abscisa inicial		0+270			Tramo		4-10					
Abscisa final		0+300			Área muestra		303.00					
TIPOS DE FALLAS												
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.						
FALLAS EXISTENTES												
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido
		1	3	7	10	11						
1	A	4.00	2.00	4.00	3.00	2.00				15.00	4.95	52.06
3	M	2.00	3.00	1.00						6.00	1.98	5.72
7	A	3.00	2.00							5.00	1.65	10.18
10	M	4.00	4.00	8.00						16.00	5.28	11.92
11	A	2.00	2.00							4.00	1.32	21.51
										Total VD =		101.38
Número de deducidos > 2 (q) : 5												
Valor deducido más alto (HDVi) : 52.06												
Número admisible de deducidos (mi) : 5.40												
CÁLCULO DEL PCI												
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV	
1	52.06	21.51	11.92	10.18	5.72				101.38	5	52.69	
2	52.06	21.51	11.92	10.18	2.00				97.67	4	55.60	
3	52.06	21.51	11.92	2.00	2.00				89.49	3	56.67	
4	52.06	21.51	2.00	2.00	2.00				79.57	2	57.70	
5	52.06	2.00	2.00	2.00	2.00				60.06	1	60.06	
										Máx. CDV =		60.06
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 60.06 = 39.94 <i>Malo</i>												

PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)														
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen izquierdo)						Esquema de Ubicación:						
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos												
Fecha		Marzo, 2022												
Abscisa inicial		0+540			Tramo		7-19							
Abscisa final		0+570			Área muestra		303.00							
TIPOS DE FALLAS														
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.								
FALLAS EXISTENTES														
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido		
		1	3	7	10	11								
1	A	4.00	2.00	5.00	3.00					14.00	4.62	51.10		
3	M	3.00	3.00	2.00						8.00	2.64	7.34		
7	A	3.00	2.00	4.00	2.00					11.00	3.63	14.03		
10	M	5.00	4.00	8.00	10.00	8.00				35.00	11.55	19.51		
11	A	1.00	2.00							3.00	0.99	19.40		
										Total VD =		111.38		
Número de deducidos > 2 (q) : 5														
Valor deducido más alto (HDVi) : 51.10														
Número admisible de deducidos (mi) : 5.49														
CÁLCULO DEL PCI														
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV			
1	51.10	19.51	19.40	14.03	7.34				111.38	5	57.69			
2	51.10	19.51	19.40	14.03	2.00				106.04	4	60.02			
3	51.10	19.51	19.40	2.00	2.00				94.01	3	59.41			
4	51.10	19.51	2.00	2.00	2.00				76.61	2	55.63			
5	51.10	2.00	2.00	2.00	2.00				59.10	1	59.10			
										Máx. CDV =		60.02		
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 60.02 = 39.98 <i>Malo</i>														

PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)														
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen izquierdo)						Esquema de Ubicación:						
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos												
Fecha		Marzo, 2022												
Abscisa inicial		0+630			Tramo		8-22							
Abscisa final		0+660			Área muestra		303.00							
TIPOS DE FALLAS														
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.								
FALLAS EXISTENTES														
Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor Deducido		
		1	3	7	10	11								
1	A	2.00	1.00	2.00	3.00					8.00	2.64	43.54		
3	M	4.00	4.00							8.00	2.64	7.34		
7	A	5.00	7.00	4.00	1.00					17.00	5.61	17.05		
10	A	4.00	12.00	5.00	8.00					29.00	9.57	33.53		
11	M	1.00								1.00	0.33	5.44		
										Total VD =		106.90		
Número de deducidos > 2 (q) : 5														
Valor deducido más alto (HDVi) : 43.54														
Número admisible de deducidos (mi) : 6.19														
CÁLCULO DEL PCI														
#	Valores Deducidos								Total	q	CDV			
1	43.54	33.53	17.05	7.34	5.44				106.90	5	55.45			
2	43.54	33.53	17.05	7.34	2.00				103.46	4	58.73			
3	43.54	33.53	17.05	2.00	2.00				98.12	3	61.87			
4	43.54	33.53	2.00	2.00	2.00				83.07	2	59.84			
5	43.54	2.00	2.00	2.00	2.00				51.54	1	51.54			
										Máx. CDV =		61.87		
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 61.87 = 38.13 <i>Malo</i>														

PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO – PCI



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)													
Nombre de la vía		Av. Los Próceres de la Ciudad de Azángaro (Margen izquierdo)						Esquema de Ubicación:					
Evaluado por		Bach. I.C. Quispe Camasita, Juan Carlos											
Fecha		Marzo, 2022											
Abscisa inicial		0+810			Tramo		10						
Abscisa final		0+840			Área muestra		303.00						
TIPOS DE FALLAS													
1 Piel de cocodrilo. 2 Exudación. 3 Agrietamiento en bloque. 4 Abultamientos y hundimientos. 5 Corrugación. 6 Depresión. 7 Grieta de borde. 8 Grieta de reflexión de junta. 9 Desnivel carril / berma. 10 Grietas longitudinal y transversal.						11 Parcheo. 12 Pulimiento de agregados. 13 Huecos. 14 Cruce de vía férrea. 15 Ahuellamiento. 16 Desplazamiento. 17 Grieta parabólica (slippage). 18 Hinchamiento. 19 Desprendimiento de agregados.							
FALLAS EXISTENTES													
Falla	Severidad	Cantidades Parciales							Total	Densidad %	Valor Deducido		
		1	3	7	10	11							
1	A	4.00	3.00	3.00					10.00	3.30	46.64		
3	M	3.00	3.00	5.00	2.00				13.00	4.29	10.38		
7	A	2.00	4.00	2.00					8.00	2.64	12.11		
10	A	5.00	12.00	4.00					21.00	6.93	28.01		
11	M	2.00							2.00	0.66	7.92		
									Total VD =		105.06		
Número de deducidos > 2 (q) : 5													
Valor deducido más alto (HDVi) : 46.64													
Número admisible de deducidos (mi) : 5.90													
CÁLCULO DEL PCI													
#	Valores Deducidos							Total	q	CDV			
1	46.64	28.01	12.11	10.38	7.92			105.06	5	54.53			
2	46.64	28.01	12.11	10.38	2.00			99.14	4	56.48			
3	46.64	28.01	12.11	2.00	2.00			90.76	3	57.46			
4	46.64	28.01	2.00	2.00	2.00			80.65	2	58.39			
5	46.64	2.00	2.00	2.00	2.00			54.64	1	54.64			
									Máx. CDV =		58.39		
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 100 - 58.39 = 41.61 <i>Regular</i>													

PCI - Pavimento Flexible - Rígido

Índice de Condición de Pavimento



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 15 DE ABRIL 2024

Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JUAN CARLOS QUISPE CAMASITA

Dirección: JR. SANTA CRUZ MZ-M/ LT-19 URB. LOS ANGELES

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 47583480

Teléfono: 955422308 email: juancarlosxz14@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Colegio y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIA Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DETERIORO

DE PAVIMENTOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO DE LA REGIÓN DE PUNO

Palabras claves, (3 a 5 términos): Factores, Deterioro, Pavimento Rígido, Pavimento Flexible

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

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

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller 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 comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo

Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

- Internacional
 Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION - P17

Firma de Autor



huella digital

15 ABRIL DEL 2024

Fecha