



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERIA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES



**CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE
LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AVENIDA
PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:
RICHARD BENNY CACERES LUPACA
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERIA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERIA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

**CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE
LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AVENIDA
PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

RICHARD BENNY CACERES LUPACA

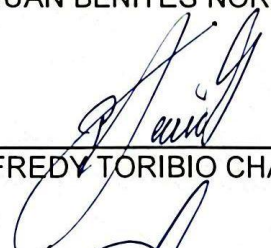
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERIA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO :


Dr. JUAN BENITES NORIEGA

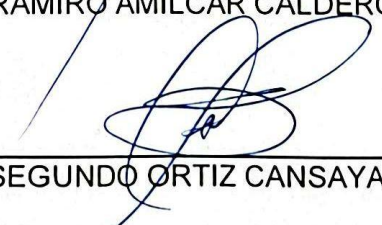
MIEMBRO DEL JURADO :


Dr. FREDY TORIBIO CHALCO VARGAS

MIEMBRO DEL JURADO :


Dr. RAMIRO AMILCAR CALDERON BOLAÑOS

ASESOR DE TESIS :


Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA

LINEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGIA DE LA CONTRUCCION - P50



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°011-2025-CP-EPG-UANCV/J

Juliaca, 16 de setiembre del 2025

VISTOS:

El acuerdo de Consejo de Posgrado en su sesión ordinaria de fecha 12 de setiembre del 2025; el Consejo en pleno en sesión ordinaria en forma presencial acordó autorizar firmas a los siguientes docentes: al Director de la Escuela de Posgrado Dr. JAVIER ROMULO QUISPE ZAPANA, Coordinador Dr. ROBERTO PAYE COLQUEHUANCA, Director de Investigación Dr. JESUS MAMANI MAMANI y Secretario Académico Dr. LUIS CHAYÑA AGUILAR; y estando vigente la resolución N°0219-2025-UANCV-CU-R y 202-2025-UANCV-CU-R

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con lo previsto por el artículo 18° de la Constitución Política del Perú, concordante con el artículo 8° de la Ley Universitaria N°30220, artículo 11° del Estatuto de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de Juliaca, artículo 6° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de Juliaca, el Estado reconoce la Autonomía Universitaria cada universidad es autónoma en su régimen normativo, de Gobierno Académico, Administrativo, y Económico; asimismo, las Universidades se rigen por su propios estatutos en el marco de la Constitución y de mas Leyes;

Que, el artículo 43° de la Ley Universitaria, Ley N°30220, Ley que establece los estudios de posgrado, señala que, "Los estudios de posgrado conducen a diplomados, Maestrías y Doctorados"

Que, el artículo 73° del ESTATUTO MODIFICADO 2020 de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" aprobado mediante Resolución N°0018-2020-UANCV-AU-R, de fecha 26 de octubre del 2020, señala que "la Escuela de Posgrado tiene como órgano de Dirección al Consejo de Posgrado integrado por directores de las Unidades de Posgrado de cada Facultad, designados por el Decano de cada Facultad"

Que, el Consejo de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" Autoriza firmar documentos académicos y Administrativos por los graves problemas de índole académico y administrativo que generaron los anteriores miembros e integrantes de la Escuela de Posgrado firmando y realizando actos irregulares en perjuicio de los usuarios siendo un principio general de priorizar el interés superior del estudiante a su vez es de aplicación el artículo 83, numeral 83.1, del TUO de la Ley 27444 – Decreto Supremo 004-2019-JUS – que indica: 83.1 Los titulares de los órganos administrativos pueden delegar mediante comunicación escrita la firma de actos y decisiones de su competencia en sus inmediatos subalternos, o a los titulares de los órganos o unidades administrativas que de ellos dependan, salvo en caso de resoluciones de procedimientos sancionadores, o aquellas que agoten la vía administrativa". En merito a dicha normativa supletoriamente tanto el Director de la Escuela de posgrado, los coordinadores de doctorados y maestrías el secretario académico de la escuela de posgrado y el Director de la Unidad de investigación está autorizada para subsanar las firmas de los anteriores miembros ya descritos.

Que, es más el Consejo de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de Juliaca en su sesión ordinaria del 12 de setiembre del 2025 acordó autorizar a los siguientes docentes: al Director de la Escuela de Posgrado Dr. JAVIER ROMULO QUISPE ZAPANA, Coordinador Dr. ROBERTO PAYE COLQUEHUANCA, Director de Investigación Dr. JESUS MAMANI MAMANI y Secretario Académico Dr. LUIS CHAYÑA AGUILAR; para que puedan asumir con las firmas en el Libro de Actas de Sustentaciones de Tesis, empastados, Actas de Cursos Dirigidos, Actas finales de Evaluación regular de años anteriores y otros documentos pendientes de los Programas de Doctorados, Maestrías y Segunda Especialidad Profesional; a docentes que han cesado en sus funciones, aquellos que hayan fallecido, que estén con Licencias, de los que no tengan vínculo laboral con la UANCV y de docentes suspendidos; también podrán firmar como CONSERVACION DEL ACTO ADMINISTRATIVO en documentos emitidos en el periodo del 04 de junio al 22



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



de julio del 2025 (trámites realizados durante la gestión del Dr. Juan Benites Noriega). y estando vigente la resolución N°0219-2025-UANCV-CU-R y 202-2025-UANCV-CU-R

Estando, al acuerdo del Consejo de Posgrado y en uso de las facultades que le confiere la Ley Universitaria 30220, Ley de creación de la UANCV N°23738 y modificatoria, atribuciones conferidas al Consejo de Posgrado en su artículo 12° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 73° del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - AUTORIZAR al Director de la Escuela de Posgrado Dr. JAVIER ROMULO QUISPE ZAPANA, Coordinador Dr. ROBERTO PAYE COLQUEHUANCA, Director de Investigación Dr. JESUS MAMANI MAMANI y Secretario Académico Dr. LUIS CHAYÑA AGUILAR; para que puedan asumir con las firmas en el Libro de Actas de Sustentaciones de Tesis, empastados, Actas de Cursos Dirigidos, Actas finales de Evaluación regular de años anteriores y otros documentos pendientes de los Programas de Doctorados, Maestrías y Segunda Especialidad Profesional; **que dejaron** los docentes que han cesado en sus funciones, aquellos que hayan fallecido, que estén con Licencias, de los que no tengan vínculo laboral con la UANCV y **de docentes suspendidos; también podrán firmar como CONSERVACION DEL ACTO ADMINISTRATIVO** en documentos emitidos en el periodo del 04 de junio al 22 de julio del 2025 (trámites realizados durante la gestión del Dr. Juan Benites Noriega). y estando vigente la resolución N°0219-2025-UANCV-CU-R y 202-2025-UANCV-CU-R

ARTÍCULO SEGUNDO. - **ELEVAR**, La presente resolución a Consejo Universitario de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de Juliaca para su ratificación.

ARTÍCULO TERCERO. - **ENCARGAR**, El cumplimiento de la presente resolución a Rectorado, Vicerectorado Administrativo, Vicerectorado Académico, Oficina de Informática, Registro Central y Oficinas Administrativas de la EPG, para su cumplimiento.

Regístrese, comuníquese y archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADO
.....
Dr. Javier Romulo Quispe Zapana
DIRECTOR (e)

Cc./Archv.EPG (01)
Distribución: Consejo Universitario, Rectorado
Vicerrectorados Investigación, Académico, Administrativo, ORIC
JRQZ/



TESIS UANCV



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"



UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

ESCUELA DE POSGRADO

RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 358-2023-D-EPG-UANCV/J

Juliaca, 20 de diciembre del 2023

VISTOS:

El expediente N° 2023-011841, presentado por el (la) Bachiller **CACERES LUPACA RICHARD BENNY**, con número de DNI. **43665504**, asignado (a) con código de matrícula **1510101015**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de la Sede Central Juliaca.

CONSIDERANDO:

Que, el (a) Bach. **CACERES LUPACA RICHARD BENNY**, con número de DNI. **43665504**, asignado (a) con código de matrícula **1510101015**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, ha solicitado fecha, hora y modalidad de sustentación de la Tesis titulada: **CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AVENIDA PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50 y;**

Que, el (a) referido (a) Dictamen de Tesis aprobado por los jurados el 11 de noviembre del 2023. Establece la fecha de sustentación; habiendo para el efecto cumplido los requisitos establecidos en el reglamento para la Obtención del Grado Académico de Magíster/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV;

Que, en el Artículo 66 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Postgrado es un trabajo de investigación original y crítico, de actualidad y de alto valor científico;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. – DECLARAR EXPEDITO para la Sustentación de la Tesis titulada: **CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AVENIDA PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO** Elaborado por el (la) Bachiller **CACERES LUPACA RICHARD BENNY**. Integrado por los siguientes docentes:

Presidente del Jurado	:	Dr. JUAN BENITES NORIEGA
Miembro del Jurado	:	Dr. FREDY TORIBIO CHALCO VARGAS
Miembro del Jurado	:	Dr. RAMIRO AMILCAR BOLAÑOS CALDERON
Asesor de Tesis	:	Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA

ARTÍCULO SEGUNDO. - El proceso de la Sustentación de la Tesis en mención, se llevará a cabo:

Fecha	:	Miercoles, 27 de diciembre del 2023
Hora	:	09:00 a.m.
Modalidad	:	Aula N° 207 EPG - UANCV – JULIACA

A cuya finalización el Jurado registrará los resultados en el Libro de Actas de Sustentación de Tesis de Maestría con el grado **MAESTRO** de los estudiantes que ingresaron posterior a la aprobación de la ley Universitaria N° 30220.

ARTÍCULO TERCERO. - Elévese la presente Resolución al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento.

Regístrese, comuníquese y Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. Leopoldo Wenceslao Condon Cari
DIRECTOR (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO

Mg. PERCY BOZALO PUMA PUMA
SECRETARIO ACADÉMICO

Cc/Archiv:EPG (01)
Interesado (01)
Cargo (01)
Jurados (03)
Asesor (01)
Expediente (01)
LIVCC/NIMMA



TESIS UANCV



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"



UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 1175-2023-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 29 de Noviembre del 2023

VISTOS:

El expediente N° 011119. Presentado por el (a) **Bach: RICHARD BENNY CACERES LUPACA**, con número de DNI **43665504** y asignado (a) con código de matrícula N° **1510101015**, quien solicita **cambio del Asesor** en el Proyecto de Tesis titulado: **CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AVENIDA PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO** Línea de Investigación: **TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION - P50** Para optar el Grado Académico de **MAESTRO** en **INGENIERIA CIVIL**, mención en: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", Sede Central Juliaca.

CONSIDERANDO:

Que, el (a) **Bach: RICHARD BENNY CACERES LUPACA**, quien solicita el cambio del **asesor**, aprobado con Resolución Directoral No. **1555-2021-USA-EPG/UANCV**, de fecha **09 de Dicimebre del 2021**, en el que se le asignó como asesor al **Mgtr. Fidel Caracela Borda**, la misma que se cambia por **no tener vínculo con la UANCV**.

Que, el referido Dictamen de Tesis fue aprobado por los jurados el **05 de Octubre del 2021**, registrado en el Folio N° **2803** del Libro de Registro de Proyectos de Investigación de Maestría, establece que se encuentra apto para ser desarrollado a lo establecido en el reglamento de Grado de Investigación conducente al Grado Académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV;

Que, en el Reglamento General de la escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad y de alto valor científico.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

PRIMERO. - ACEPTAR EL CAMBIO DEL ASESOR, para su revisión de la Tesis titulada: **CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AVENIDA PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO** Presentado por el (a) **Bach: RICHARD BENNY CACERES LUPACA**. Conformado por los siguientes docentes:

Presidente	:	Dr. JUAN BENITES NORIEGA
Primer Miembro	:	Dr. FREDY TORIBIO CHALCO VARGAS
Segundo Miembro	:	Dr. RAMIRO AMILCAR BOLAÑOS CALDERON
Asesor (a)	:	Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA

SEGUNDO.- AUTORIZAR el desarrollo de Tesis, de acuerdo al Reglamento de Investigación conducente al Grado Académico de **MAESTRO** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

TERCERO.- ELEVAR al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento, así como a la Oficina de Economía, para cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese

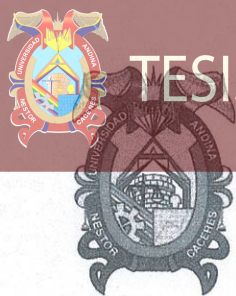


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO
DIRECCIÓN
Dr. Leopoldo Mercedes Gordon Cari
DIRECTOR (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO
Mg. PERU GOZALO PUNA PUNA
SECRETARIO ACADÉMICO

ARCHIVO EPG - 2023 (01)
INTERESADO (01)
LCC(e)/VCH



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

EPG
ESCUELA DE POSGRADO
UANCV

RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 1555 - 2021 -USA-EPG/UANCV

Juliaca, 2021 Diciembre 09

VISTOS:

El Registro N° 2803 del Libro de Registro de Proyectos de Investigación de Tesis de la **MAESTRIA** en: **INGENIERIA CIVIL** mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, del Jurado revisor del Proyecto de Tesis: **CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AV. PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO**. Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**. Presentado por el (a) Bach: **CACERES LUPACA RICHARD BENNY**, con número de DNI **43665504** y con Código de matrícula N° **1510101015**, para optar el Grado Académico de **MAESTRO** en: **INGENIERIA CIVIL** mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", de la Sede Central JULIACA.

CONSIDERANDO:

Que, mediante S.V. 26906, el estudiante. Bach: **CACERES LUPACA RICHARD BENNY**, Solicita **EL CAMBIO DEL PRESIDENTE DE LA TERNA DE JURADO DE TESIS DE LA RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 1269-2021-USA-EPG/UANCV**, Siendo el Anterior Presidente Mgtr. **ORLANDO EDILBERTO LA TORRE BARRA**. Por motivos de Disponibilidad de Cese Laboral. **Se hace el cambio por el orden mencionado: Dr. JUAN BENITES NORIEGA**, docente Ordinario de la **UANCV**.

Que, el (a) Bach. **CACERES LUPACA RICHARD BENNY**, para optar el Grado Académico de **MAESTRO** en **INGENIERIA CIVIL** mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, del Jurado revisor del Proyecto de Tesis: **CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AV. PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO**. Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**. Presentado por el (a) Bach. **CACERES LUPACA RICHARD BENNY** para ser registrada en el Libro de Actas de Proyectos de Tesis.

Que, el referido Dictamen de Tesis fue aprobado por los jurados el **05 de Octubre del 2021**, que fue registrado en el Folio N° **2803** del Libro de Registro de Proyectos de Investigación de Maestría, establece que se encuentra apto para ser desarrollado a lo establecido en el reglamento de Grado de Investigación conducente al Grado Académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la **UANCV**;

Que, en el Reglamento General de la escuela de Posgrado de la **UANCV**, establece que la sustentación de Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad y de alto valor científico.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

PRIMERO.- ACEPTAR EL CAMBIO DEL PRESIDENTE DE LA TERNA DE JURADO DE TESIS. Del (a) Presidente Mgtr. **ORLANDO EDILBERTO LA TORRE BARRA**. Por motivos de Disponibilidad de Cese Laboral. **Se hace el cambio por el Dr. JUAN BENITES NORIEGA**, docente Ordinario de la **UANCV**, Para su revisión de la Tesis: **CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AV. PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO**. Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**. Presentado por el (a) Bach: **CACERES LUPACA RICHARD BENNY**, con número de DNI **43665504** y con Código de matrícula N° **1510101015**, de la maestría en: **INGENIERIA CIVIL** mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, y siendo Asesorado por el (a) Mgtr. **FIDEL CARACELA BORDA**.

SEGUNDO.- NOMINAR en su lugar al (a) **Dr. JUAN BENITES NORIEGA**, como **PRESIDENTE** quedando el jurado conformado de la siguiente manera

Presidente	:	Dr. JUAN BENITES NORIEGA
Primer Miembro	:	Dr. FREDY TORIBIO CHALCO VARGAS
Segundo Miembro	:	Mgtr. RAMIRO AMILCAR BOLAÑOS CALDERON

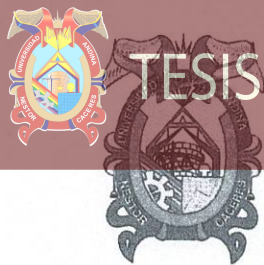
TERCERO.- AUTORIZAR el desarrollo de Tesis, de acuerdo al Reglamento de Investigación conducente al Grado Académico de **MAESTRO** de la Escuela de Posgrado.

CUARTO.- ELEVAR al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento, así como a la Oficina de Economía, para cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese



Cc./CARGO (01)
ARCHIVO EPG - 2021 (01)
INTERESADO (01)
FCOP(e)/gcc



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ESCUELA DE POSGRADO
UANCV

RESOLUCION DIRECTORAL N° 1269 - 2021-USA-EPG/UANCV

15 de octubre del 2021.

VISTOS:

El expediente N° 23201 de fecha 06 de octubre del 2021, presentado por el (la) BACHILLER **CACERES LUPACA RICHARD BENNY**, con DNI N° **43665504**, código de matrícula **1510101015**, quien solicita resolución de aprobación de proyecto de tesis titulado: **CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AV. PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO**. Línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN P-50**, para optar el grado de **MAESTRO** en: **INGENIERIA CIVIL** mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez Sede Central Juliaca.

CONSIDERANDO:

Que, en el Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad de alto valor científico.

Que, según Resolución N° 0555-2019-UANCV-CU-R, de fecha 08 de noviembre del 2019, se aprueba el Reglamento para la obtención del grado académico de Magister, Maestro, Doctor y Titulación de los Programas de Segunda Especialidad Profesional de la Escuela de Posgrado.

Que, el **Art. 17**, establece que la aprobación del proyecto de investigación de tesis para la obtención de grados académicos de Magister, Maestro, Doctor se inicia con la presentación del proyecto de investigación de tesis según corresponda, en forma individual y conforme a las recomendaciones de la Escuela de Posgrado y estándares de la investigación científica, tecnológica y humanística.

Que en el **Art. 60**, señala que la fecha límite para la presentación del borrador de tesis es de 02 años contados desde la emisión de la resolución de aprobación del proyecto de tesis, vencido el plazo máximo el candidato a Magister, Maestro o Doctor deberá presentar un nuevo proyecto de investigación de tesis.

Que el **Art. 21**, establece que el Director de la Escuela de Posgrado y el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, nominarán por sorteo a 03 docentes miembros del comité de investigación.

Que mediante oficio circular N° 1966-2021-USA-EPG/UANCV-J, de fecha 05 de octubre del 2021, se nombra al Comité de Investigación del proyecto de tesis conformado por los siguientes docentes:

Presidente	:	Mgtr. ORLANDO EDILBERTO LA TORRE BARRA
Primer miembro	:	Dr. FREDY TORIBIO CHALCO VARGAS
Segundo miembro	:	Mgtr. RAMIRO AMILCAR BOLAÑOS CALDERON

Que, con registro N° 2803 de fecha 05 de octubre del 2021, el Comité de Investigación del proyecto de tesis titulado: **CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AV. PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO**, presentado por el (la) Bachiller **CACERES LUPACA RICHARD BENNY**, cumple con los lineamientos y contenidos establecidos en reglamento de grado de investigación conducentes al grado académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado y en el artículo 76 del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

PRIMERO: APROBAR, el Proyecto de investigación de Tesis de maestría y **AUTORIZAR** el desarrollo de la Tesis, titulado: **CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AV. PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO**, presentado por el (la) Bachiller **CACERES LUPACA RICHARD BENNY**, para obtener el grado académico de **MAESTRO** en: **INGENIERIA CIVIL** mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la UANCV, asesorado por el (la) **Mgtr. FIDEL CARACELA BORDA**.

SEGUNDO: ELEVAR al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo, Vicerrectorado de Investigación, Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento y cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese

46093018
29/10/21



Dr. Félix C. Ochotoma Paravicino
DIRECTOR (e)



Mgtr. LUIS CHAYNA AGUILAR
SECRETARÍA ACADÉMICA

C.c/CARGO (01)
ARCHIVO EPG-2021(01)
INTERESADO (01)
FCOP/meyn



RICHARD BENNY CACERES LUPACA

CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AVENIDA PANAMERICAN...

 TESIS DE MAESTRIAS

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::13016:544054355

Fecha de entrega

2 ene 2026, 21:59 GMT-5

Fecha de descarga

2 ene 2026, 22:44 GMT-5

Nombre del archivo

T036_43665504_M.docx

Tamaño del archivo

35.2 MB

175 páginas

19.226 palabras

101.258 caracteres



15% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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



CÁLCULO DE INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AVENIDA PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Richard Benny Caceres Lupaca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	43665504
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-6236-7865
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Segundo Ortiz Cansaya
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	29309750
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0224-8651
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Juan Benites Noriega
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06195745
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-3842-8435
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Fredy Toribio Chalco Vargas
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01233951
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9639-3926
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Ramiro Amilcar Bolaños Calderon
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02426851
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4274-3040



Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	PAÍS: PERU DEPARTAMENTO: PUNO PROVINCIA: PUNO DISTRITO: PUNO Coordenadas: LONGITUD: -15.8404566 LATITUD: -70.02300875  https://www.google.com/maps/place/Avenida+panamericana/@-15.8404566,-70.0230875,547m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x915d691cb b8b6e17:0x3b3d9489a985e2a3!8m2!3d-15.8402218!4d-70.0218805!16s%2Fg%2F11khs0d6rz?entry=ttu&g_ep=Ego yMDI1MTIwOS4wIwIXMDSOASAFQAw%3D%3D
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2021 – diciembre 2023
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería del transporte https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POSTGRADO
Dr. Jesús Mamani Mamani
DIRECTOR
DE INVESTIGACIÓN - EPG

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RICHARD BENNY CACERES LUPACA, identificado con DNI
Nro. 43665504 en mi condición de egresado de:

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

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

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

CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA INFRAESTRUCTURA
VIAL DE LA AVENIDA PANAMERICANA DE LA CIUDAD DE PUNO

Asesorado por: Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA

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.

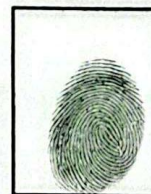
Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

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, 18 de Diciembre del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Con todo el amor y gratitud del mundo, dedico esta tesis a mi esposa y a mis hijos, quienes son el corazón de mi vida. Gracias por su paciencia en mis ausencias, por sus abrazos en los días difíciles y por ser la razón por la que nunca dejé de intentarlo. Gracias por enseñarme cada día que el verdadero éxito está en el amor que se comparte y en los sueños que se construyen juntos. Este logro no es solo mío, es de todos.

Richard Benny



AGRADECIMIENTO

A lo largo de este duro proceso de investigación, he tenido la suerte de contar con el apoyo de muchas personas que han contribuido de diferentes maneras a la culminación de esta tesis.

En primer lugar, me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, por ofrecerme la oportunidad y los recursos necesarios para llevar a cabo este gran proyecto.

Quisiera expresar mi más sincero reconocimiento a mi asesor de tesis, el Dr. Segundo Ortiz Cansaya, por su paciencia, orientación y consejos durante estos años de investigación. Su amplia experiencia en el ámbito y dedicación han sido clave para el desarrollo de este proyecto.

A mi familia, por ser mi pilar fundamental. A mis padres, por su amor y apoyo incondicional en todo momento y por inculcarme desde pequeño la importancia del conocimiento y el esfuerzo. A mi pareja, Armida, por su comprensión, paciencia y apoyo durante estos años de investigación.

Finalmente, me gustaría mostrar mi agradecimiento a mis hijos Shamir Valentino y Sharene Valery por su gran entusiasmo y paciencia en la culminación de esta tesis.

Richard Benny



ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE CUADROS	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xix
RESUMEN	1
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	5

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. EL PROBLEMA	7
1.2. FORMULACIÓN	8
1.2.1 Problema general	8
1.2.2 Problemas específicos.....	8
1.3. JUSTIFICACIÓN	8
1.4. OBJETIVOS	10
1.4.1. Objetivo general	10
1.4.2. Objetivos específicos.....	10
1.5. HIPÓTESIS	10
1.5.1. Hipótesis general	10
1.5.2. Hipótesis específicas	10
1.6. VARIABLES E INDICADORES	11



1.6.1. Independiente.....	11
1.6.2. Dependiente	11
1.7. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	12

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES	13
2.1.1. Internacional	13
2.1.2. Nacional.....	14
2.2. BASES TEÓRICAS	15
2.2.1. PAVIMENTO.....	15
2.2.2. CLASIFICACIÓN DEL PAVIMENTO	15
a) Pavimentos flexibles	15
b) Pavimentos híbridos	16
c) Pavimentos rígidos	16
2.2.3. PAVIMENTOS URBANOS FLEXIBLES	17
a) Carpeta asfáltica.....	17
b) Base	18
c) Sub-base	18
d) Sub-rasante	19
e) Terreno de fundación	20
2.2.4. CICLO DE VIDA DE PAVIMENTOS	20
2.2.5. CICLO DE VIDA DESEABLE.....	23
2.2.6. CONSERVACIÓN.....	25
Mantenimiento rutinario	25
Mantenimiento periódico.....	26



Rehabilitación	27
Mejoramiento	28
Reparaciones de emergencia	28
2.2.7. FALLAS EN PAVIMENTOS	28
2.2.8. FALLAS PAVIMENTOS ASFALTICOS	29
2.2.8.1. PIEL DE COCODRILO	34
2.2.8.2. EXUDACIÓN	36
2.2.8.3. AGRIETAMIENTO	38
2.2.8.4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	39
2.2.8.5. CORRUGACIÓN	42
2.2.8.6. DEPRESIÓN	43
2.2.8.7. GRIETA DE BORDE	45
2.2.8.8. GRIETA JUNTA	47
2.2.8.9. DESNIVEL DE CARRIL O BERMA	50
2.2.8.10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	51
2.2.8.11. PARCHEO	53
2.2.8.12. PULIMIENTO DE AGREGADOS	55
2.2.8.13. HUECOS	56
2.2.8.14. CRUCE VÍA FÉRREA	58
2.2.8.15. AHUELLAMIENTO	59
2.2.8.16. DESPLAZAMIENTO	61
2.2.8.17. GRIETA PARABÓLICA	63
2.2.8.18. HINCHAMIENTO	65
2.2.8.19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	66
2.2.9. MÉTODO PCI	68



2.2.9.1. ALCANCES	68
2.2.9.2. TERMINOLOGÍA	69
2.2.9.3. MATERIALES E INSTRUMENTOS	70
2.2.9.4. MUESTREO DE UNIDADES	71
2.2.9.5. INSPECCIÓN	74
2.2.9.6. CÁLCULO DEL PCI PARA MUESTREO	74
2.3. MARCO CONCEPTUAL	77

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. DISEÑO	79
3.2. MÉTODO	79
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	79
3.3.1. Población.....	79
3.3.2. Muestra.....	79
3.4. TÉCNICAS, FUENTES E INSTRUMENTOS	79

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO.....	80
4.2. DIVISIÓN DE UNIDADES DE MUESTRA.....	81
4.3. DETERMINACIÓN DE MUESTREO Y EL ANALISIS	81
4.4. MUESTREO DE LA INSPECCIÓN	82
4.5. DAÑOS EN EL PAVIMENTO - LEVANTAMIENTO	83
4.6. DETERMINACIÓN "VALOR DEDUCCIÓN" SEVERIDAD, DENSIDAD Y EL GRÁFICO	84



4.7. DEDUCCIÓN CORREGIDO (CDV), FUNCIÓN (DVT) Y NÚMERO DE VALORES (DVT), MAYORES QUE DOS (2) (valor "q").....	88
4.8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	91
UNIDAD DE MUESTRA U-01	92
UNIDAD DE MUESTRA U-02	94
UNIDAD DE MUESTRA U-03	96
UNIDAD DE MUESTRA U-04	97
UNIDAD DE MUESTRA U-05	99
UNIDAD DE MUESTRA U-06	100
UNIDAD DE MUESTRA U-07	102
UNIDAD DE MUESTRA U-08	103
UNIDAD DE MUESTRA U-09	105
UNIDAD DE MUESTRA U-10	106
UNIDAD DE MUESTRA U-11	108
4.9. RESUMEN DE RESULTADOS	110
4.9.1. RESULTADOS POR NUMERO DE FALLAS SEGÚN TIPO:	110
4.9.2. RESULTADOS DE FALLAS POR UNIDADES DE MUESTRA	112
4.9.3. RESULTADOS SEGÚN TIPO DE FALLA Y NIVEL DE SEVERIDAD	113
4.9.4. RESULTADOS DE PCI SEGÚN UNIDAD DE MUESTRA	116
4.10. DISCUSIÓN DE LA SITUACIÓN DEL PAVIMENTO	119
4.10.1. Análisis de la sección	119
4.11. DESARROLLO POSTERIOR.....	120
4.12. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN.....	121
4.12.1 Mejoramiento y Rehabilitación.....	121
4.12.2. Propuestas para la vía en estudio	121



4.13. MANTENIMIENTO - SEGÚN MTC.....	122
--------------------------------------	-----

4.14. METRADOS DE CONSERVACIÓN VIAL	124
---	-----

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.....	126
-------------------	-----

RECOMENDACIONES	128
-----------------------	-----

REFERENCIAS	129
-------------------	-----



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema estructural de un pavimento flexible.....	15
Figura 2: Paquete estructural para pavimento flexible	16
Figura 3: Tipos de pavimentos: flexibles,	16
Figura 4: La carga en pavimentos (flexibles).....	20
Figura 5: Ciclo de vida sin Mantenimiento.....	23
Figura 6: Vía con y sin mantenimiento.	24
Figura 7: Flujo de vida “fatal” y “deseable”	24
Figura 8: Fallas pavimentos flexibles	33
Figura 9: Piel con poca severidad.	35
Figura 10: Piel con severidad media.	35
Figura 11: Piel con alta severidad.	36
Figura 12: Poca severidad.	37
Figura 13: Media severidad.	37
Figura 14: Alta severidad.	37
Figura 15: Grietas baja severidad.	39
Figura 16: Grietas severidad media.	39
Figura 17: Grietas alta severidad.	39
Figura 18: Baja severidad	41
Figura 19: Abultamientos: severidad media.	41
Figura 20: Abultamiento: alta severidad.	41
Figura 21: Simple: baja severidad.	42
Figura 22: Avería: severidad media.	43
Figura 23: Severa: alta severidad.	43



Figura 24: Inicio: baja severidad.	44
Figura 25: Leve: severidad media.	45
Figura 26: Severa: alta severidad.	45
Figura 27: Inicio de grieta	46
Figura 28: Leve.	47
Figura 29: Severa y peligrosa	47
Figura 30: Grieta baja severidad.	49
Figura 31: Grieta severidad media.	49
Figura 32: Grieta alta severidad.	49
Figura 33: Carril / berma: baja severidad.	50
Figura 34: Carril / berma: severidad media.	50
Figura 35: Carril / berma: alta severidad.	51
Figura 36: Grieta longitudinal:	52
Figura 37: Grieta longitudinal.	52
Figura 38: Grietas longitudinal	53
Figura 39: Baja severidad.	54
Figura 40: Alta severidad.	54
Figura 41: Pulimento de agregados.	55
Figura 42: Hueco baja severidad.	57
Figura 43: Hueco severidad media.....	57
Figura 44: Hueco de severidad alta.....	57
Figura 45: Cruce de riel: baja severidad.....	58
Figura 46: Cruce de riel: severidad media.....	59
Figura 47: Cruce de riel: severidad alta.....	59
Figura 48: Ahuellamiento: severidad baja.	60



Figura 49: Ahuellamiento: severidad media.	61
Figura 50: Ahuellamiento: severidad alta.	61
Figura 51: Desplazamiento: severidad baja	62
Figura 52: Corrimiento: severidad media.	63
Figura 53: Desplazamiento: severidad alta.	63
Figura 54: Grieta parabólica: baja severidad.....	64
Figura 55: Grieta parabólica: severidad media.....	64
Figura 56: Grieta parabólica: alta severidad.....	65
Figura 57: Hinchamiento, severidad alta.	66
Figura 58: Desprendimiento de agregados:	67
Figura 59: Desprendimiento de agregados:	68
Figura 60: Desprendimiento de agregados:	68
Figura 61: Grado del índice de condición del pavimento.....	70
Figura 62: Registro en vías de pavimento flexible.....	70
Figura 63: Regla de Aluminio.	71
Figura 64: Plano de Ubicación de la Av. Panamericana	80
Figura 64: Características Geométricas de la Av. Panamericana	81
Figura 65: Falla tipo Ahuellamiento representativa U-01.....	94
Figura 66: Falla tipo piel de cocodrilo representativa U-02.	95
Figura 67: Falla tipo hinchamiento representativa U-03.	97
Figura 68: Falla tipo parcheo representativa U-04.	98
Figura 69: Falla tipo piel de cocodrilo representativa U-05.	100
Figura 70: Falla tipo piel de cocodrilo representativa U-06.	101
Figura 71: Falla tipo Ahuellamiento representativa U-07.....	103
Figura 72: Falla tipo Huecos representativa U-08.	104



Figura 73: Falla tipo desprendimiento de agregado representativa U-09.....	106
Figura 74: Falla tipo Agrietamiento en Bloques representativa U-10.	107
Figura 75: Falla tipo Huecos U-11.....	109



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Criterios de mantenimiento rutinario.....	26
Cuadro 2: Restablecer el mantenimiento periódico.....	27
Cuadro 3: Criterios para el nivel de rehabilitación.....	28



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1: Valor deducido más alto (CDV) vs. Numero de valor	76
Grafico 2: Corrección de los valores deducidos	76
Grafico 3: Sección del Pavimento 8.00m. X 1,300 m.	82
Grafico 4: Cálculo del Valor de Deducción para una falla Tipo 15.	85
Grafico 5: Cálculo del Valor de Deducción para una falla Tipo 19.	86
Grafico 6: Cálculo del Valor de Deducción para una falla Tipo 13.	86
Grafico 7: Cálculo del Valor de Deducción para una falla Tipo 11.	87
Grafico 8: Corrección del Valor Deducido para pavimentos asfálticos.	90
Grafico 9: Resultado final de la U-01.....	91
Grafico 10: Cantidad de fallas según tipo.....	111
Grafico 11: Picos más altos por tipos de fallas.....	111
Grafico 12: Unidad de muestra con cantidad de fallas.	112
Grafico 13: Picos más altos según Unidad de Muestra.....	113
Grafico 14: Resultados por tipología de Fallas y Nivel de Severidad.	113
Grafico 15: Resultados de tipo de Fallas y grado de severidad.	116
Grafico 16: Resumen porcentuales del PCI, según clasificación.	117
Grafico 17: Resultado PCI promedio Final.	118
Grafico 18: Resumen del metrado de la propuesta de conservación vial.	125



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fallas de pavimentos flexibles – deformaciones	30
Tabla 2: Fallas pavimentos – fisura y grietas	31
Tabla 3: Fallas Pavimentos Flexibles – Desprendimientos.	32
Tabla 4: Fallas en pavimentos flexibles – afloramiento.	32
Tabla 5: Niveles de Severidad	56
Tabla 6: Rango y Clasificación del pavimento.....	78
Tabla 7: Formato para la unidad de muestra N° 01.	84
Tabla 8: Calculo densidad: muestra N° 01.....	85
Tabla 9: Resumen de los valores de deducción, muestra N° 01.....	87
Tabla 10: Valores deducidos de la muestra N° 01.	88
Tabla 11: Valores admisible “m”, muestra N° 01.....	89
Tabla 12: Valor deducido corregido, muestra N° 01.....	90
Tabla 13: Cálculo de densidad y valor deducido de la U-01	92
Tabla 14: Cálculo del PCI de la U-01	93
Tabla 15: Cálculo: densidad y valor deducido de la U-02	94
Tabla 16: Cálculo del PCI de la U -02	95
Tabla 17: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U-03.....	96
Tabla 18: Cálculo del PCI de la U -03	96
Tabla 19: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U -04.....	97
Tabla 20: Cálculo del PCI de la U -04	98
Tabla 21: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U -05.....	99
Tabla 22: Cálculo del PCI de la U -05	99
Tabla 23: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U -06.....	100



Tabla 24: Cálculo del PCI de la U -06	101
Tabla 25: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U -07.....	102
Tabla 26: Cálculo del PCI de la U -07	102
Tabla 27: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U-08.....	103
Tabla 28: Cálculo del PCI de la U-08	104
Tabla 29: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U-09.....	105
Tabla 30: Cálculo del PCI de la U -09	105
Tabla 31: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U-10.....	106
Tabla 32: Cálculo del PCI de la U-10	107
Tabla 33: Cálculo densidad y valor deducido U-11	108
Tabla 34: Cálculo PCI - U -11	108
Tabla 35: Resumen de número de fallas según tipo.	110
Tabla 36: Resumen PCI por unidad de muestra	117
Tabla 37: PCI de las unidades de muestras de la sección.....	119
Tabla 38: Propuestas de conservación vial, según tipo de falla.....	123
Tabla 39: Resumen de metrados por unidad de muestra.	124
Tabla 40: Resumen de metrados de toda la vía analizada excepto las unidades de muestra.	124
Tabla 41: Resumen de conservación de la vía por tipo de actividad.	125



ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Fórmula de muestreo.	72
Ecuación 2: Formula para hallar el valor	73
Ecuación 3: Formula para seleccionar	74
Ecuación 4: Formula para hallar el número.....	75
Ecuación 5: Fórmula para hallar el PCI final	77
Ecuación 6: Fórmula para PCI final.....	77



RESUMEN

Para diseñar, planificar y elaborar la presente tesis hemos realizado un diagnóstico de los usuarios de la pavimentación de la Avenida Panamericana de la ciudad de Puno. Para que esta obra sea en beneficio de la población puneña y de las demás provincias se ha preparado como objetivo calcular las condiciones del tipo de infraestructura vial de la Avenida Panamericana de la Ciudad de Puno.

Como hemos indicado en el párrafo antecedente, primeramente se hizo el trabajo de campo. En esta etapa hemos recolecto datos significativos de las fallas arquitectónicas y de la ingeniería en la construcción de la avenida de estudio. Como resultado hemos visualizado varios tipos de fallas en los respectivos niveles que oscilan entre leve, moderados y severos. Para esta actividad, hemos agrupado las fallas para luego proceder el trabajo a fin de obtener las respuestas mediante las observaciones por unidades de muestra en la totalidad de longitud de 1,300 metros en un área de 10,400.00 m². Para ello se ha utilizado 11 unidades muestrales.

Respecto al estado en el que se encuentra la infraestructura vial de la Avenida Panamericana de la ciudad de Puno, podemos decir que se encuentra en un estado Regular según el cálculo del PCI igual a 47, por lo que es necesario subsanar las fallas y deterioros más severas en la evaluación del pavimento, esto para ofrecer a los peatones seguridad y comodidad al transitar.



Finalmente, se ha recomendado dentro de las propuestas de conservación vial, 02 actividades: conservación rutinaria y el tratamiento de fisuras y grietas, los parchados superficiales y de profundo en calzada mediante las actividades de conservación periódica. El sellado asfáltico, según las fallas evaluadas, urge ejecutar una vía alterna que cumpla misiones de circulación de vehículos hasta lograr el servicio de tránsito cuando comenzó su vida útil.

Palabras claves: Índice de condición, pavimento, infraestructura vial, tipo de fallas, PCI.



ABSTRACT

To design, plan, and develop this thesis, we conducted a needs assessment of the users of the Panamericana Highway paving project in the city of Puno. To ensure this project benefits the population of Puno and other provinces, the objective was to calculate the road infrastructure conditions of the Panamericana Highway in the city of Puno.

As mentioned in the preceding paragraph, the fieldwork was conducted first. During this stage, we collected significant data on the architectural and engineering flaws in the construction of the avenue under study. As a result, we identified several types of flaws at varying levels, ranging from minor to moderate to severe. For this analysis, we grouped the flaws and then proceeded to obtain the necessary information through observations of sample units along the entire 1,300-meter length of the avenue, covering an area of 10,400 square meters. Eleven sample units were used for this purpose.

Regarding the condition of the Panamericana Highway infrastructure in the city of Puno, we can say that it is in a fair state according to the PCI calculation equal to 47, so it is necessary to correct the most severe failures and deterioration in the pavement evaluation, in order to offer pedestrians safety and comfort when traveling.

Finally, the road maintenance proposals recommend two activities: routine maintenance and the treatment of cracks and fissures,



including surface and deep patching of the road surface through periodic maintenance. Based on the assessed defects, the asphalt sealing urgently requires the construction of an alternate route to allow vehicle traffic until the road's service life is restored.

Keywords: Condition index, pavement, road infrastructure, type of failures, PCI.



INTRODUCCIÓN

Las principales avenidas del tránsito vehicular como de los transeúntes en la ciudad de Puno, presentan serios problemas debido al mal estado que se encuentran. La mayoría de los pavimentos, en poco tiempo de su uso se han constatado diferentes tipos de fallas que dificultan normal circulación de vehículos por estas avenidas.

Con el incremento incesante del parque automotor en la ciudad de Puno, la pavimentación de las calles ya no soporta vehículos con cargas de alto tonelaje. Como consecuencia, los pavimentos ejecutados hace menos de cinco años presentan características nefastas en la construcción, las causales propias pueden ser mala formulación en el diseño estructural, sin prever el drenaje adecuado con las características de la ingeniería actualizada.

Además, estas fallas con respecto al pavimento no se ha previsto también cumplir en su tiempo la utilidad que ha de cumplir en la vida de la población beneficiada, tales como, defectos en la construcción, volúmenes de tránsito no esperados, falta de mantenimientos permanente, cargas excesivas de peso limitado, etc.

En la ejecución de la investigación hemos aplicado una estrategia de índice numérico para subsanar pavimentos deteriorados que se encuentra en pésimo estado conservación de los responsables de la inspección visual y tipificación de daños con incidencias en los tres niveles (bajo, medio y alto).

El PCI es un instrumento arquitectónico que ayuda a identificar las fallas y ejecutar con el trabajo en gabinete para la evaluación de los aditamentos de la infraestructura. Dentro de la categoría de la preservación y mantenimiento del pavimento que muestran los



resultado será evaluado con el apoyo de instrumentos pertinentes de la ingeniería y arquitectura a fin de lograr una solución para el tránsito de vehículos y peatones.

La metodología no experimental, es llamado también descriptiva, aquí se han analizado el tipo del pavimento, tipo de daños producidos, severidad de la infraestructura vial Avenida Circunvalación de la ciudad Puno.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. EL PROBLEMA

El ámbito circundante de la ciudad de Puno se presenta una deficiencia de tránsito vehicular de vías de circulación por carreteras pavimentadas, debido a la demanda de nuevas vías debidamente en estado de conservación y mantenimiento.

La tesis tiene el propósito de prever el estado de conservación del pavimento sin fallas en la construcción ni estados de deterioro con buen nivel de conservación y mantenimiento vial de la Avenida Panamericana, para que el tránsito vehicular cumpla con los requisitos técnicos mínimos para trasladarse libremente, ya que por las características referentes al tráfico pesado; coadyuvando acceso a Puno. Por otra parte, hace notar claramente que este tramo necesita un tratamiento especial por lo descrito anteriormente ya que implica entrada y salida a la Ciudad de Puno.

La Ciudad de Puno es la capital de la región de Puno, es el centro urbano de mayor jerarquía en la región porque concentra importantes actividades económica y cultural de la región. Sus principales actividades son la agricultura, ganadería, turismo, gastronomía. Además, genera importantes flujos de bienes y servicios para las personas que necesitan los servicios de transporte: aéreo, ferroviario, lacustre y terrestre. El más importante resulta el transporte terrestre por su capacidad de movilizar grandes volúmenes de carga y pasajeros con altas frecuencias.

Es necesario resaltar que la infraestructura vial de la Avenida Panamericana de la actualidad es una vía que actualmente se encuentra en mal estado de conservación y mantenimiento siendo una vía de mucha importancia para el público usuario.

1.2. FORMULACIÓN

1.2.1 Problema general

¿En qué nivel de mantenimiento se encuentra la infraestructura del pavimento vial Avenida Panamericana de Puno?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuáles condiciones índices pavimento ofrece a los usuarios la infraestructura vial Avenida Panamericana de Puno?
2. ¿Qué tipos de fallas constructivas se ha detectado en la infraestructura vial de la Avenida Panamericana Sur y cómo se prevé solucionar para una buena prestación de servicios de tránsito a la sociedad puneña?

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.3.1. Académica

Académicamente, la tesis pone en evidencia de encontrar e identificar las causales primigenias que afectan con las eminentes fallas que tienen como origen el tránsito de vehículos de carga pesada y fenómenos de la naturaleza (lluvia, granizada, helada, etc.)

1.3.2. Técnica

Para encarar la importancia de nuestra investigación, hemos elevado su aplicabilidad utilizando el método cuantitativo para identificar el estado actual de la



pavimentación vial Avenida Panamericana Puno, los resultados de esta tesis será una fuente de consulta obligatoria por nuevas investigaciones del sistema vial que se propone a construirse toda la ribera costanera del lago Titicaca.

1.3.3. Social

Con los resultados obtenidos de la tesis, los beneficiados son la población de la ciudad de Puno; pues, sin embargo, el presente colocaremos a las dependencias correspondientes para que sirva como una investigación de apoyo para subsanar problemas latentes que siempre existe en nuestra ciudad de Puno.

La ingeniería civil maneja varios métodos para verificar las condiciones determinantes de la conservación del pavimento de una carretera.. Para esta actividad, inicialmente, se realiza un diagnóstico visual de la infraestructura a fin de identificar la situación de severidad de la construcción para complementar su aplicación en sistemas especializados.

Este método mide exhaustivamente la situación en la que se encuentra su uso en el tránsito de vehículos motorizados y peatones. Entonces, para la detección de posibles problemas de fallas arquitectónicas e ingeniería, se reportan datos como fuentes de primera mano a fin de buscar el método más confiable en el estado en que se encuentra la avenida con las fallas ubicadas en los diferentes tipos de deterioro.

Entonces, la tesis muestra una justificación práctico y real del sedimento de la infraestructura vial en la Avenida Panamericana para luego determinar nuevas propuestas más tecnificadas con el apoyo de la tecnología moderna; por consiguientes, el beneficiario de esta tesis será la ciudad de Puno y todo el parque automotor que circula por la Avenida Panamericana en particular, ya que se convertirá en una vía de gran utilidad por donde circula vehículos de alto y bajo tonelaje que



obligadamente tienen que pasar para las ciudades de Cusco, Arequipa, Moquegua, Tacna y Bolivia.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Identificar el nivel actual de mantenimiento que se encuentra la infraestructura vial Avenida Panamericana de Puno para prestar un servicio puntual del tránsito a la sociedad.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Determinar las condiciones de índices de pavimento ofrece a los usuarios la infraestructura vial Avenida Panamericana de la ciudad de Puno.
2. Identificar el nivel de deterioro y fallas producidas en la infraestructura vial Avenida Panamericana y prever la estrategia para subsanar para la prestación de servicios de tránsito a la sociedad puneña.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

El nivel de conservación del pavimento vial Avenida Panamericana de Puno tiene condiciones regulares para la normal circulación vehicular según el rango de clasificación del PCI.

1.5.2. Hipótesis específicas

1. Las condiciones de índice de pavimento de la infraestructura vial Avenida Panamericana de la Ciudad de Puno muestra condiciones de rango de clasificación Regular y se prevé realizar un mantenimiento de conservación.



2. Los deterioros y fallas producidas en la superficie del pavimento vial Avenida Panamericana de Puno se ha identificado que el daño más crucial es la piel de cocodrilo con el nivel de severidad Media.

1.6. VARIABLES E INDICADORES

1.6.1. Independiente

- ✓ Índice de Condición

Indicadores: Factores de Deterioro y causas

- Dimensión (m², m, N°).
- Severidad (Alta, media y baja).
- PCI (0 = fallado; 100 = excelente).

1.6.2. Dependiente

- ✓ Pavimento en la infraestructura vial Avenida Panamericana.

Indicadores: De acuerdo al estado actual de la vía.

- Conservación vial (m, m²).



1.7. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

		INDICADORES	ÍNDICE
VARIABLE INDEPENDIENTE	Índice del Pavimento Nivel de severidad Avenida Panamericana Puno.	Dimensión	✓ m2 ✓ m. ✓ N°.
		Severidad	✓ Alta. ✓ Media. ✓ Baja.
		PCI	✓ 0 = fallado ✓ 100 = excelente
VARIABLE DEPENDIENTE	Mantenimiento de infraestructura vial Avenida Panamericana.	Conservación vial	✓ mm2.



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Internacional

Marya J, S. (2010). Investigación: "Evaluación Integral de la Vía Local Cumaná-Cumanacoa, Municipio Montes, estado de Sucre, Venezuela. **Objetivo:** determinar el estado del pavimento, drenaje, demarcación, limpieza de brocales y uso de dispositivos de señalamiento. **Estrategia:** hecha el recorrido del tramo en estudio, hemos reportando varios informes válidos para prever las condiciones necesarios para el pavimento con el Método PCI. **Resultados:** la investigación de pavimento realizado con el método PCI, se ha detectado el valor de PCI igual a 30,4; ubicando el tramo en la escala averiada que se encuentra en situación mala. **Recomendaciones:** realizar seguimiento permanente por los ingenieros civiles y arquitectos de proponer rehabilitación de tramos deteriorados por las fallas para mejorar la circulación del tránsito vehicular de servicio a la comunidad.

Kyungwon, P. et al (2007). "Técnica de daños en la superficie de pavimento asfáltico por el ASCE, Estados Unidos". **Objetivo:** identificar los daños más rigurosos que producen en la superficie del pavimento asfáltico según el índice de PCI. **Estrategia:** la información se ha recogido en base a los datos de daños producidos en la región Atlántico Norte de Estados Unidos

con el apoyo del software que calcula las condiciones de deterioros producidos.

Conclusión: El modelo de regresión lineal de las condiciones del pavimento ha permitido considerar la rugosidad en el tratamiento de la obra para la prevención del mantenimiento del pavimento.

2.1.2. Nacional

Rodríguez V. (2009) "Tesis: "Cálculo del índice de condición de la infraestructura Avenida Luis Montero, Piura". **Objetivo:** aplicar en todo el recorrido de la vía Avenida Luis Montero de Piura el método Índice de condición el pavimento. **Metodología:** se ha identificado fallas en mil doscientos metros lineales que afecta la libre circulación de los vehículos. **Conclusión:** las fallas del pavimento son de tipo funcional, afecta considerablemente el tránsito de los vehículos; se recomienda disminuir la velocidad de tránsito en lugares de riesgo para no dañar más la estructura de la infraestructura.

Rabanal P. (2014) "Tesis: "Análisis del Estado de conservación del Pavimento Evitamiento Norte, Cajamarca". **Método:** la investigación brinda un sustento teórico-práctico para evaluar las fallas, agrietamientos y deformaciones de la infraestructura que dificulta la velocidad de los vehículos y produce congestionamiento del tráfico. **Conclusión:** el pavimento de la vía norte de Cajamarca tiene un buen mantenimiento con la aplicación de slurry seal de riego pulverizado.

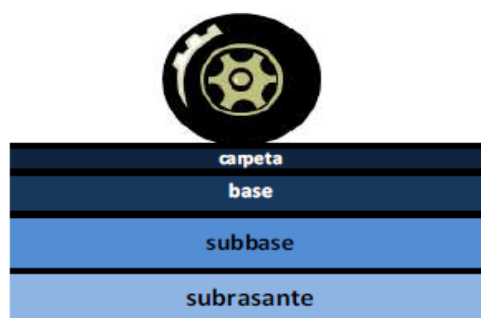
2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. PAVIMENTO

COYLA, D. (2008) indica: "componente natural derivado de petróleo crudo que se destila para preparar el asfalto". La obtención del asfalto sigue procesos naturales en combinación con materiales libres donde se incluyen minerales, agua y otras sustancias del subsuelo. El asfalto tiene tres ingredientes: aceites, resina y asfáltenos.

El MTC, (2013) "la estructura del pavimento tiene varias capas ubicada desde la sub-rasante del suelo hasta la superficie del camino.

Figura 1: Esquema estructural de un pavimento flexible



Nota: Pavimento Flexible.

2.2.2. CLASIFICACIÓN DEL PAVIMENTO

Existen 3 tipos de pavimentos:

- a) Flexibles.
- b) Semirrígidos o Híbridos.
- c) Rígidos.

a) Pavimentos flexibles

Este tipo de pavimentos flexibles está constituido por capas granulares, carpeta asfáltica en frío y en caliente con materiales agregados.

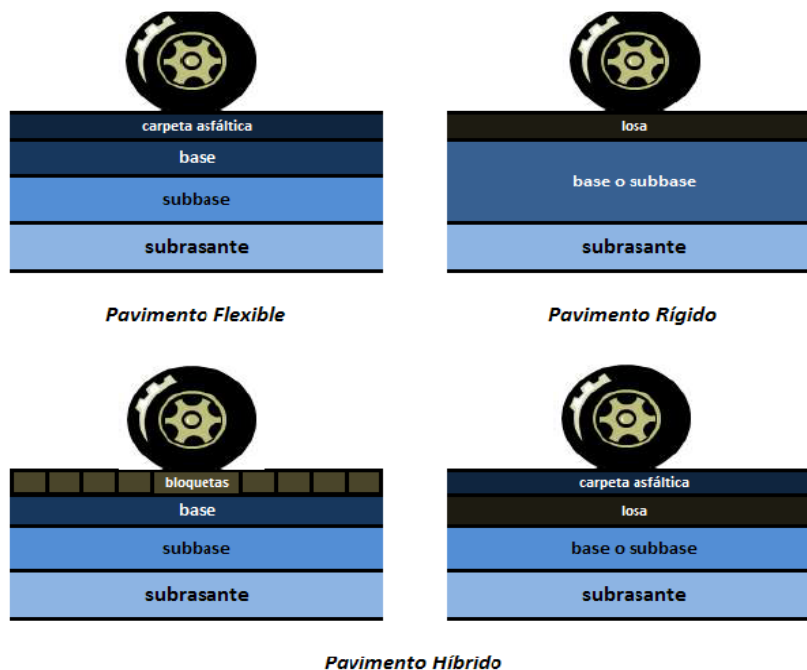
b) Pavimentos híbridos

Está compuesta con la combinación de capas asfálticas con cemento y cal.

c) Pavimentos rígidos

La pavimentos presenta una estructura compuesta con base granular que estabiliza el asfalto, cal y cemento hidráulico y aditamentos aditivos.

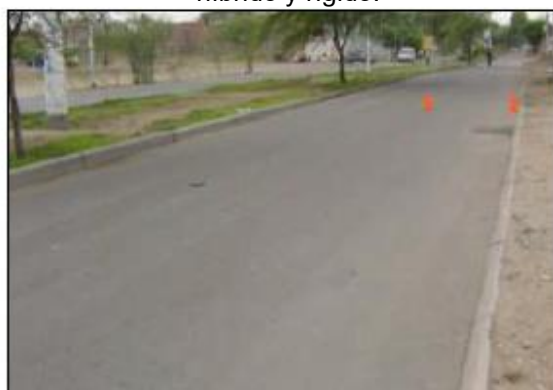
Figura 2: Paquete estructural para pavimento flexible



Nota: Paquete Estructural.

En la Figura 3, visualizamos los tipos de pavimentos flexible, semirrígido o híbrido y rígido.

Figura 3: Tipos de pavimentos: flexibles, híbrido y rígido.



Pavimento flexible o asfáltico.



Pavimento rígido o hidráulico.



Pavimento híbrido o mixto.

Nota: Tipos de Pavimentos.

2.2.3. PAVIMENTOS URBANOS FLEXIBLES

a) Carpeta asfáltica

- ✓ **Rodamiento de la superficie.** Debe tener condiciones topográficas y de la construcción de la ingeniería con las proporciones de una superficie uniforme en cuanto se refiere a la textura, color y estable para la circulación del tránsito vehicular.
- ✓ **Impermeabilidad.** Prever que la infraestructura de la pavimentación no debe empozar el agua porque perjudica su mantenimiento para la circulación vial del transporte.

- ✓ **Resistencia.** De acuerdo al diseño y ejecución de la obra, la infraestructura de la pavimentación debe estar con una estructura de resistencia para el transporte de vehículos d carga pesada.

b) Base

- ✓ **Resistencia.** Como habíamos mencionado en el párrafo anterior, la resistencia del pavimento va depender del diseño, organización de aditamentos. Pues, las sub base y la sub rasante son elementos principales para el mantenimiento y conservación del pavimento.
- ✓ **Función económica.** Toda obra necesita una inversión específica para la construcción de la infraestructura. Pero, en este caso, la carpeta asfáltica, es la base que fundamente lo que se refiere la función económica con respecto a la sub base.

c) Sub-base

- ✓ **Función económica.** En la ejecución del pavimento es imprescindible organizar las funciones de las capas asfálticas. En efecto, el espesor del nivel de la sub rasante debe tener una disposición más solvente para que muestre una resistencia de calidad. Para ello, es recomendable distribuir el uso de las capas más certificadas haciendo más detalle la parte superior del pavimento que la capa de la parte inferior.
- ✓ **Capa de transición.** Esta parte corresponde al diseño de la infraestructura de la pavimentación. Aquí se prevé el uso de materiales requeridas como base para el buen uso de la obra, con proyecciones de que el pavimento no sea perjudicado con la filtración del agua a la base. Asimismo, la temperatura (heladas), que pueden absorber la capa de sub base de la infraestructura.

- ✓ **Resistencia.** En el proceso de la construcción el pavimento se debe prever colocar materiales que soporte la resistencia de la obra por donde transitan los vehículos de alto tonelaje colocando como muestra de resistencia las capas que pueden impedir las rajaduras y el resquebrajamiento del nivel del pavimento adecuado a la sub rasante.
- ✓ **Drenaje.** Es un sistema de aguardar la conservación y mantenimiento del pavimento en las cunetas mediante el sistema de drenajes en los costados de la infraestructura limitando la formación de ríos y lagunas en bermas del pavimento impidiendo la ascensión capilar.

d) Sub-rasante

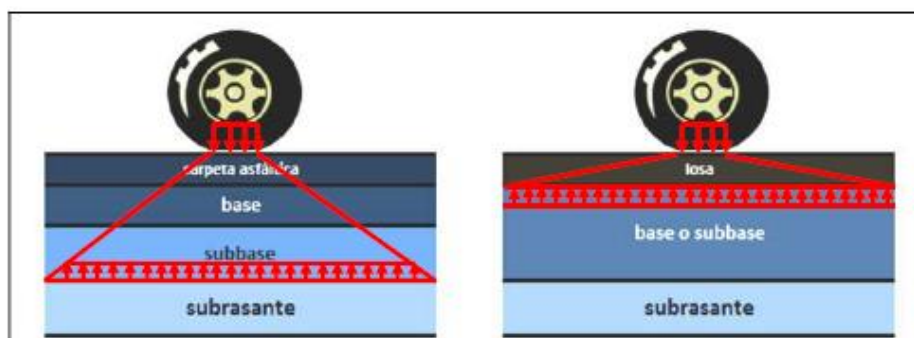
Para la construcción del pavimento requiere de terrenos sobriamente saneados de buena ubicación para el levantamiento de la infraestructura. Una de estas acciones es que los ingenieros constructores tienen que verificar el terreno sub-rasante, identificado como la capa que tiene la misión de soportar el paquete estructural de la construcción que se extiende hasta la base de la profundidad para soportar vehículos con bastante carga pesada.

La experiencia del ingeniero civil y el arquitecto son profesionales conocedores de las estructuras del terreno; sus componentes de corte específica de acuerdo a las características del suelo. Además, se debe propender estudiar las propiedades transversales para que el pavimento cumpliendo los requisitos exigidos con la afluencia de la humedad del suelo.

e) Terreno de fundación

En el proyecto de construcción debe estar compuesto por un terraplén o cortes para aplicar necesariamente rellenos de profundidad con materiales que pueda resistir como soporte del peso elevado de vehículos de alto tonelaje. Entonces, se recomienda para ambos casos (terraplén y corte) utilizar la cota geométrica del sub-rasante. Vale recordar que para estos casos la ingeniería civil utiliza el módulo resiente (MR). El uso de este módulo ha sido ampliamente investigado en la construcción de pavimentos por diferentes compañías de construcciones, generalmente en los Estados Unidos.

Figura 4: La carga en pavimentos (flexibles Izquierda) y (rígidos derecha).



Nota: Carga en Pavimentos.

2.2.4. CICLO DE VIDA DE PAVIMENTOS

MENÉNDEZ J. (2003) indica: “Los caminos tienden a sufrir fallar como el resquebrajamiento por abundante agua, tráfico intensivo de vehículos de carga pesada. Estos agentes son considerados menor y mayor porcentaje en la conservación de las vías de tránsito.

El problema tan álgido que sufre un camino para su deterioro inminente oscila mediante varias etapas; en un inicio el deterioro se va apareciendo algunas rajaduras leves un poco invisible, pasa por una etapa

de formación crítica donde limita una transitabilidad normal del vehículos que finalmente se ha deteriorado rápidamente que no permite circular normalmente los vehículos de alto y bajo tonelaje.

Vendo estas circunstancias tan apremiantes, el mantenimiento eficaz de la vía afectada con el deterioro y recobrar la rehabilitación normal del servicio no se realiza tan rápidamente; se tiene que realizarse un diagnóstico de las causas del deterioro y preparar materiales y el tiempo a utilizar a fin de pasar los efectos de los agentes que han actuado para el deterioro del camino, analizando previamente la inversión requerida a corto y largo plazo.

Las empresas encargadas de mantener solamente atañan arreglar algunas fallas superficiales que se presentan con los elevados dizques también insuficientes. Los agentes que van dañando poco a poco la estabilidad del camino que con el transcurrir del plazo dispuesto se va aumentando como una vía no apto para la circulación de vehículos.

Las carreteras presenta ciertas características de deterioro en casi a nivel mundial. Estos ciclos pasan ciertos procesos y se ven según los estudios específicos cuatro fases. Veamos:

Fase A: Construcción

La construcción de caminos, conforme a las exigencias del arquitecto e ingeniería civil, deben ser sólidamente construidas sin ninguna falla arquitectónica. Una vez acabada el trabajo entra en servicio en el tránsito de vehículos de bajo y alto tonelaje.

El camino debe ser observado continuamente hasta concluir la obra con la tecnología moderna. (Punto A de la figura 5).

Fase B: Deterioro lento

Conforme va pasando los años, el camino al ser usado por diferentes tipos de vehículos se va experimentando en su estructura externa. Este desgaste inicial contagia rápidamente casi a mayor parte de la vía que poco a poco va perjudicando el tránsito de vehículos livianos porque los pesados circulan con normalidad. Se ve que las causantes del resquebrajamiento de la vía por factores del clima, abundante agua de lluvias.

La tecnología moderna de la infraestructura de caminos, cuando se observa este tipo de anomalías interviene diferentes medidas de subsanar para mantener la conservación de la superficie de rodadura y afianzar obligatoriamente limpieza del drenaje a fin de permitir el servicio normal de vehículos.

Este caso, observamos (figura 5) se observa aparentemente en buen estado, mientras si existe el desgaste. En sí, el camino sigue prestando sus servicios a los usuarios en condiciones de mala conservación.

Fase C: Deterioro acelerado

La infraestructura vial no siempre permanece intacto durante muchos años desde su inauguración y puesta al servicio de la sociedad. A medida que va pasando los años de uso, y por la circulación incesante de vehículos de alto tonelaje la superficie de la vía se observa la rodadura y otros aditamentos de la capa del camino han sufrido estado de "agotamiento"; como consecuencia muestra limitando tránsito vehicular (ver figura 5).

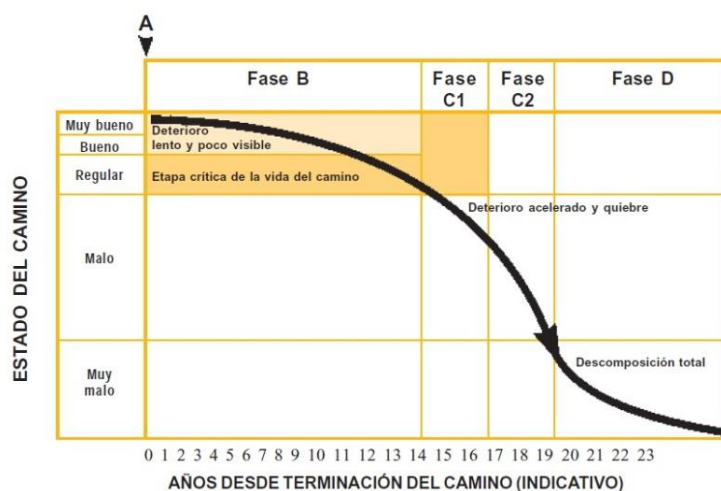
Aparentemente, se observa que el camino está en un estado de

agotamiento físico, se aprecia que la estructura básica está enfermo, dañada.

Fase D: Descomposición total

El camino devastado con tantos daños, se queda como una vía intransitable, se encuentra en su última etapa de existencia, como consecuencia su total destrucción y abandono por varios años. El tránsito de vehículos es limitado, el servicio ha bajado considerablemente, no hay garantía de libre tránsito vehicular tanto de bajo y alto tonelaje de peso. Su costo de operaciones es muy alto, como consecuencia los vehículos abandonan de circular por estas vías.

Figura 5: Ciclo de vida sin Mantenimiento.

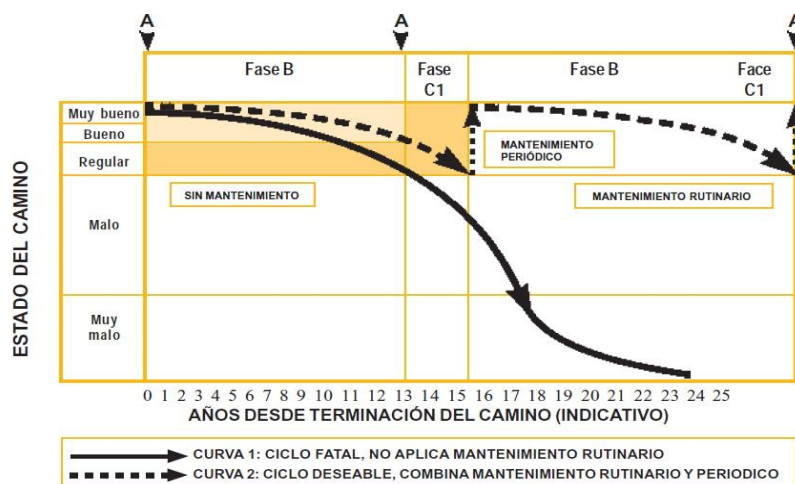


Nota: Ciclo de Vida.

2.2.5. CICLO DE VIDA DESEABLE

Una vía sin cuidado y mantenimiento entra a una etapa de fin de su uso, que podríamos denominar "fatal", puesto que la falta de mantenimiento adecuado para el servicio a la sociedad, ha perdido el rango su utilidad por casos de abandono.

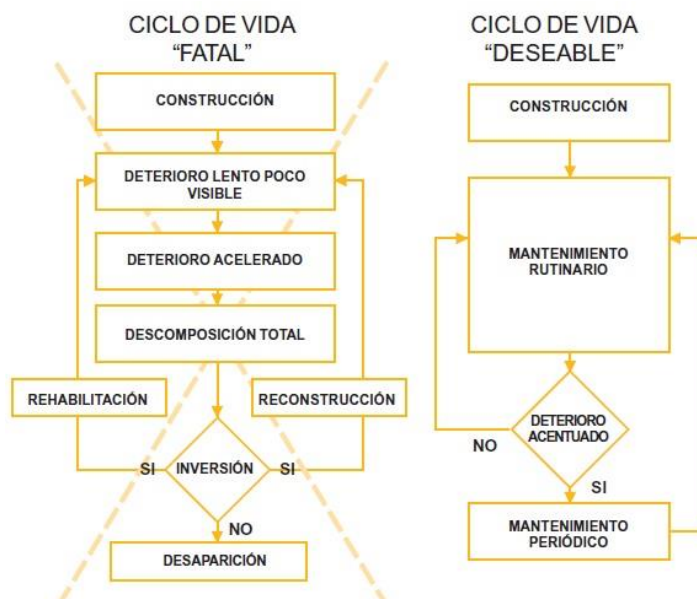
Figura 6: Vía con y sin mantenimiento.



Nota: Ciclo de vía deseable.

Presentamos el flujo de circulación terrestre sin mostrar el mantenimiento y la otra vía con mantenimiento, se observa claramente las faltas que se presentan en ambas vías, una de ellas totalmente deterioro, mientras que la otra por prestación de mantenimiento rutinario, presenta algunas rajaduras.

Figura 7: Flujo de vida "fatal" y "deseable".



Nota: Flujo de vida.

Estos casos podemos viabilizar con presunción urgente de estabilizar su servicio a la sociedad realizando en un tiempo presumible para la conservación normal. Para esta actividad, se recomienda rehabilitar un nuevo camino de categoría secundario o auxiliar hasta habilitar en óptimas condiciones de servicio la vía principal. Si no se presume arreglar a tiempo, la vía se va desgastándose de su vida "natural" llegando como consecuencia convertirse en una vía no servible para el tránsito vehicular.

2.2.6. CONSERVACIÓN

Para determinar la conservación vial se requiere que la infraestructura este inspeccionado por especialistas de la rama las diferentes etapas de proceso y magnitud de trabajos que va requerir para viabilizar el mantenimiento según los requisitos exigidos por la inspectoría general de la rehabilitación de vías de nivel terrestre.

Mantenimiento rutinario

Consiste en habilitar la circulación terrestre a nivel local con la limpieza bermas, drenaje (zanjas, cunetas, taludes laterales y algunos dispositivos durante al año.

Actividades a realizarse:

- Constante limpieza de calzadas y derrumbes.
- Reparación de la rodadura superficial.
- Limpieza y arreglo de drenajes.
- Desmonte de arbustos naturales.
- Mantenimiento de señalizaciones de tránsito.

Cuadro 1: Criterios de mantenimiento rutinario.

MANTENIMIENTO RUTINARIO	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado	mayor o igual a 10 centímetros
Bombeo	de 2 a 3 %
Baches, encalaminados	de 0 a 10 %
Ahuellamientos, hundimientos	de 0 a 5%
Señalización	sí cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas	limpias
Puentes, pontones, muros de contención y badenes	en buen estado

Nota: Criterios a considerar.

Mantenimiento periódico

En el mantenimiento rutinario de vías de transporte son generalmente son periódicas, donde la conservación de la superficie del pavimento se realizan durante el año en ciertas épocas. Las actividades “periódicas” ejecutan durante una época del años a ver que ciertas partes de la vía están con riesgo de fallar la superficie y es urgente el tratamiento y renovación correspondiente.

Aquí se agrupan así:

- Dirigir las partes dañadas de la vía circulación.
- Preparar proyectos para realizar la reparación de averías que presentan la superficie vial con obras de arte.
- Destinar presupuesto para el mejoramiento de reparación del sistema de drenajes etc.

Cuadro 2: Restablecer el mantenimiento periódico

MANTENIMIENTO PERIÓDICO	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado	de 5 a 10 centímetros
Bombeo	menor a 2%
Baches, encalaminados	de 10 a 40 %
Ahuellamientos, hundimientos	de 5 a 15%
Señalización	no cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas	limpias a medianamente colmatadas
Puentes, pontones, muros de contención y badenes	en estado bueno a regular

Nota: Mantenimiento Periódico.

Rehabilitación

Es una modalidad del tratamiento de poner en actividad la vía de circulación terrestre al ver que se encuentra dañada la superficie. Por tanto, consiste verificar toda la superficie del pavimento a fin de ejecutar el proceso de demolición parcial de la estructura dañada por algún efecto exterior. Este tipo de rehabilitación se realiza cuando el camino se encuentra en un estado de deterioro por la intensa circulación de vehículos de carga pesada y por la presencia de fenómenos climatológicos que daña constantemente el camino.

Las actividades propuestas son las siguientes:

- Restablecer con urgencia la estructura superficial de la vía para un buen servicio de circulación terrestre.
- Mejorar permanentemente el drenaje y cunetas.

Cuadro 3: Criterios para el nivel de rehabilitación.

REHABILITACIÓN	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado	menor a 5 centímetros
Bombeo	menor a 2 %
Baches, encalaminados	de 40 a 60 %
Ahuellamientos, hundimientos	de 15 a 30 %
Señalización	no cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas	medianamente colmatadas a colmatadas
Puentes, pontones, muros de contención y badenes	en estado malo

Nota: Criterios a considerar.

Mejoramiento

Es la técnica de realizar actividades limpieza de los elementos adherentes de la pavimentación, tales como el drenaje, las cunetas, etc. Ciertas partes de la construcción de los caminos se encuentran dañadas y presentan ciertas fallas por alguna causa, entonces deben ser inmediatamente intervenidas para ejecutar su mejoramiento a fin de poner en orden el servicio de circulación del tránsito.

Reparaciones de emergencia

Es la ejecución de intervenir de emergencia las partes dañadas de caminos para reconstruir y rehabilitarlo de emergencia para el tránsito normal de los caminos en estado regular.

2.2.7. FALLAS EN PAVIMENTOS

MONTEJO, F. (2006) "la ingeniería civil, entendemos por falla de pavimento los distintos tipos de averías y daños que se presentan continuamente en el normal funcionamiento del tránsito vial" (49).

Las fallas son producidas por factores internos y externos de la infraestructura. Una de ellas, el. De mayor seguridad son el diseño arquitectónico y la puesta de la construcción por el ingeniero civil y sus

trabajadores. Otros casos intervinientes son el mal uso de materiales equilibrados conformes el nivel y el tipo del terreno que causan el deterioro progresivo del pavimento.

El quebrantamiento del pavimento presentan dos tipos de fallas: estructurales y funcionales. Las estructurales son originadas por la mala aplicación de paquetes del caso del pavimento, más que todo un acabado pobre y falta de una implementación científica de la capa asfáltica que influye considerablemente el deterioro de las capas por en el tránsito de vehículos de carga pesada. Las fallas funcionales es por la no utilización de los materiales exigidos y disponibles en las construcción y terminación de la superficie de rodadura, la pista y la seguridad.

2.2.8. FALLAS PAVIMENTOS ASFALTICOS

Las Tablas 01 al 04 se observa los diferentes tipos de fallas.

Una característica común de fallas más visibles se observa en pavimentos rígidos. Aquí se observa mayor diversidad de deterioros, los influyentes aquí son problemas económicos, donde los encargados de la construcción minimizan la economía en la adquisición de materiales un poco baratos y consecuencia se observa deterioros y fallas constantes.

Por otra parte, observamos cuatro grupos de fallas: deformaciones, fisuras y grietas, desprendimientos y afloramientos del pavimento. Cada grupo muestra características propias que influyen el deterioro.

Los niveles fallas, asignamos con letras mayúsculas A, B, C y D. Además, se registran el tipo de deteriorado con fotografías reales para prevenir la solución inmediata.

Tabla 1: Fallas de pavimentos flexibles – deformaciones

TIPO DE DEFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	CAUSAS DE LA FALLA	CRITERIOS DE REPARACIÓN
1. ASENTAMIENTO	Presencia de huellas de tránsito con cargas pesadas.	El tránsito de vehículos con cargas pesadas causa el espesor del pavimento, por pobre calidad de materiales empleados	Las zonas deterioradas necesita renovar el pavimento y reconstruir las partes afectadas, colocando sobre capas con dispositivos de sub drenaje.
a) Longitudinales			
b) Transversales	Depresiones localizadas en el eje del pavimento.	Deficiencia en terraplenes y zanjas excavadas del suelo para servicios públicos con algunas capas de resistencia.	Nivelar las zonas afectadas de pavimento hasta la capa de resistencia hasta obtener el perfil adecuado de sub drenaje.
2. BACHES	Depresiones circulares localizadas en el pavimento que advierte pérdidas de materiales.	Deficiente uso de drenaje del pavimento, también se observa insuficiente resistencia de vehículos de alto tonelaje.	Ejecución de parches innecesarios con materiales inadecuados. Efectuar re nivelaciones con concreto asfáltico concebido por la ingeniería de la construcción.
3. ABULTAMIENTOS	Visto las ondulaciones perpendiculares de la vía.	Baja estabilidad por el tránsito de vehículos de cargas pesadas. Deslizamiento de carpetas de drenaje por el uso pobre de la mezcla de capa asfáltica e influencia de intensas lluvias.	Colocar buena nueva capa asfáltica gruesa averiado por influencia tránsito de alto tonelaje y la presencia de intensa lluvias heladas profundas.
4. DESPLAZAMIENTOS DE BORDES	Distorsiones de la capa asfáltica del pavimento.	Falta de un buen uso de la capa asfáltica y estabilidad de rodaduras y bermas; también por la afluencia de tránsito de vehículos pesados.	Urgente reconstrucción de bermas de zonas afectadas de pavimentos poniendo en su estado normal de tránsito.

Nota: Fallas en pavimentos flexibles.

Tabla 2: Fallas pavimentos – fisura y grietas

TIPO DE FISURAS Y GRIETAS	DESCRIPCIÓN	CAUSANTES	REPARACIÓN
5. PIEL DE COCODRILO	Grietas poligonales tamaño de una malla, llamado piel de cocodrilo	Circulación vehículos muy pesados sobre el asfalto muy duro de pavimento con rasantes elástica.	Colocación de sobre capa para mantener con vida el pavimento.
6. LENGUETAS	Aparición de grietas en la capa asfáltica la circulación de vehículos.	Aplicación inadecuada de la capa de rodadura en el tránsito de vehículos pesados y muy lentos.	A grietas pequeñas se debe sellar con capa asfáltica. A grietas pronunciadas remover la capa para estampar un parche.
7. RECTILÍNEAS	Fisuras y grietas en forma paralela cerca al borde por donde circula el vehículo.	Cambio de terraplenes en los suelos húmedos donde están ubicados los drenajes para la circulación de vehículos pesados. Poca resistencia de base de Berma y muy angostas en la zona de terraplén.	Si el problema de la grieta es el agua, colocar asfalto líquido y arena en el nivel con la capa asfáltica para recuperar el normal tránsito de vehículos.
a) Longitudinales			
b) Transversales	Grietas en el eje del pavimento.	Contacto insuficiente entre el corte del terraplén y el espesor de pavimento.	Sella la grieta colocando una sobrecarga para solucionar el caso.
8. OTRAS	Fisuras irregulares en la superficie del pavimento.	Calzadas del terraplén con sobrecarga asfáltica con bases de suelos-cemento que empobrece la infraestructura.	Tomar acciones de rehabilitación vial normal según la existencia de fisuras y grietas del terraplén.
a) Por reflexión			
b) En bloque	Fisuras y grietas poligonales con bordes regulares en ángulos rectos	Mala mezcla de agregados asfálticos con alto contenido de aditamentos exigidos por los especialistas de la ingeniería.	Sellar las grietas averiadas con producto recomendado para el tratamiento superficial

Nota: Fallas en pavimentos flexibles.

Tabla 3: Fallas Pavimentos Flexibles – Desprendimientos.

TIPO DE DESPRENDIMIENTOS	DESCRIPCIÓN	CAUSANTES	REPARACIÓN
9. OJO DE PESCADO	Bordes y bases del pavimento sin hundimientos.	Debilidad escasez del asfalto, capa delgada que fluye la infraestructura.	Ejecutar de inmediato un parche de la grieta del pavimento rellenando con mezcla asfáltica.
10. PERDIDA DE LIGANTE	Pérdida de agregados en la cubierta asfáltica del pavimento.	Mal manejo y uso de agregados, insuficiente cantidad de asfalto y mucha agua.	Parcheo de la grieta con agregado pétreo y con asfalto.
11. DESCASCARAMIENTO	Capa asfáltica muy pobre afecta el pavimento.	Capa sin compactación del espesor del pavimento.	Colocar tratamiento de protección de la obra.
12. PERDIDA DE AGREGADO	El agregado ha sido desplazado por acción del tránsito.	Filtros maltratados en el término de la ejecución de la obra.	Urgente parcheo. Si es daño es grande el tratamiento es dosificado.
13. CABEZAS DURAS	Partículas minerales que aparecen de la superficie de la capa de rodadura.	Deficiencia en las capas de la superficie del pavimento con agregados duros..	Si el problema es importante colocar un sello.

Nota: Fallas en pavimentos flexibles.

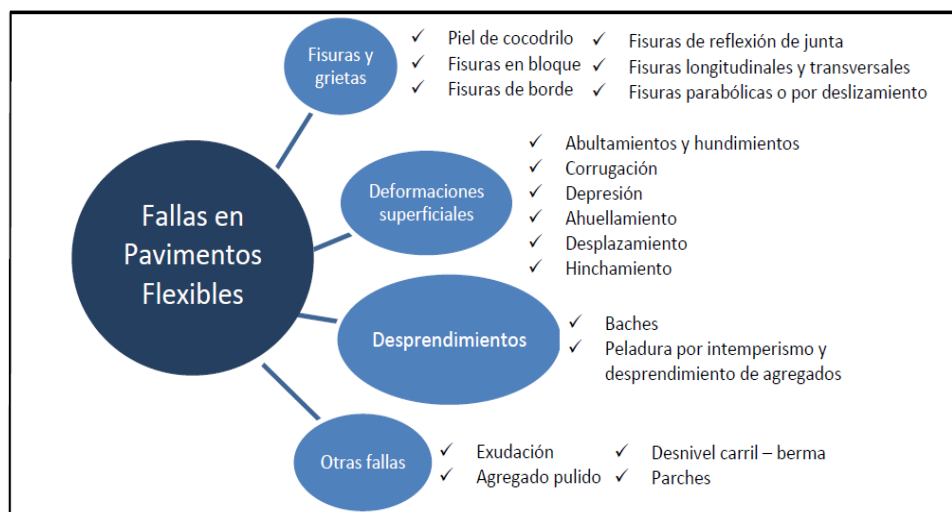
Tabla 4: Fallas en pavimentos flexibles – afloramiento.

TIPO DE AFLORAMIENTO	DESCRIPCIÓN	CAUSAS DE LA FALLA	CRITERIOS DE REPARACIÓN
14. AFLORAMIENTO DE AGUA	Cavidad bien definido sin daños y hundimientos..	Debilidad la caja por falta del asfalto. Resultado se desintegra el pavimento.	Hacer el parcheo. Limpiar el hueco y rellenar con mezcla asfáltica.
15. AFLORAMIENTO DE LIGANTE	Los agregados de la superficie han perdido su cubierta asfáltica.	Deficiente empleo de asfalto y agregados pétreos.	Colocar un sello con agregado pétreo de asfalto.

16. AFLORAMIENTO DE MORTERO	Pérdida de la capa asfáltica sin afectar las capas superiores	Deficiencia del riego de la capa de rodadura permeable según el espesor establecido.	Colocación de un tratamiento superficial de protección.
------------------------------------	---	--	---

Nota: Fallas en pavimentos flexibles.

Figura 8: Fallas pavimentos flexibles



Nota: Fallas en pavimentos flexibles.

VÁSQUEZ, L. (2002), menciona: “encontrada los daños, evaluar la calidad de vehículos que transitan para determinar el nivel de severidad con el cruce de vía férrea. A continuación presentamos la descripción de estos casos:

L: Low: (Bajo): Son dañadas las capas de la superficie del pavimento. Es necesario reducción de velocidad de vehículos para prever el problema de abultamientos y hundimientos del pavimento causando un ligero rebote de incomodidad.

M: (Medium: Medio): Algunos vehículos de alto tiraje del tonelaje sorprende vibraciones muy fuertes que producen incomodidad la caja asfáltica provocando abultamientos y hundimientos de la superficie del pavimento.

H: (High: Alto): Existen también vehículos que muestran excesivas vibraciones tan fuertes que percibe incomodidad y seguridad de la capa asfáltica, provocando abultamientos y hundimientos de la superficie que suscita peligro para el paso de vehículos.

Este tipo de daños son el producto del tránsito de vehículos pesados y automóviles.

2.2.8.1. PIEL DE COCODRILO

Descripción: la capa es provocada por las grietas por acción de vehículos de carga pesada. El agrietamiento tiene sus orígenes por las tensiones de la rueda de vehículos de alto tonelaje, que produce las grietas agudas muy parecidas a la malla de gallinero, llamado piel de cocodrilo.

Este tipo ocurre en áreas donde el tránsito de vehículos lleva cargas de tonelaje pesada con varias llantas. La producción de grietas no es extendida en la totalidad del área. Las fallas de las capas superficiales se denominan también "grietas en bloque".

Niveles de severidad

L (Low: Bajo): Son grietas son longitudinales y no son visibles, se ve con pocas interconexión de sitios descascaradas de la capa.

M (Medium: Medio): son consideradas piel de cocodrilo que depende del patrón de grietas ligeramente descascaradas.

H (High: Alto): las grietas se presentan como piezas descascarados en los bordes, se mueven en el tránsito de vehículos.

Medida. Se realiza en metros cuadrados para detectar las áreas deterioradas. Estas áreas deterioradas se registran calificando del nivel del afecto para ser subsanado inmediatamente.

Opciones de reparación

L: El peligro de grieta no es muy fuerte; solamente se levanta el sello superficial.

M: Indica colocar parches en las partes agrietadas con profundidad. Requiere reconstrucción.

H: Obligadamente utilizar el parcheo en la carpeta asfáltica. Urge reconstrucción.

Figura 9: Piel con poca severidad.



Figura 10: Piel con severidad media.



Figura 11: Piel con alta severidad.



Nota: Fallas en piel de cocodrilo.

2.2.8.2. EXUDACIÓN

Descripción: Es un aditamento brillante, cristalino y reflector que se ubica en la superficie del pavimento para hacer un diagnóstico por el exceso de asfalto, sello asfáltico. Estos casos se presentan cuando el asfalto no cumple los requisitos exigidos como altas temperaturas ambientales que no permite la exudación del tiempo frío.

Niveles de severidad

L: la verificación del caso se realiza pocos días del año. El asfalto se despega de los zapatos de los vehículos.

M: es cuando el asfalto se pega fácilmente a los zapatos y vehículos. Este caso se ve pocas veces del año.

H: la exudación es fuerte, el asfalto se pega totalmente los zapatos y vehículos.

Medida: Estos casos se miden en metros cuadrados. Si existe en buena cantidad de grietas se contabiliza para subsanar con agregados.

Opciones de reparación

L: No existe problemas, no se trabaja.

M: Existe grietas, entonces se debe aplica arena / agregados.

H: Cuando hay gran cantidad de grietas, se aplica con relleno de arena / agregados.

Figura 12: Poca severidad.



Figura 13: Media severidad.

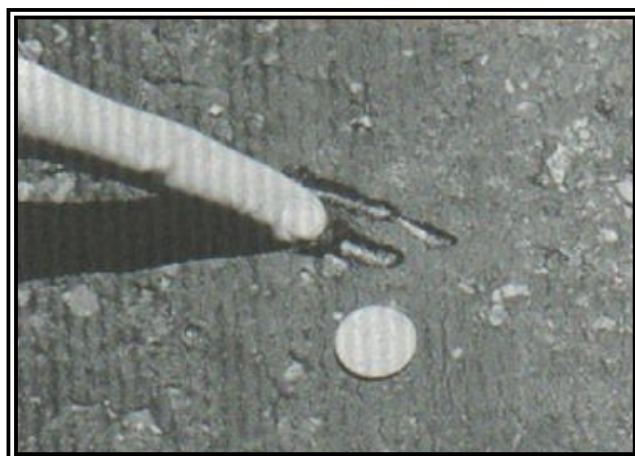
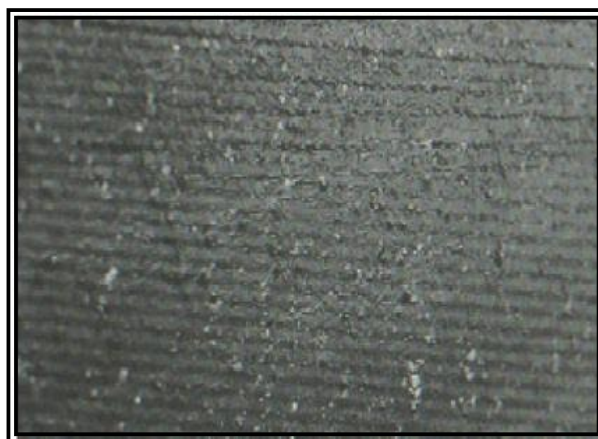


Figura 14: Alta severidad.



Nota: Fallas en Exudación.

2.2.8.3. AGRIETAMIENTO

Descripción: Son la interconexión de las placas de la superficie del pavimento en pedazos rectangulares. Las áreas afectadas varían del tipo de grietas originadas en por alguna contracción del asfalto con la influencia del frío se ha endurecido fuertemente.

Este caso de agrietamiento de bloques ocurre en toda la vía del pavimento; pero muchas veces se observa que aparece únicamente en la zona por donde transitan los vehículos. Este tipo de daños afecta el bloque haciendo pedazos con ángulos agudos puntiagudos. Se puede identificar en el tránsito repetitivo de vehículos de gran tonelaje que afecta la vía.

Niveles de severidad

L: Se identifica la presencia de grietas de baja severidad en forma longitudinal y transversal.

M: Son bloques de grietas identificados de nivel de severidad media

H: Grietas de alto riesgo con alta severidad.

Medida: se mide en metros cuadrados según el área dañada.

Reparación

L: grietas que mide de ancho 3.0 mm. Se repara con riego de sello.

M: Cuando la grieta ha sido reciclado superficialmente, entonces requiere utilizar escarificado aliente sobre la carpeta.

H: Cuando ha sido sellado las grietas, necesita reciclado especial utilizando escarificado caliente sobre carpeta asfáltica.

Figura 15: Grietas baja severidad.



Figura 16: Grietas severidad media.

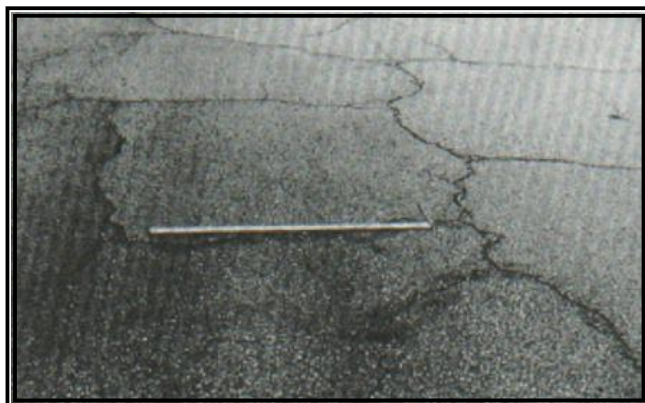


Figura 17: Grietas alta severidad.



Nota: Fallas en Grietas.

2.2.8.4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS

Descripción: Precisamos que un abultamiento representa como un montoncito de tierra. Las causas son:

1. Pronunciación losa sobre carpeta asfáltica.
2. Congelamiento de la capa asfáltica, llamado lentes de hielo.
3. Elevación de la grieta por el paso de vehículos de carga pesada.

Hacemos un hincapié; pues, el hundimiento de un área siempre produce hacia abajo, con considerados como abultamiento abrupto en la capa de la superficie del pavimento.

Cuando los responsables del mantenimiento de los pavimentos no se dan cuenta, los desplazamientos pueden afectar a grandes áreas del pavimento, causando grandes hinchazones de tierra en la capa asfáltica.

Niveles de severidad

L: Indica que el abultamientos y posible hundimientos de la zona se tiene como origen el golpe que producen los vehículos de alto tonelaje.

M: Es darnos cuenta que el abultamiento y el inmediato hundimiento der la zona se ha originado por la presencia de severidad media del tránsito de los vehículos.

H: Nos predice que el abultamiento y el hundimiento de la capa terrestre son por el tránsito de severidad alta.

Medida: Como en otros casos estudiados, el área averiada por el abultamiento se mide por metros lineales. Para ello existe un patrón de medida exacta que oscila entre 3.0 m.

Opciones de reparación

L: No hay hundimiento severo, por tanto no se hace nada.

M: El enfriamiento de la capa asfáltica ha sido dañado, por tanto urge la intervención y parcheo parcial.

H: Congelamiento profundo, necesita parcheo la carpeta asfáltica.

Figura 18: Baja severidad

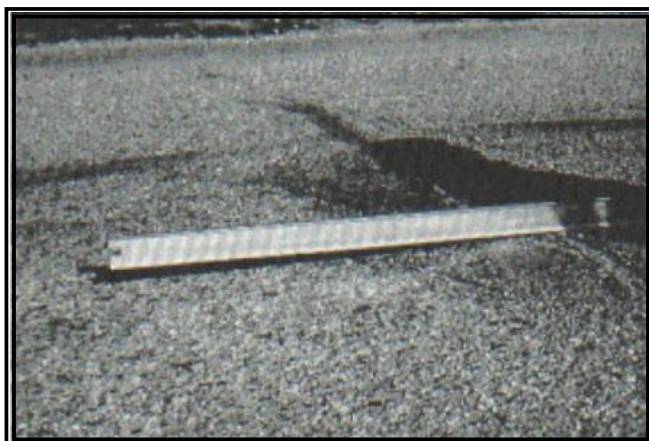


Figura 19: Abultamientos: severidad media.

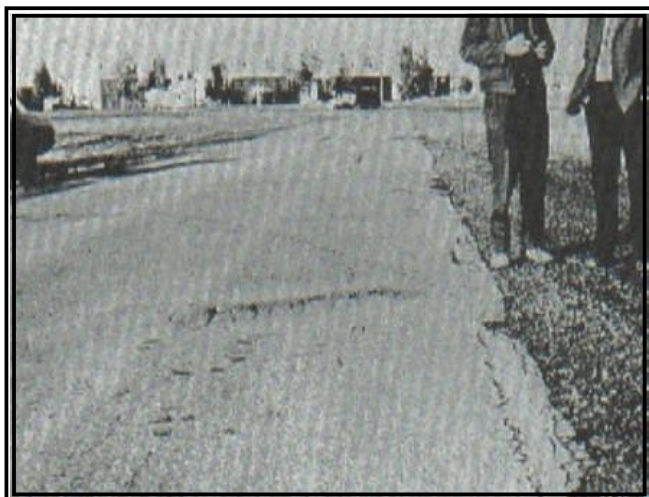
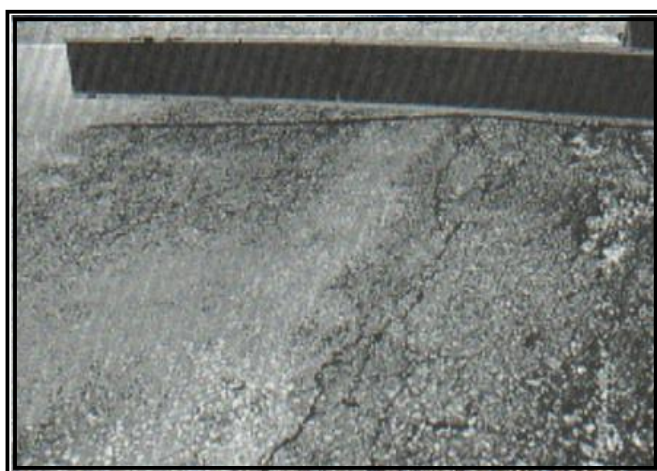


Figura 20: Abultamiento: alta severidad.



Nota: Falla de Abultamientos.

2.2.8.5. CORRUGACIÓN

Descripción: Son una especie de cimas que se levantan en la superficie plana del pavimento como una especie de “lavadero”. Estos casos ocurren en intervalos de 3.0 m. Este tipo de daño es originado por la acción de vehículos de calibre y tonelaje alto.

Niveles de severidad

L: circulación simple.

M: circulación mediano.

H: circulación fuerte.

Medida: en metros cuadrados.

Opciones de reparación

L: No existe prescripción de corrugación, por tanto se hace nada.

M: Si existe corrugación, por tanto necesita una reconstrucción inmediata.

H: Hay total corrugación, urge reconstrucción.

Figura 21: Simple: baja severidad.



Figura 22: Averiada: severidad media.

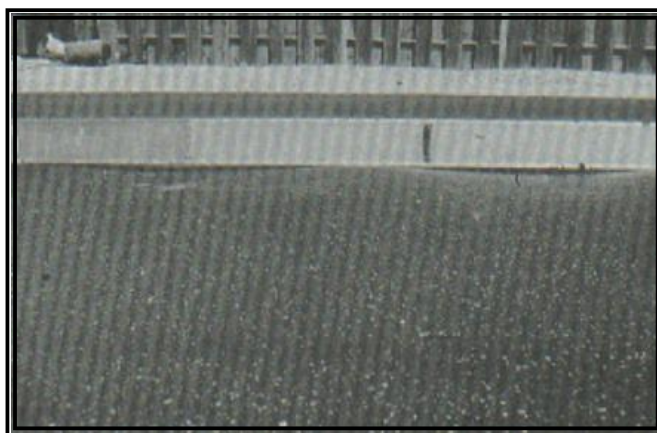
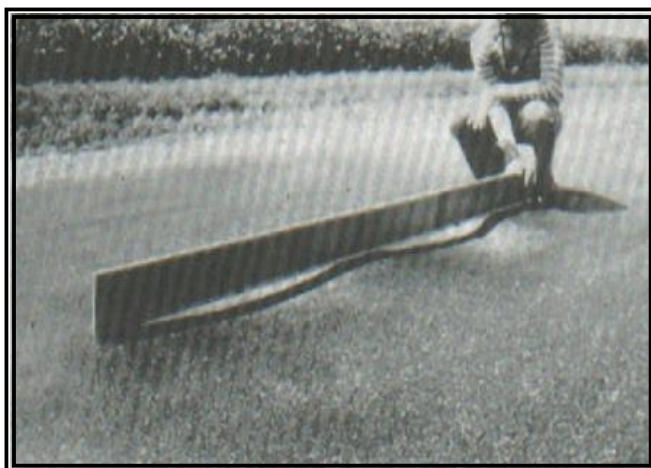


Figura 23: Severa: alta severidad.



Nota: Falla de Corrugación.

2.2.8.6. DEPRESIÓN

Descripción: ocurre cuando la superficie del pavimento presenta ligeras dificultades en el perímetro del pavimento. Estas observaciones son precisas después de la lluvia, cuando el agua almacenada llamado “baño de pájaros” (bird bath) se ha secado levemente. Los orígenes de este caso de fallas se ven claramente cuando el pavimento está seco detectando algunas manchas de agua almacenada. Una vez despejada la lluvia la

superficie del pavimento empieza a presentar algunas rajaduras y como consecuencia los posibles hundimientos de la capa de la superficie.

Niveles de severidad

Veamos la máxima profundidad de la depresión:

L: Oscila de 13.0 a 25.0 mm.

M: Oscila de 25.0 a 51.0 mm.

H: Más de 51.0 mm.

Medida: las áreas agrietadas se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) del área afectada.

Opciones de reparación

L: No presenta depresión alguna, por tanto no se hace nada.

M: existe depresión leve, necesita parcheo parcial.

H: existe depresión severa, entonces urge parcheo en la zona afectada.

Figura 24: Inicio: baja severidad.

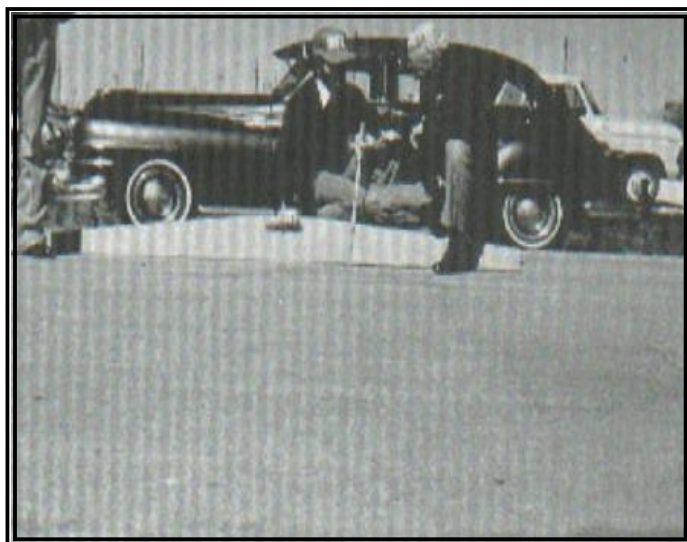


Figura 25: Leve: severidad media.

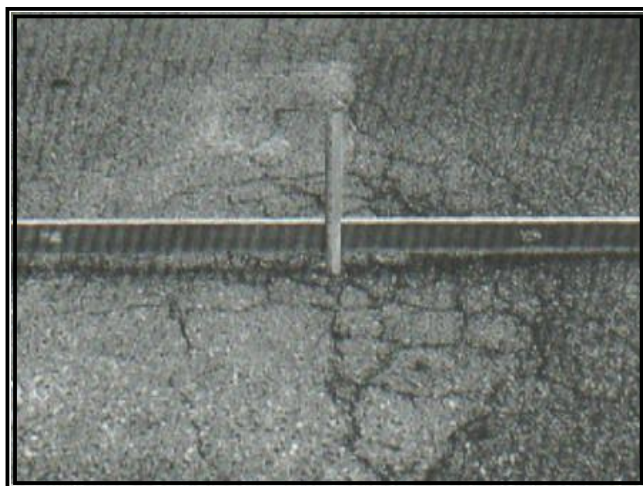
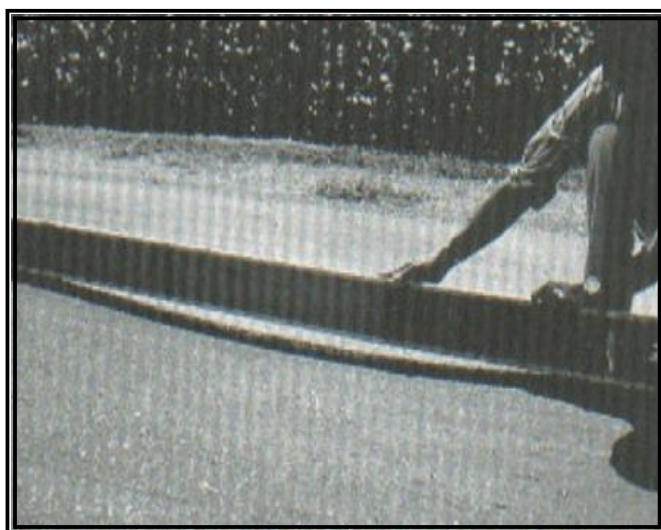


Figura 26: Severa: alta severidad.



Nota: Falla de depresión.

2.2.8.7. GRIETA DE BORDE

Descripción: fallas se produce generalmente se ubican a una distancia de 0.30 y 0.60 m. Estas grietas se aumentan conforme transitan vehículos de carga pesada que originan el debilitamiento de la superficie y la base próxima al borde del pavimento. Las áreas con grieta poco a poco se vuelven pedazos de tabla.

Niveles de severidad

L: Se presentan inicio de agrietamiento y causa el desprendimiento de la capa asfáltica.

M: Se observa grietas leves, puede ocurrir fragmentación de la capa del pavimento.

H: Grietas severas, se desprende todo el borde del pavimento, necesita subsanar inmediatamente.

Medida: Este tipo de grietas se mide en pies lineales (ó metros lineales).

Opciones de reparación

L: No se observa ninguna grieta, por lo que no se hace nada. S

M: Grieta leve, requiere sellado y parcheo parcial.

H: Se observa grietas severas y peligrosas, necesita parcheo profundo.

Figura 27: Inicio de grieta

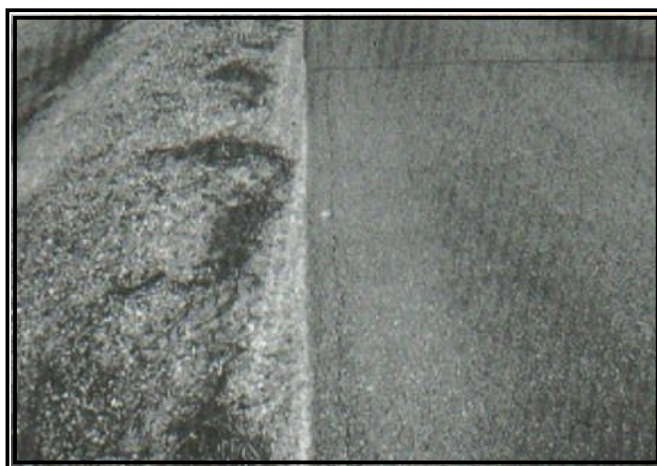


Figura 28: Leve.

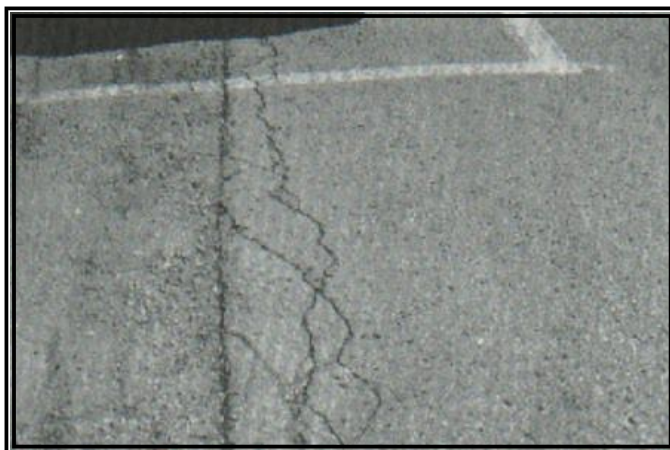


Figura 29: Severa y peligrosa



Nota: Falla de Grieta de Borde.

2.2.8.8. GRIETA JUNTA

Descripción: ocurre en pavimentos construido con cemento o cal totalmente estabilizada para la duración. Este tipo de grietas tiene su origen por la presencia de fenómenos del clima, por la temperatura de humedad, mala utilización de materiales de inducido que poco a poco se va descascarándose la capa asfáltica. También puede causar el daño del pavimento el tránsito de vehículos de alto tonelaje de carga.



Severidad

L: las condiciones en este rubro son:

1. fallas con poco relleno de 10.0 mm.
2. Grieta que necesita relleno a satisfactoria del tránsito.

M: condiciones requeridas:

1. Falla sin relleno (10.0 mm y 76.0 mm.)
2. Falla que no tenga relleno (76.0 mm.)
3. Falla con bastante rellena, agrietamiento aleatorio.

H: condiciones:

1. Falla con relleno, agrietamiento aleatorio.
2. Falla sin relleno, 76.0 mm.
3. Falla con fractura severa, necesita relleno.

Medida: Cada grieta se registra por separado. Si es que hay abultamiento, también se registra.

Opciones de reparación

L: Se sella el ancho superior a una altura de 3.00 mm.

M: Sellar grietas para ejecutar parcheo de profundidad.

H: Sellar grietas severas para ejecutar la reconstrucción.

Figura 30: Grieta baja severidad.

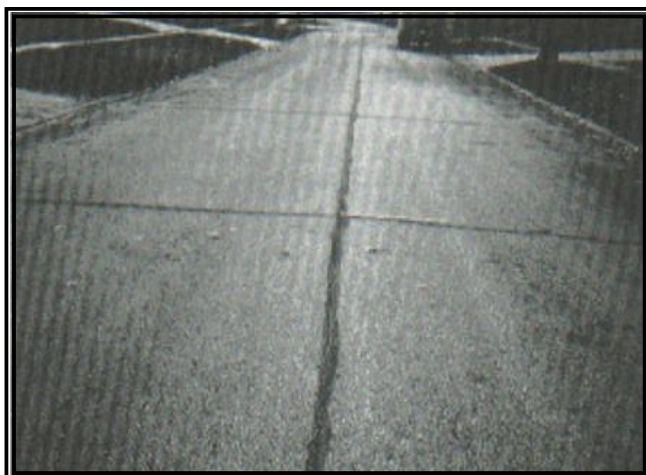


Figura 31: Grieta severidad media.

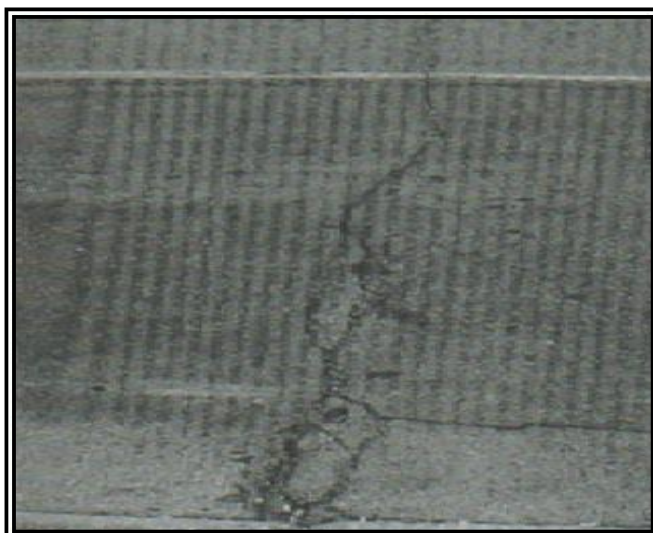


Figura 32: Grieta alta severidad.



Nota: Falla grieta de junta.

2.2.8.9. DESNIVEL DE CARRIL O BERMA

Este caso de daños ocurre cuando se presentan el fenómeno de la erosión de la berma. Entonces, se debe colocar rellenos con las condiciones del nivel de la berma.

Severidad

L: el desnivel del pavimento oscila entre 25.0 y 51.0 mm.

M: Verificar desniveles entre 51.0 mm y 102.0 mm.

H: Observar desniveles de elevación mayor que s 102.00 mm.

Medida. Los casos de desniveles se miden en metros lineales).

Opciones de reparación

L, M, H: Ejecutar nivelación de bermas para el tránsito exigido.

Figura 33: Carril / berma: baja severidad.

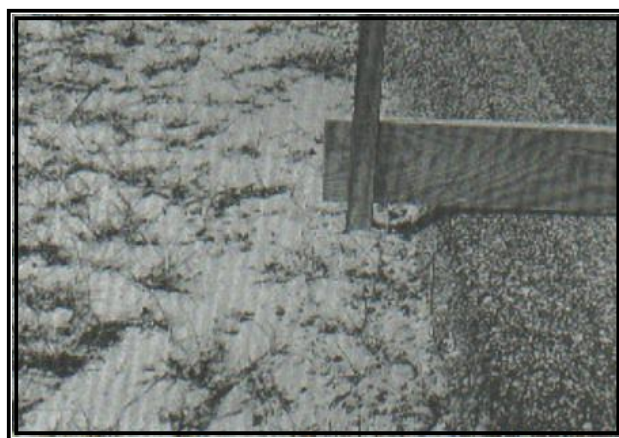


Figura 34: Carril / berma: severidad media. A photograph showing a road surface with a more significant area of erosion or unevenness, indicated by a vertical wooden post and a horizontal measuring tape.

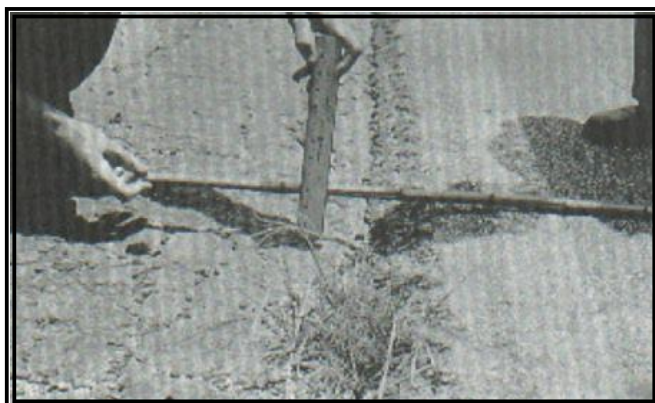
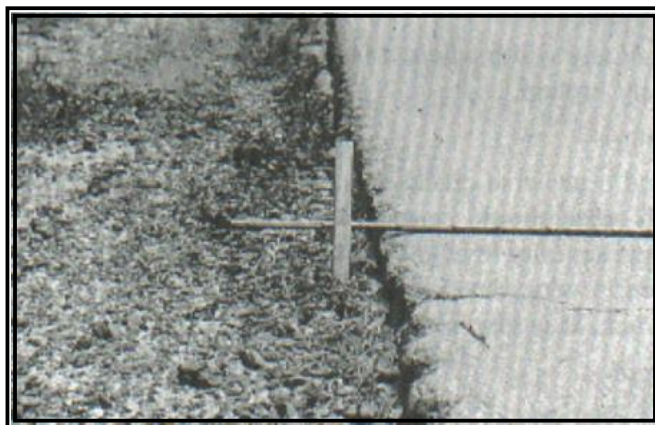


Figura 35: Carril / berma: alta severidad.



Nota: Falla de desnivel de carril o berma.

2.2.8.10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

Se determinan aquellos daños producidos en forma paralela en línea del pavimento. Estos daños son producidos por:

1. problemas de construcción en la junta de carril del pavimento.
2. Utilización ínfima del concreto asfáltico que no permite el endurecimiento del asfalto.
3. Agrietamiento causada por el bajo nivel de temperatura del endurecimiento de la losa de concreto de cemento Portland.

Las grietas transversales producen en los ángulos rectos al eje del pavimento.

Niveles de Severidad

L: condiciones:

1. Muestra de grieta menor de 10.0 mm.
2. Presencia de grieta con relleno a satisfacción del conductor.

M: condiciones:

1. Muestra grieta sin relleno (10.0 mm y 76.0 mm)
2. Poca grieta sin relleno (76.0 mm)

3. Observancia grietas rellenas con daños aleatorios.

H: condiciones:

1. Grieta rellena, con daños aleatorios, severidad media o alta.
2. Grieta sin relleno, 76.0 mm de ancho.
3. Grieta con pocas pulgadas, fracturadas.

Medida

En metros lineales y se registran por separados. Las grietas no tienen el mismo nivel.

Opciones de reparación

L: Grietas mayores de 3.0 mm.

M: Grietas con poca severidad.

H: Aplicar de manera urgente el parcheo.

Figura 36: Grieta longitudinal:
baja severidad.

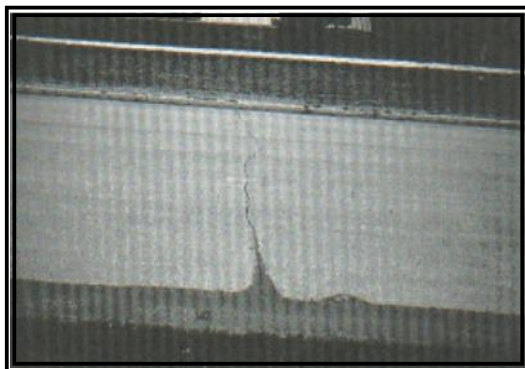


Figura 37: Grieta longitudinal.
severidad media.

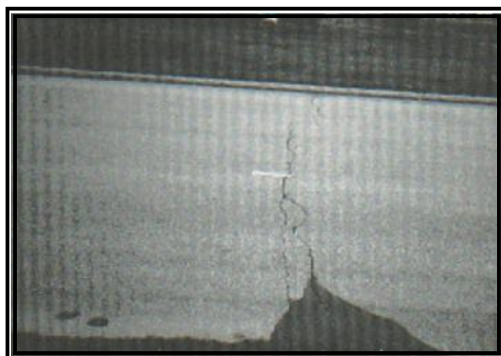


Figura 38: Grietas longitudinal
alta severidad.



Nota: Grietas Longitudinales y transversales.

2.2.8.11. PARCHEO

Descripción: Cuando se presentan capas asfálticas, el perímetro del pavimento averiado por grietas y otros daños requieren inmediata intervención de la ingeniería civil para subsanar y poner la vía en una circulación de vehículos en forma normal. La intervención urgente se utiliza el llamado ‘parcheo’. Por tanto, el parcheo es un material eficaz y rápido para reparar el pavimento dañado por el tránsito de vehículos de carga pesada.

Niveles de Severidad

L: Indica que el material está disponible para utilizar en el parcheo. La calidad del tránsito evalúa la severidad del parcheo.

M: El parcheo tiene una durabilidad moderada, la calidad del tránsito evalúa la severidad del material.

H: El pavimento está deteriorada, urge el parcheo, la calidad del tránsito califica como alta severidad. Requiere inmediata sustitución.

Medida

Se miden en pies cuadrados de área afectada. Los parches tienen diferentes dimensiones para aplicar en el área del pavimento afectado.

El material del parche se reemplaza y lo convierte como un nuevo pavimento.

Opciones de reparación

L: No hay restricciones de usar parcheo, no se hace nada.

M: Existe áreas afectadas por algún fenómeno, necesita parche.

H: áreas afectadas el pavimento por algunas causas.

Figura 39: Baja severidad.



Figura 40: Severidad media.



Figura 40: Alta severidad.



Nota: Falla de parcheos.

2.2.8.12. PULIMIENTO DE AGREGADOS

Descripción: Son afectados por la repetición del tránsito de vehículos de cargas pesadas donde los agregados se vuelven suaves. Como consecuencia, los agregados de la superficie entra a una etapa de reducción de la textura del pavimento, no permite el normal tránsito de vehículos. El pulimento revela la extensión de daños que cubre sobre la superficie del pavimento, degenera el valor de resistencia en forma significativa del tránsito de vehículos.

Niveles de severidad

El pulimento de agregados deberá ser verificado la zona para la reparación con parches.

Medida

Las áreas afectadas miden en metros cuadrados cuando se va aplicar el pulimento.

Opciones de reparación

L, M, H: No presenta daños, entonces existe tratamiento de la carpeta asfáltica.

Figura 41: Pulimento de agregados.



Nota: Falla pulimento de agregados.

2.2.8.13. HUECOS

Este tipo de daños son pequeñas depresiones que se presentan constantemente en la superficie del pavimento con un diámetros aproximado de 0.90 m de forma de un tazón. Son visibles, por lo general, en los lados verticales cercanías de la zona superior de la vía. Los huecos se originan por la acumulación de agua o también pobre uso de mezclas de asfalto en la superficie y con el paso de las llantas de vehículos de alto tonelaje los huecos se agrandan y poco a poco se va desintegrando el normal funcionamiento del pavimento. Verificado el daño debe utilizar inmediatamente poner la vía el normal funcionamiento de vehículos.

Severidad

Se mide la profundidad dañado de la superficie. El diámetro mayor de 762 mm, se mide en metros cuadrados dividida en 5 pies² (0.47 m²) para hallar el número de huecos. Si la profundidad es menor a 25.0 mm. La severidad será nivel media.

Tabla 5: Niveles de Severidad

Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Nota: Falla de huecos.

Medida: se mide contando los daños baja, media y alta. Se registra separadamente.

Opciones de reparación

L: Si no hay huecos, no se hace nada, ni parcheo parcial o profundo.

M: Cuando aparece huecos, necesita colocar parcheo parcial o profundo.

H: Existe huecos profundos, necesita colocar el parcheo.

Figura 42: Hueco baja severidad.

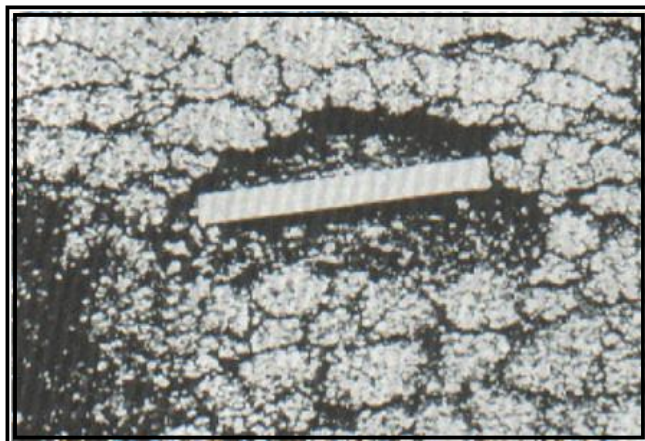


Figura 43: Hueco severidad media.

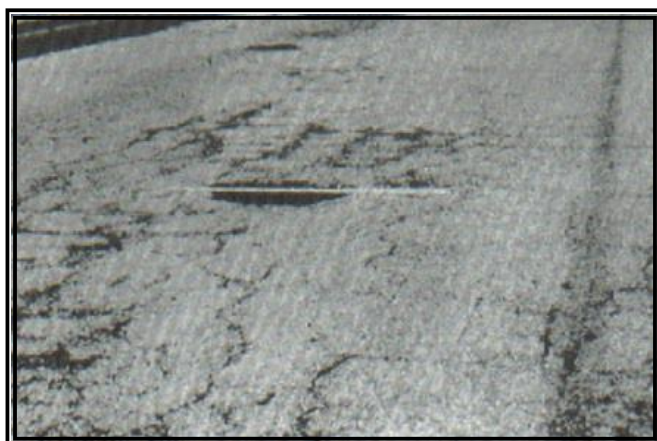
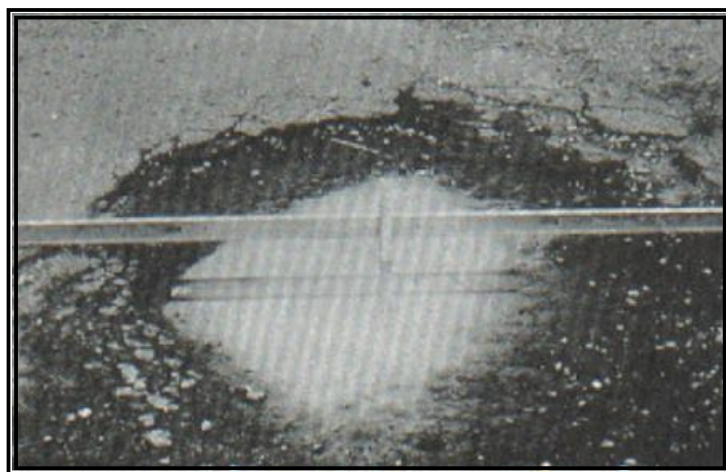


Figura 44: Hueco de severidad alta.



Nota: Falla de Huecos.

2.2.8.14. CRUCE VÍA FÉRREA

Descripción: La línea ferrocarril afecta considerablemente la superficie del pavimento formando abultamientos y rajaduras.

Niveles de severidad

L: El cruce del riel y el pavimento de vehículos es bajo.

M: Cuando el cruce de riel y el pavimento de tránsito vehicular presenta severidad media.

H: El cruce del ferrocarril con el tránsito de vehículos con llantas, las severidad es alta.

Medida

Se mide halla el abultamiento de la superficie por donde pasa el tren, el registro es separado.

Opciones de reparación

L: No hay afectación de la vía férrea.

M: Cuando existe afectación necesita parcheo superficial.

H: Existe áreas afectadas por la riel de tren, necesita parcheo.

Figura 45: Cruce de riel: baja severidad.

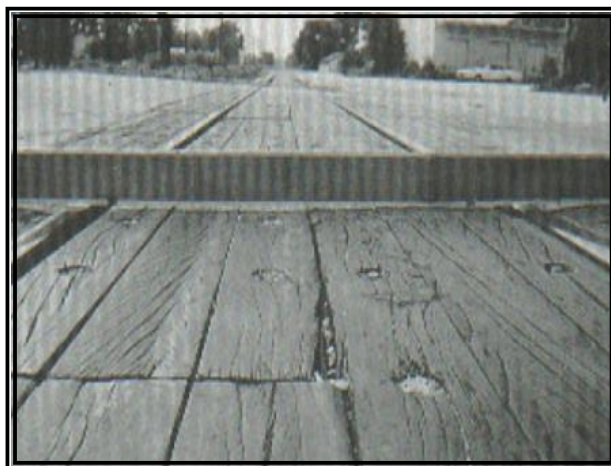
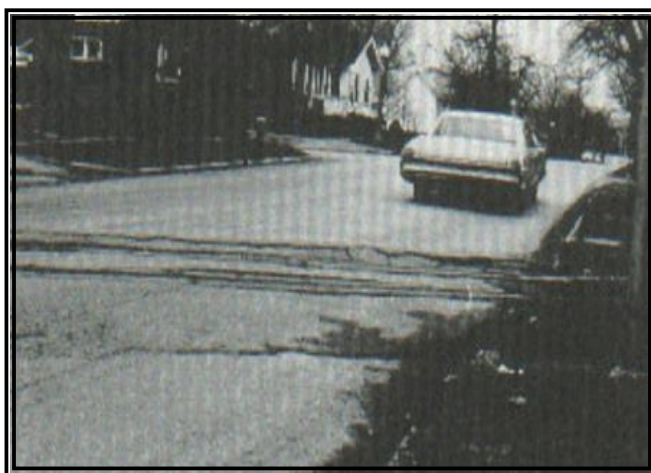


Figura 46: Cruce de riel: severidad media.



Figura 47: Cruce de riel: severidad alta.



Nota: Falla de cruce de vía ferrea.

2.2.8.15. AHUELLAMIENTO

Descripción: Es el producto del cruce de las ruedas de los vehículos, que ocasiona levantamiento del pavimento como una especie de montoncitos de tierra.

Muchas de estas depresiones también es a causa de intensas lluvias, o también del constante movimiento vehicular que dañan los laterales de la vía y provoca deformaciones de las capas del pavimento deduciendo como áreas peligrosas para el normal tránsito de vehículos de cualquier tonelaje y poco a poco se va deteriorando la estructural vial del pavimento.

Severidad de ahuellamiento:

L: 6.0 a 13.0 mm.

M: >13.0 mm a 25.0 mm.

H: > 25.0 mm.

Medida

Este caso de daños mide las áreas afectadas y la severidad de la profundidad, con una regla a la dirección de la zona usando medidas de la especialidad.

Opciones de reparación

L: No hay áreas afectadas, entonces no se hace nada.

M: Existe áreas afectadas, necesita parcheo según los casos diagnosticados.

H: Hay varias partes de la vía afectadas con este daño. Necesita aplicar el parcheo.

Figura 48: Ahuellamiento: severidad baja.

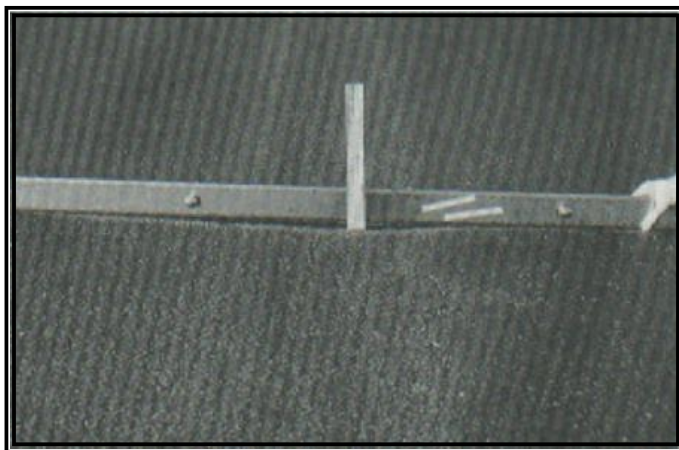


Figura 49: Ahuellamiento: severidad media.

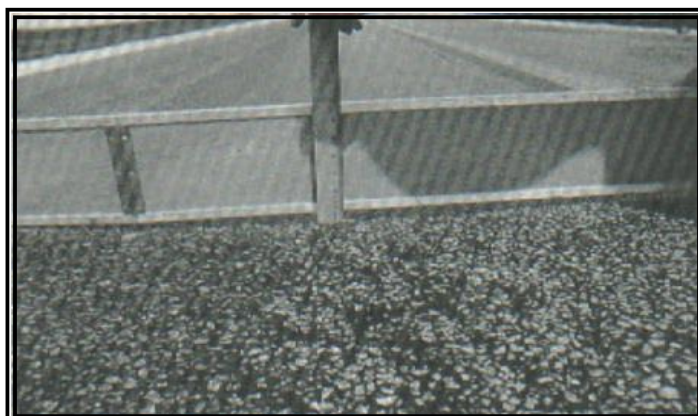
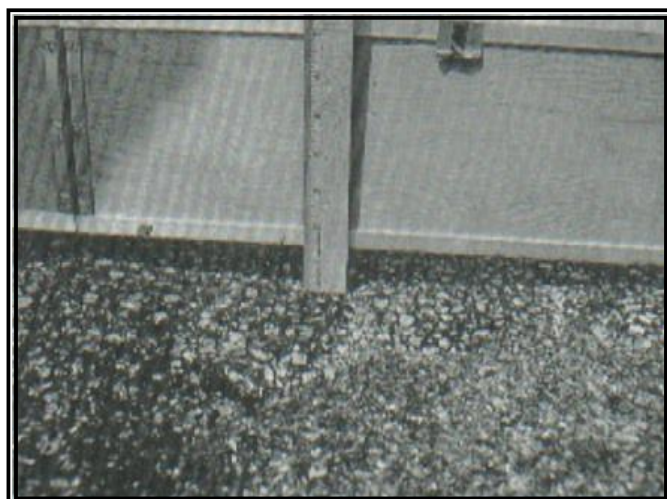


Figura 50: Ahuellamiento: severidad alta.



Nota: Falla de ahuellamiento.

2.2.8.16. DESPLAZAMIENTO

Este caso ocurre corrimiento longitudinal, llamado también desplazamiento en el área de la superficie del pavimento cuando los choferes realizan frenar bruscamente las llantas y esta empuja el pavimento hacia atrás o adelante y la superficie produce ondas de placas de asfalto líquido inestables (cut back o emulsión).

Niveles de severidad

L: El corrimiento presenta tránsito abrupto de baja severidad.

M: Desplazamiento del área presenta depredaciones de vehículos de carga pesada, severidad media.

H: El corrimiento del área es muy dañado a causa del tránsito de alta severidad con carga pesada de alto tonelaje.

Medida

Los daños ocurridos de este caso de corrimientos de la superficie vial se miden en metros cuadrados. Necesita colocar parches para luego reparar con tecnología correspondiente.

Opciones de reparación

L: No existen daños de desplazamiento de la superficie de la vía. Por tanto no necesita intervención de la reparación.

M: Existe áreas dañadas de la superficie, necesita fresado y el parcheo parcial del área.

H: Varias áreas del pavimento están dañadas por el corrimiento de la superficie de la vía. Necesita urgente fresado y parcheo profundo.

Figura 51: Desplazamiento: severidad baja



Figura 52: Corrimiento: severidad media.

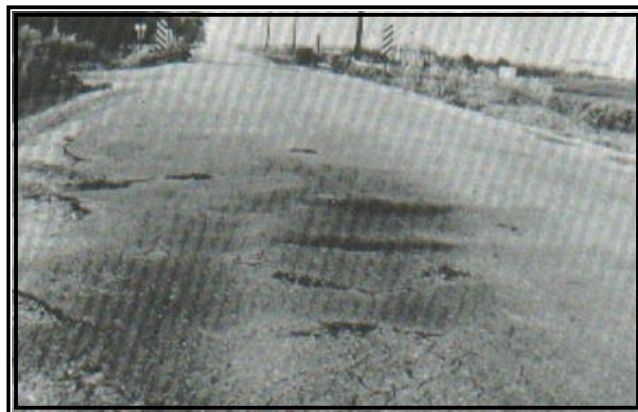
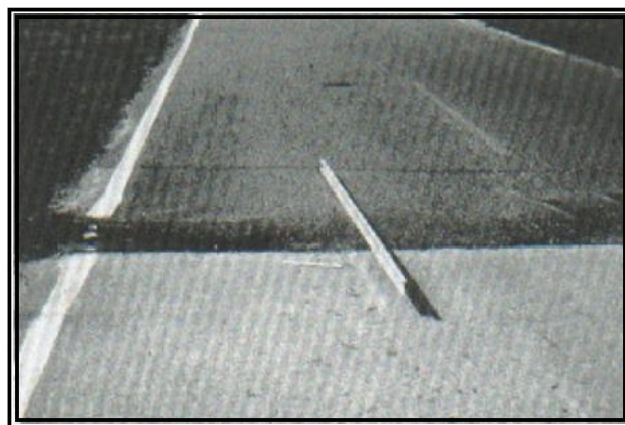


Figura 53: Desplazamiento: severidad alta.



Nota: Falla de desplazamiento.

2.2.8.17. GRIETA PARABÓLICA

Descripción: De denominan así a las grietas que se forman como una especie de media luna creciente en el pavimento. Las grietas son producidas por acción abrupta de las ruedas de vehículos de alto tonelaje que giran en la superficie induciendo deslizamientos o deformaciones de la infraestructura.

Nivel de severidad

L: Este daño tiene de 10.0 mm de ancho.

M: condiciones:

1. Grieta de 10.0 mm y 38.0 mm.
2. Grieta con fractura en pequeños pedazos.

H: condiciones:

1. Grieta mayor de 38.0 mm.
2. Grieta fracturada en pedazos.

Medida

En metros cuadrados, severidad alta.

Subsanar

L: No necesita parcheo porque no hay daños en la superficie.

M: Existe pocos daños, entonces requiere parcheo parcial.

H: Existe cantidad de daños, necesita urgente parcheo de las zonas afectadas..

Figura 54: Grieta parabólica: baja severidad.

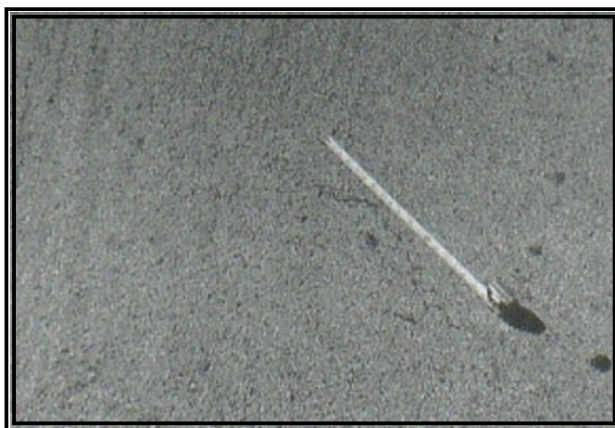
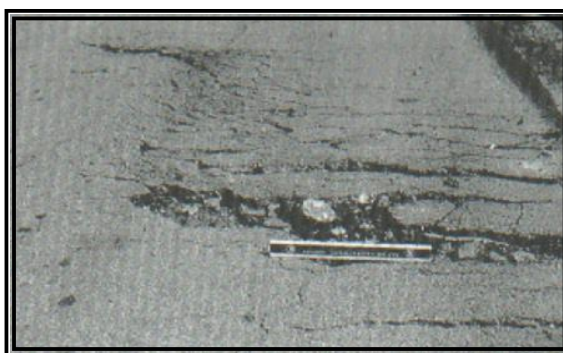


Figura 55: Grieta parabólica: severidad media. A photograph showing a wider, more irregular crack on a dark, textured surface. The crack is more pronounced and has some branching. A small white object is placed next to it for scale.



Figura 56: Grieta parabólica: alta severidad.



Nota: Falla de grieta parabólica.

2.2.8.18. HINCHAMIENTO

Descripción: Este proceso de daño de la pista se presentan como una especie de pandeo abultado hacia arriba del pavimento, como una especie de onda de agua elevada que tiene un promedio de longitud de 3.0 m aproximadamente. Este caso de hinchamiento va acompañado con agrietamiento de la vía. Las causas se consideran tipos, uno de ellos el congelamiento prematuro en la sub rasante a consecuencia de la lluvia o la helada.

Nivel de severidad

L: El pavimento se hincha por la permanente circulación de vehículos de alto tonelaje A veces no es visible detectar este caso por la velocidad de vehículos en la vía.

M: El hinchamiento perjudica severamente el normal tránsito de vehículos, son calificados como severidad media.

H: El hinchamiento se ve su pronunciación de elevación que causa averías en el normal tránsito, son calificados de severidad alta.

Medida

Se mide en metros cuadrados de área afectada.

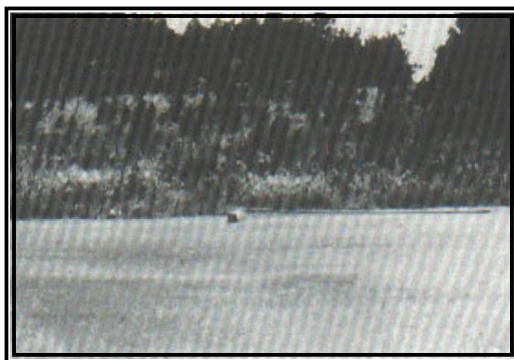
Reparación

L: No hay hinchamiento vial, por tanto se trabaja.

M: Si hay hinchamiento, requiere reconstrucción de la vía.

H: Existe mucho hinchamiento, requiere inmediata reconstrucción.

Figura 57: Hinchamiento, severidad alta.



Nota: Falla de hinchamiento.

2.2.8.19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

Descripción: este caso es por falta de partículas sueltas agregados en su proceso de construcción. Este daño tan vertiginoso aparece cuando el ligante asfáltico a causa de varios fenómenos naturales y artificiales se ha endurecido como una tabla seca, esto de repente por una mezcla pobre del estándar reglamentario convirtiéndose como área pobre calidad.

El desprendimiento de la vía es el resultado de la circulación de vehículos que arrastran orugas, por derramamiento de aceites de camiones y tanques en la vía asfáltica.

Niveles de severidad

L: Algunas áreas del pavimento se ha deprimido por el derramamiento de aceite donde la superficie se pone duro y se rompe como pequeñas maderas.

M: Por el rodante de llantas de vehículos pesados que se ha perdido la textura y se rompe como paquetes de galletas.

H: A causa del rodante de las llantas de vehículos de carga pesada se ha perdido casi totalmente los agregados o el ligante. La textura superficial se ha convertido como un objeto rugoso y ahuecado. Las áreas ahuecadas tienen un diámetros de 10.0 mm y profundidades.

Medida

El desprendimiento de vías de tránsito se miden en pies cuadrados ó metros cuadrados de área afectada.

Opciones de reparación

L: No se ve el desprendimiento la superficie de la vía, por tanto, no requiere tratamiento superficial.

M: Existe desprendimiento parcial de la vía, necesita sello superficial y tratamiento de carpeta asfáltica.

H: Existe muchos desprendimientos de la vía, entonces requiere tratamiento especial, reciclaje y reconstrucción superficial.

Para los niveles M y H cuando se ha localizado los daños por acción de derramamiento de aceite, necesita urgente el parcheo parcial.

Figura 58: Desprendimiento de agregados:
baja severidad.

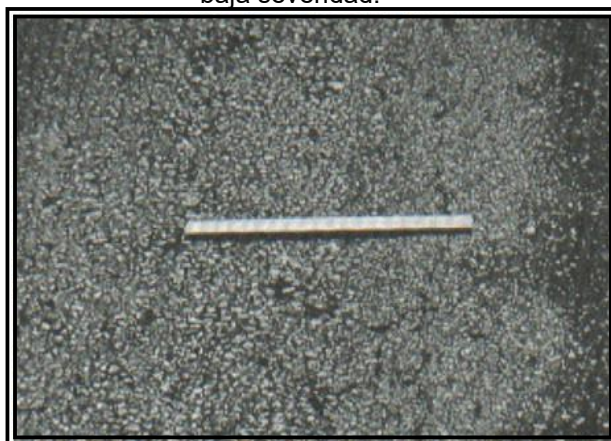


Figura 59: Desprendimiento de agregados:
severidad media.

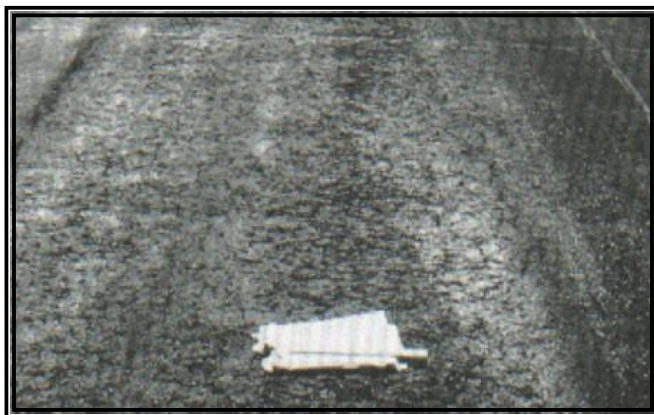


Figura 60: Desprendimiento de agregados:
de alta severidad.



Nota: Falla de desprendimiento de agregados.

2.2.9. MÉTODO PCI

NORMA ASTM D. 6433: manifiesta del método PCI:

2.2.9.1. ALCANCES

La primera condición es con contacto con el pavimento (PCI).

El indicador condiciona y verifica si el pavimento tiene áreas falladas o está en excelente estado de conservación (Figura 65).

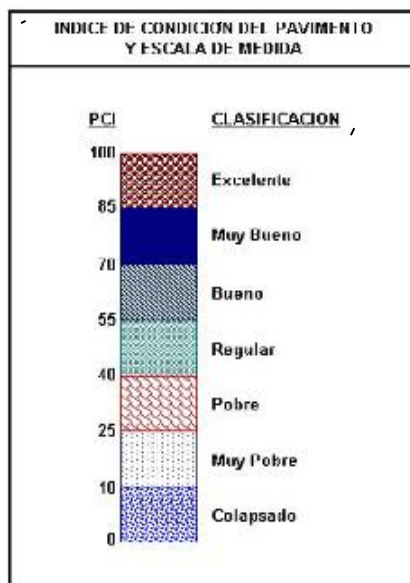
Este método PCI) ha sido diseñado y ejecutado ingenieros civiles las fuerzas armadas norteamericanos en base al diagnóstico de la superficie del pavimento.

2.2.9.2. TERMINOLOGÍA

El método (PCI) requiere el conocimiento de ciertos términos de la especialización:

- ✓ **Superficie asfáltica:** Es el uso compuesto de la mezcla de agregados con alquitranes de carbón y elementos naturales.
- ✓ **Red:** pavimentos interconectados por instancias como en aeropuertos o avenidas.
- ✓ **Rama:** componente identificado las áreas de construcción del pavimento.
- ✓ **Sección:** rama específica del pavimento para el tránsito de vehículos carga homogénea.
- ✓ **Unidad de muestra:** una sección del pavimento que varía el tamaño de la infraestructura flexible.
- ✓ **Unidad de muestra adicional:** muestra superficial por donde circulan los vehículos.
- ✓ **Condición del pavimento (PCI):** medida normal del pavimento para la circulación vehicular.
- ✓ **Grado del Índice de condición del pavimento:** condición del pavimento en función del valor del PCI.
- ✓ **Fallas:** son muestras externas de múltiples deterioros de la superficie del pavimento.

Figura 61: Grado del índice de condición del pavimento.



Nota: Clasificación según la Norma ASTM D 6433.

2.2.9.3. MATERIALES E INSTRUMENTOS

- **Hoja de registro de datos:** documento donde se registran las informaciones reportadas en el proceso de inspección visual. Por ejemplo: fecha, ubicación, tipo de falla, severidad, cantidad, etc.

Figura 62: Registro en vías de pavimento flexible.

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector Carril

Unidad de muestra Área de muestra (m²)

Progresiva inicial Progresiva final

Inspeccionado por

Fecha Muestra adicional ☒

m VRC PCI

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m) Ancho (m)

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR

Nota: Registro de datos según la Norma ASTM D 6433.

- **Cordel:** unidad de medida para verificar diferentes fallas del pavimento.
- **Regla de aluminio:** instrumento para medir las deformaciones del pavimento. Debe medir 3m.

Figura 63: Regla de Aluminio.



Nota: Instrumento de campo.

- **Flexometro 5m:** para verificar las profundidades de las depresiones
- **Cinta métrica de 50m:** para medir sección de muestreo.
- **Conos de seguridad vial y chalecos Seguridad:** tiene diferentes usos. Para el área de la calle, para el tráfico en peligro, para los inspectores de los pavimentos.
- **Cámara Fotográfica:** Tomar imágenes de tipo de daños del pavimento.
- **Plano de distribución:** es la red para definir el trabajo de pavimento.

2.2.9.4. MUESTREO DE UNIDADES

1. Verificar diferentes tramos del pavimento para la normal circulación de vehículos.

2. Estratificar los tramos del pavimento en secciones para estudiar los diferentes criterios de la construcción, como el diseño, periodo de construcción, desarrollo de la circulación de tránsito.
3. Ubicar las secciones del pavimento en unidades para verificar las posibles fallas existentes para su reparación.
4. Determinar mediante la verificación de los tramos las muestras de daños de la superficie del pavimento para subsanar inmediatamente y recobrar la normal circulación del tránsito.
5. Poner en confiabilidad (95%) los diferentes tramos del pavimento que garantice la circulación de vehículos de todo nivel de carga.

5.1. Para este aspecto de confiabilidad, todos los tramos de muestra deben ser determinadas con el valor de PCI para el mantenimiento del camino.

5.2. El indicador "n" corresponde las veces de la inspección a fin de encontrar el valor de (95% de confiabilidad), mediante el cálculo de la Ecuación 1.

Ecuación 1: Fórmula de muestreo.

$$n = \frac{Ns^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right)(N-1) + s^2}$$

Dónde:

e = admisible de PCI, e=+/- 5 puntos del PCI.

s = desviación estándar del PCI de la muestra de la sección observada. La desviación estándar es 10, es el valor de "n".

N = muestra.

5.2.1. Confiabilidad (95%) es conveniente que las unidades inspeccionadas muestren el estándar para calcular el valor de la desviación mediante la fórmula (ver Ecuación 2):

Ecuación 2: Formula para hallar el valor de la desviación estándar.

$$S = \left(\sum_{i=1}^n \frac{(PCI_i - PCI_s)^2}{n-1} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

PCLi = valor PCI de muestra inspeccionada.

PCIs = valor PCI de la sección.

n = número de unidades de muestras inspeccionadas.

5.2.2. Verificar el cálculo de número de unidades inspeccionadas utilizando la desviación estándar (Ecuación 2). Cuando el número de unidades de muestra es mayor que el número de muestras deben ser espaciadas uniformemente. Este proceso de verificación muestra adicionar el número de unidades de muestra para hallar el valor de la "n" usando la desviación estándar.

5.3. Una vez inspeccionada el intervalo del muestreo, deben ser seleccionados al azar, para calcular mediante la fórmula: (Ecuación 3)

Ecuación 3: Formula para seleccionar muestra de inspección.

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

Dónde:

i = muestreo del número inferior.

N = total de unidades.

n = número de muestras.

La primera muestra inspeccionada se hace entre las unidades de la muestra "i". Las demás muestras son incrementos del intervalo "i" .

6. Son unidades inspeccionadas con las fallas representativas.

2.2.9.5. INSPECCIÓN

1. Verificar la muestra seleccionada.
2. Registrar minuciosamente las secciones de las muestras.
3. Registrar el tamaño de la muestra.
4. Registrar las fallas con nivel de severidad.
5. Ejecutar la medición de cada falla.
6. Repetir el procedimiento de cada muestra.

2.2.9.6. CÁLCULO DEL PCI PARA MUESTREO

Inspeccionar los daños producidos para luego utilizar según el PCI los "Valores Deducidos" conforme la cantidad y severidad:

1. Registradas las fallas, tipos y niveles de severidad, se suman estos indicadores y se colocan en la columna "Total" en m^2 , m, de cada tipo de falla.
2. Para obtener la densidad de cada tipo de fallas y nivel de severidad, se divide entre el área de la unidad muestra y se multiplica por 100.
3. Determinar el valor deducido (DV) de cada tipo de fallas y nivel de severidad empleando las curvas de valor deducido.
4. Determinar el máximo valor deducido (CDV) (*Grafico 1*). Para ello es necesario seguir los siguientes pasos:
 - Si el valor deducido (DV) es mayor, se usa el máximo CDV, si es menor CDV se determina equitativamente.
 - Luego se debe crear una lista de valores deducidos y ordenados en forma descendente
 - Determinar el número de deducciones permisibles (m) empleando la siguiente: (Ecuación 4)

Ecuación 4: Formula para hallar el número máximo.

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98} \right) (100 - HDV) \leq 10$$

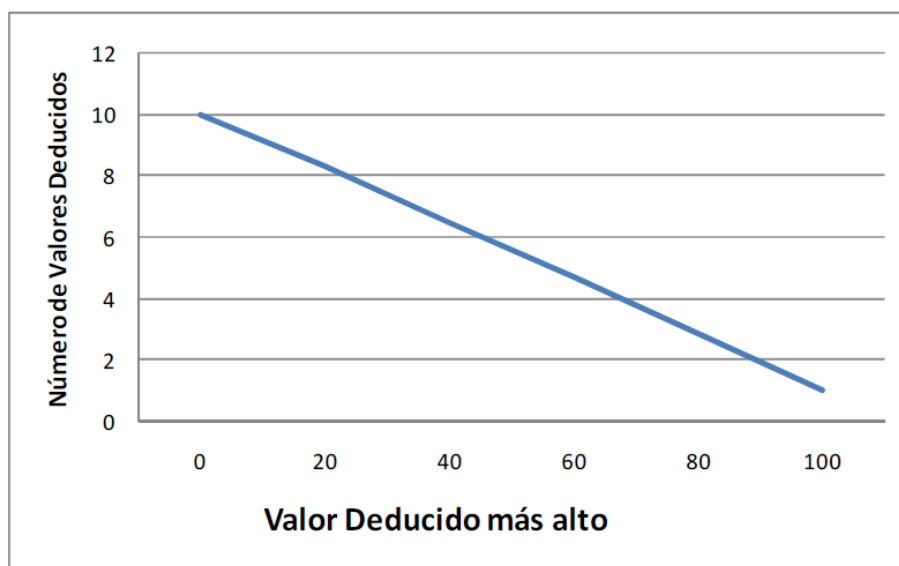
Dónde:

m = número admisible máximo DV incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a diez).

HDV = valor deducido para la unidad de muestra.

- El número de valores deducidos al máximo admisible m, se incluye las fracciones. Si el número de valores deducidos es menor a m, todos deben ser empleados.

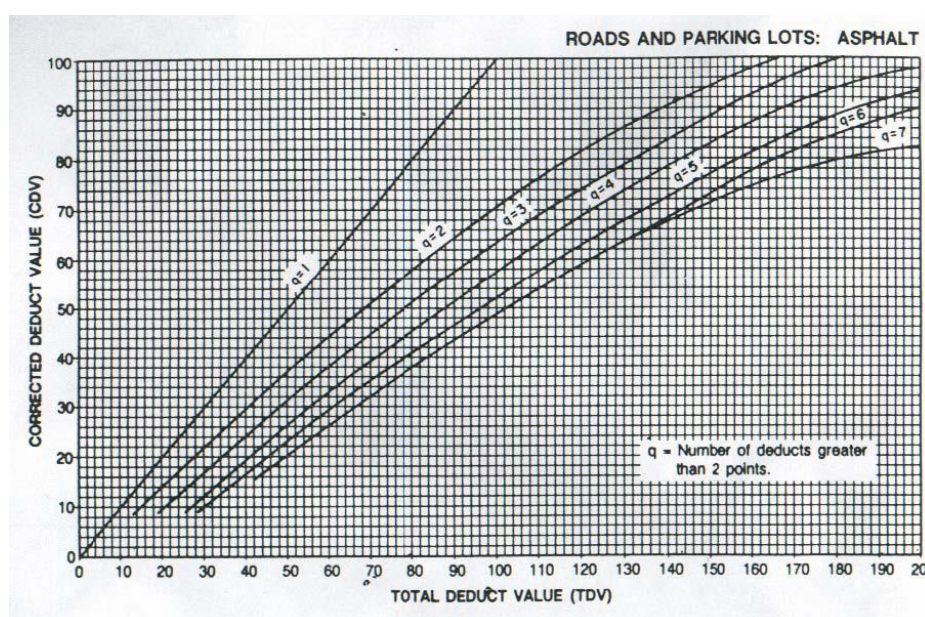
Grafico 1: Valor deducido más alto (CDV) vs. Numero de valor deducido (DV).



Nota: Valor deducido más alto según la Norma ASTM D 6433.

- Determinar el valor deducido total (CDT) de la suma de valores deducidos.
- Hallar “q” valores deducidos mayores a dos.
- Determinar el valor CDV a partir de CDT empleando las gráficas (Gráfico 2)

Grafico 2: Corrección de los valores deducidos



Nota: Corrección de valores según la Norma ASTM D 6433.

- El número más elevado de CDV es el mayor.
- El PCI se halla así:

Ecuación 5: Fórmula para hallar el PCI final

$$PCI = 100 - CDV_{\max}$$

- El PCI tiene el valor del pavimento de la carretera:

Ecuación 6: Fórmula para PCI final.

$$\overline{PCI} = \frac{\sum PCI_i}{n}$$

Se seleccionara los rangos de PCI correspondiente de la condición del pavimento.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Presentamos los términos utilizados en el trabajo de investigación:.

3.2.1. Red de pavimento

Pavimentos contruidos y administrados por una sola empresa.

2.3.2. Tramo

Parte del pavimento, camino o estacionamiento.

2.3.3. Sección

Contigua de pavimento para el tráfico de vehículos.

2.3.4. Unidad de muestra del pavimento

Detección del pavimento para verificar el tamaño de la vía, varía de 225 +/- 90 m2.

2.3.5. Muestra al azar

Técnica que determina la muestra de una unidad del pavimento para ejecutar la inspección.

2.3.6. Muestra adicional

Las muestras adicionales son utilizadas cuando un área del pavimento han sufrido por diferentes causas daños y deterioros y se sugiere instalación de tuberías de agua o desagüe, electricidad, teléfonos, etc. Cuando una unidad es detectada una falla, las muestras adicionales son consideradas como materiales para atender de inmediato su reparación.

2.3.7. Índice del pavimento (PCI)

Parámetro para poner en orden las condiciones del pavimento fallado o deteriorado del estado de circulación de vehículos.

2.3.8. Descripción del pavimento

Son las condiciones de situación del pavimento para encontrar las "fallas" y restablecer en buenas condiciones de circulación de vehículos.

Veamos la tabla:

Tabla 6: Rango y Clasificación del pavimento.

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 71	Muy Bueno
70 - 56	Bueno
55 - 41	Regular
40 - 26	Malo
25 - 11	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Nota: Clasificación según la Norma ASTM D 6433.



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. DISEÑO

Es de carácter no experimental, tipo descriptivo.

3.2. MÉTODO

Hipotético deductivo, parte de lo general a lo particular o específico.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

Corresponde 1.2 km. Avenida Panamericana Puno.

3.3.2. Muestra

Es la Av. Panamericana de la Ciudad de Puno.

3.4. TÉCNICAS, FUENTES E INSTRUMENTOS

Se ha recolectado con vistas fotográficas de la situación y severidad de fallas.

En el recorrido de la superficie se ha visualizado también los carriles de la avenida para ´prever evitar accidentes de tránsito.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO

El estudio se ubica en la Avenida Panamericana Ciudad de Puno. Avenida de doble sentido.

El estudio corresponde las intersecciones de las Avenidas El Estudiante Panamericana (Ver figura 64, el punto final es la intersección con las Avenidas Simón Bolívar y El Ejército).

PLANO DE UBICACIÓN:

Figura 64: Plano de Ubicación de la Av. Panamericana



Nota: Ubicación según Google Earth.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

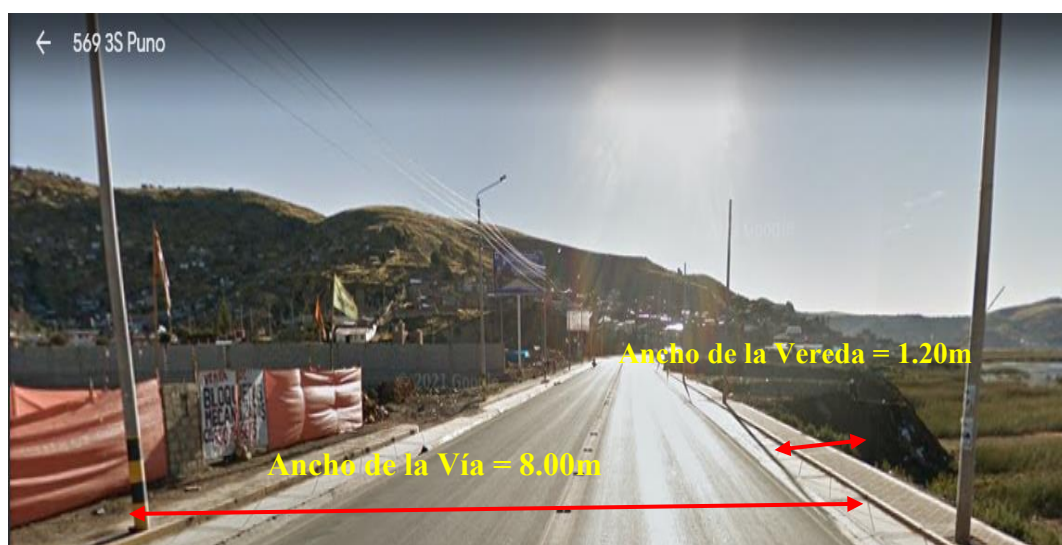
Las medidas del sitio son:

Calzada : 8.00 m

Vereda : 1.20 m

Tramo : 1,300.00 m

Figura 65: Características Geométricas de la Av. Panamericana



Nota: Vista de la avenida panamericana.

4.2. DIVISIÓN DE UNIDADES DE MUESTRA

A través del trabajo de campo, el área de estudio corresponde entre 225 ± 90 metros cuadrados. Tenemos los siguientes datos:

- ✓ Longitud total de la vía = 1,300 m.
- ✓ Ancho de la calzada = 08.00 m.

Nuestro trabajo se prevé longitudes de unidades asfálticas, mínimo 225.00 m^2 de ancho y calzada de 8.00 m, total longitud de muestra 30.00 m.

Longitud de unidad de muestra = 30.00 m

4.3. DETERMINACIÓN DE MUESTREO Y EL ANALISIS

El muestreo corresponde a la unidad de la Ecuación 1:

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

- Necesitamos calcular como unidad de muestreo la sección del pavimento (N).

$$N = \frac{\text{Long. Total de la vía}}{\text{Long. de la muestra}}$$

$$N = \frac{1300}{30} = 43.33 = 40$$

- Aplicando la Ecuación 1, calculamos la unidades evaluadas, se adopta el error $e = 5\%$ y la desviación estándar $\sigma = 10$. Tenemos:

$$n = \frac{40 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (40 - 1) + 10^2} = 11.63$$

n = 11 Unidades a ser evaluadas.

4.4. MUESTREO DE LA INSPECCIÓN

Obtenemos mediante intervalo muestreo (i) mediante la Ecuación 3:

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

$$i = \frac{43.33}{11} = 3.94$$

Entonces, la muestra del intervalo es a 4

Unidad de muestreo, Avenida Panamericana Puno

Grafico 3: Sección del Pavimento 8.00m. X 1,300 m.

U-1				U-2				U-3				U-4				U-5				U-6				U-7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0+030	0+060	0+090	0+120	0+150	0+180	0+210	0+240	0+270	0+300	0+330	0+360	0+390	0+420	0+450	0+480	0+510	0+540	0+570	0+600	0+630	0+660	0+690	0+720	0+750

			U-8				U-9				U-10				U-11			
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
0+780	0+810	0+840	0+870	0+900	0+930	0+960	0+990	1+020	1+050	1+080	1+110	1+140	1+170	1+200	1+230	1+260	1+290	1+300

Nota: Sección del pavimento avenida panamericana.

En la sección anterior las muestras previstas por secciones (color naranja) que son evaluadas para calcular el PCI. Durante la inspección visual hemos apreciado el largo y ancho del tramo de las fallas.

4.5. DAÑOS EN EL PAVIMENTO - LEVANTAMIENTO

A. EQUIPO

Materiales utilizados:

- ✓ Regla de aluminio de 2m disponible
- ✓ Wincha de 50m y 5m disponible
- ✓ Libreta de notas de campo
- ✓ Cámara fotográfica disponible
- ✓ Conos de seguridad para la vía y chalecos de seguridad

B. SEGURIDAD DURANTE EL TRABAJO

Para la inspección respectiva se ha implementado las medidas de seguridad para la inspección de la superficie vial con las señalizaciones de vehículos.

C. PROCEDIMIENTO

Las unidades de muestreo de daños se registran en formato espacial, llamado "hoja de información de exploración", la extensión y el nivel de severidad.

Veamos la Muestra N° 01:

Tabla 7: Formato para la unidad de muestra N° 01.

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433 (2003)															
SECCION Km 00+000 - Km 02+250		PROGRESIVA INICIAL km 00+270		UNIDAD DE MUESTREO U - 01		15H		13H							
CARRIL DER - IZQ		PROGRESIVA FINAL km 00+300		AREA DE MUESTREO 240 m ²		11M									
INSPECCIONADO POR BR. RICHARD B. CACERES LUPACA.				FECHA 09 - noviembre - 2021		4M		4M							
DAÑOS															
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 juntas 9. Desnivel carril / berna 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados				13. Huecos 14. Cruce de vía ferrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica (slippage) 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados				13M 19M 15M		13H 11H 13M 11M	
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD										TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
	M	1.4										1.4	0.6	17.0	
11	H	7.5										7.5	3.1	30.0	
11	M	7.0										7.0	2.9	18.0	
13	H	0.2	0.6									0.8	0.3	33.0	
13	M	0.3										0.3	0.1	7.0	
15	H	6.0										6.0	2.5	38.0	
15	M	10.0										10.0	4.2	33.0	
19	M	6.2										6.2	2.6	11.0	
4	M	0.3	1.1									1.4	0.6	8.0	

Nota: Llenado de la unidad de muestra.

4.6. DETERMINACIÓN “VALOR DEDUCCIÓN” SEVERIDAD, DENSIDAD Y EL GRÁFICO

Deducción de Valores (DV):

a) Se registran los daños y nivel de severidad.

El daño se mide la longitud de la falla encontrada.

b) Dividimos el tipo de daño, nivel de severidad, unidad de muestreo. Los resultados se expresan en porcentajes.

Así, la Falla Tipo 15 (Ahullamientos), el área es 10.00 m² y falla de severidad media, dividida nos da: $Densidad = \frac{10}{240} (100) = 4.20 \%$.

Estos valores, se resumen en la siguiente Tabla siguiente:

Tabla 8: Calculo densidad: muestra N° 01.

UNIDAD DE MUESTRA	TIPO DE DAÑO	DAÑO	SEVERIDAD	DENSIDAD
U - 01	Ahuellamiento	15	H	2.5
U - 01	Desprendimiento de agregados	19	M	2.6
U - 01	Huecos	13	H	0.3
U - 01	Parcheo	11	M	2.9
U - 01	Parcheo	11	H	3.1
U - 01	Abultamiento y Hundimientos	4	M	0.6
U - 01	Piel de Cocodrilo	1	M	0.6
U - 01	Ahuellamiento	15	M	4.2
U - 01	huecos	13	M	0.1

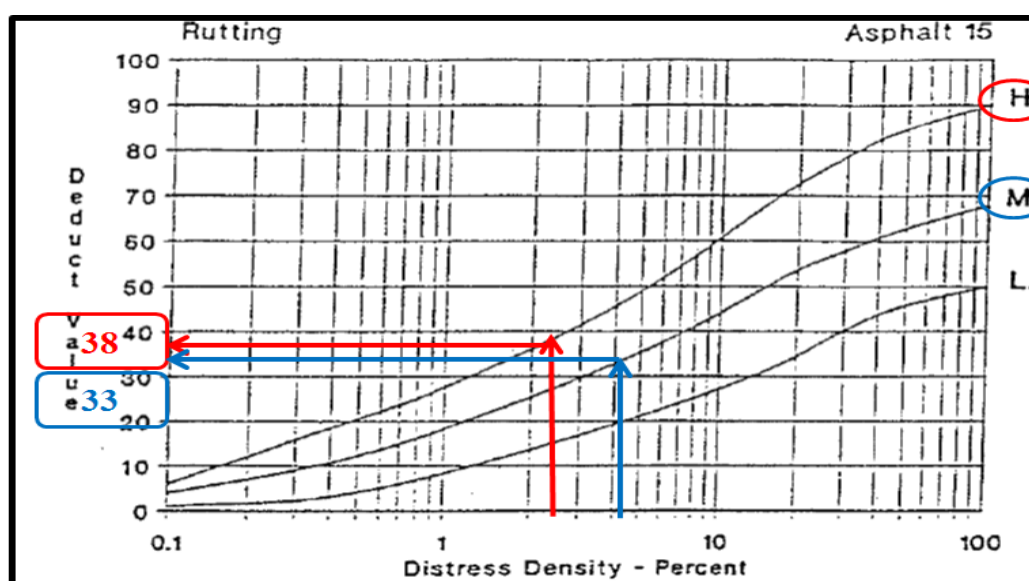
Nota: Calculo de densidad de U-1.

c) Determinamos el valor de deducción del tipo de daño y nivel de severidad de acuerdo a las curvas adjuntadas en el anexo A.

La Falla Tipo 15 (Ahullamientos), densidad es 2.50 %, Severidad Alta, (ver el Gráfico 4), el “valor de deducción” es 38.

La Falla Tipo 15 (Ahullamientos), su densidad es 4.20 % Severidad Media, se obtiene el “valor de deducción” es 33.

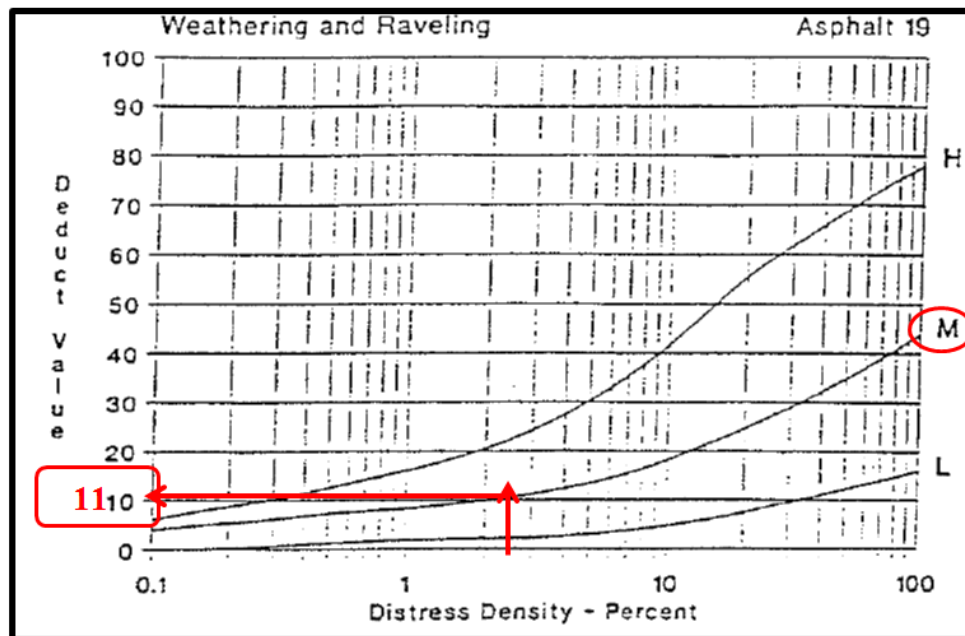
Grafico 4: Cálculo del Valor de Deducción para una falla Tipo 15.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

La Falla Tipo 19 (de agregados), tiene la densidad de 2.60% y la Severidad Media, observamos Gráfico 5, el “valor de deducción” es 11.

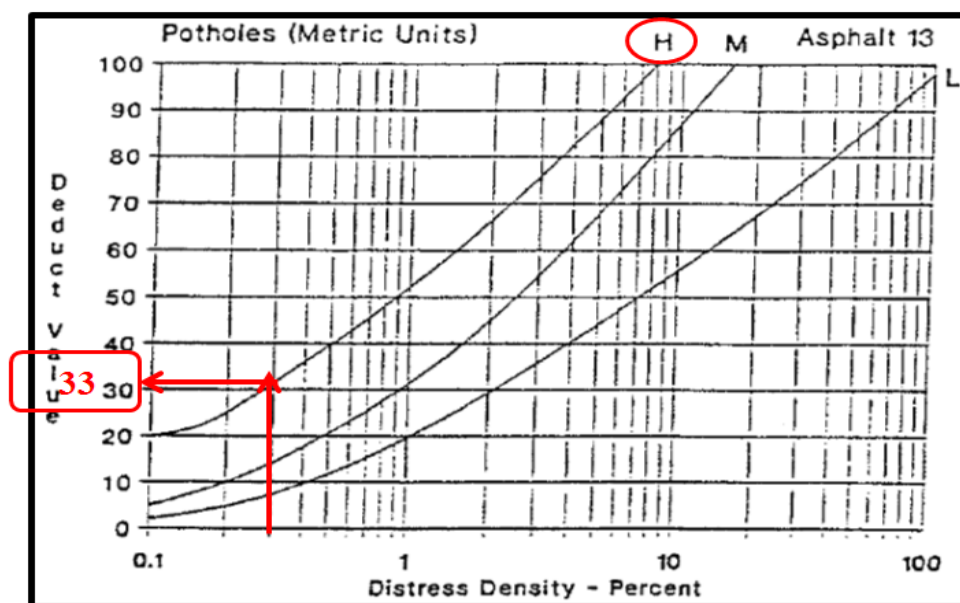
Gráfico 5: Cálculo del Valor de Deducción para una falla Tipo 19.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

La Falla Tipo 13 (Huecos), su densidad es 0.30 % y la Severidad Alta, observamos Gráfico 6, el “valor de deducción” es 33.

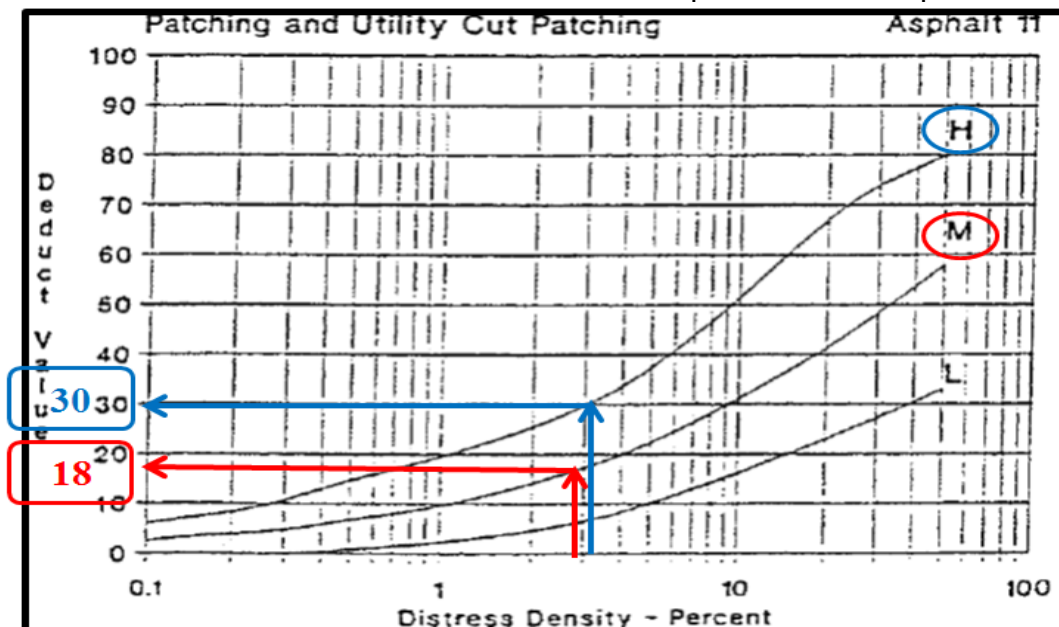
Gráfico 6: Cálculo del Valor de Deducción para una falla Tipo 13.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

La Falla Tipo 11 (Parcheo), su densidad es 2.90 % y Severidad Media, (ver Gráfico 7), el “valor de deducción” es 18.

Gráfico 7: Cálculo del Valor de Deducción para una falla Tipo 11.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

Así también, para la Falla Tipo 11 (Parcheo), cuya densidad es 3.10 % y **Severidad Alta** (ver Gráfico 7), se obtiene el “valor de deducción” es 30.

Luego, tenemos el siguiente resumen:

Tabla 9: Resumen de los valores de deducción, muestra N° 01.

UNIDAD DE MUESTRA	TIPOS DE FALLA	DAÑO	SEVERIDAD	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
U - 01	Ahuellamiento	15	H	2.5	38
U - 01	Desprendimiento de agregados	19	M	2.6	11
U - 01	Huecos	13	H	0.3	33
U - 01	Parcheo	11	M	2.9	18
U - 01	Parcheo	11	H	3.1	30
U - 01	Abultamiento y Hundimientos	4	M	0.6	8
U - 01	Piel de Cocodrilo	1	M	0.6	17
U - 01	Ahuellamiento	15	M	4.2	33
U - 01	huecos	13	M	0.1	7

Nota: (Elaboración propia, 2022).

4.7. DEDUCCIÓN CORREGIDO (CDV), FUNCIÓN (DVT) Y NÚMERO DE VALORES (DVT), MAYORES QUE DOS (2) (valor "q").

Para determinar este registro, realiza según la Muestra N° 01, no tenemos ningún valor deducido individual mayor que dos, entonces el valor de máximo CDV se calcula de la siguiente manera.

✓ A continuación van lista de valores:

Tabla 10, será 38, 33, 33, 30, 18, 17, 11, 8 y 7.

Tabla 10: Valores deducidos de la muestra N° 01.

#	VALOR DEDUCIDO								
1.0	38	33	33	30	18	17	11	8	7
2.0	38	33	33	30	18	17	11	8	2
3.0	38	33	33	30	18	17	11	2	2
4.0	38	33	33	30	18	17	2	2	2
5.0	38	33	33	30	18	2	2	2	2
6.0	38	33	33	30	2	2	2	2	2
7.0	38	33	33	2	2	2	2	2	2
8.0	38	33	2	2	2	2	2	2	2
9.0	38	2	2	2	2	2	2	2	2

Nota: (Elaboración propia, 2022).

✓ Determinamos deducciones permisibles, "m", Gráfico 01. Para ello empleamos la fórmula (ver Ecuación 4):

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98} \right) (100 - HDV) \leq 10$$

$$m = 1 + (9/98) (100-38)$$

$$m = 6.7$$

✓ La deducción de valores "m", se observa en Tabla 11, los valores son 38, 33, 33, 30, 18, 17, 11, 8 y 4.9 (el valor 4.9 se obtiene multiplicando 7 por 0.7). El valores deducidos a "m".

Tabla 11: Valores admisible “m”, muestra N° 01.

#	VALOR DEDUCIDO									Total	q
1.0	38	33	33	30	18	17	11	8	4.9	192.9	7
2.0	38	33	33	30	18	17	11	8	2	190.0	7
3.0	38	33	33	30	18	17	11	2	2	184.0	7
4.0	38	33	33	30	18	17	2	2	2	175.0	6
5.0	38	33	33	30	18	2	2	2	2	160.0	5
6.0	38	33	33	30	2	2	2	2	2	144.0	4
7.0	38	33	33	2	2	2	2	2	2	116.0	3
8.0	38	33	2	2	2	2	2	2	2	85.0	2
9.0	38	2	2	2	2	2	2	2	2	54.0	1

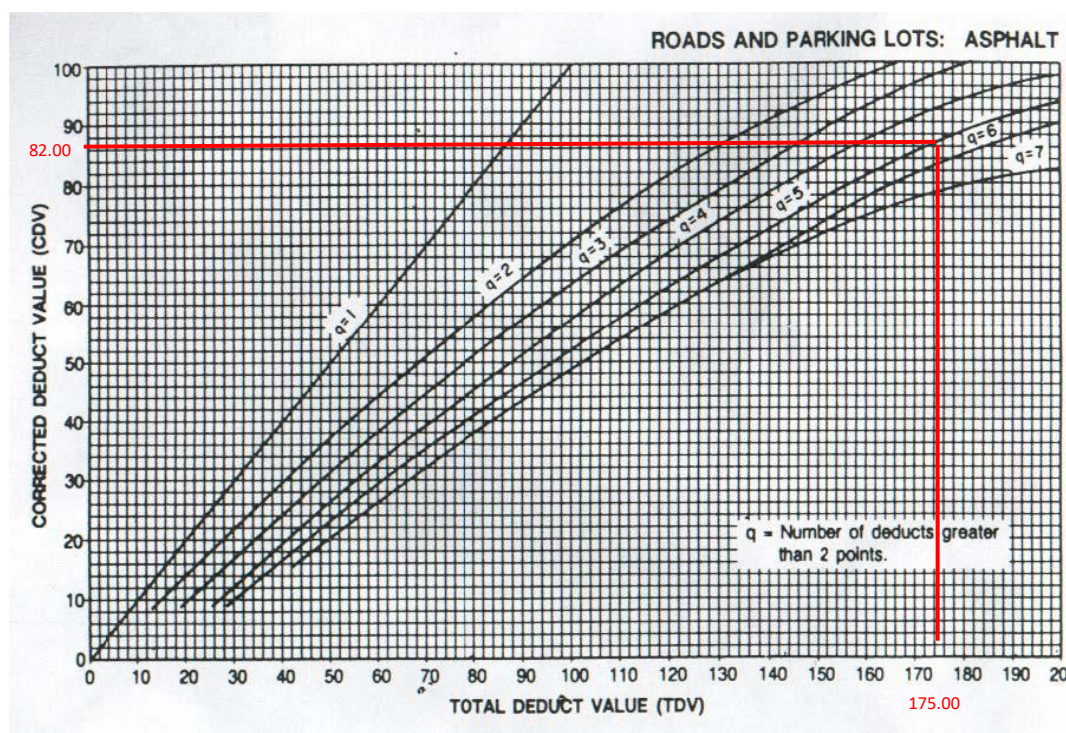
$$m=1+(9/98)*(100-38)=6.7$$

$$6.7-6=0.7 \quad 7*0.7=4.9$$

Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ Determinar valor deducido (CDV), muestra la Tabla 12.
- Determinamos el valor deducido total (VDT), mediante la suma de los valores deducidos. Los valores deducidos totales se obtienen de la suma: 192.2, 190.0, 184.0, 175.0, 160.0, 144.0, 116.0, 85.0, y 54.0 según la Tabla 11.
- Para lograr el Cálculo del Índice de Condición del Pavimento flexible (PCI), vemos el Grafico 8: “VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA”, se accede el VDT y la Curva “q”, leyendo el “Valor de Deducción Corregido (CDV)”.

Grafico 8: Corrección del Valor Deducido para pavimentos asfálticos.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

- Determinamos el valor máximo CDV es mayor de todos. Según la Tabla 12.

Tabla 12: Valor deducido corregido, muestra N° 01.

N°	VALOR DEDUCIDO									Total	q	CDV	CALCULO
1.0	38	33	33	30	18	17	11	8	4.9	192.9	7	81.9	Max. CDV 82
2.0	38	33	33	30	18	17	11	8	2	190.0	7	81.8	
3.0	38	33	33	30	18	17	11	2	2	184.0	7	81.8	
4.0	38	33	33	30	18	17	2	2	2	175.0	6	82	PCI 18
5.0	38	33	33	30	18	2	2	2	2	160.0	5	81.5	
6.0	38	33	33	30	2	2	2	2	2	144.0	4	80.5	
7.0	38	33	33	2	2	2	2	2	2	116.0	3	73	Rating Muy Pobre
8.0	38	33	2	2	2	2	2	2	2	85.0	2	62	
9.0	38	2	2	2	2	2	2	2	2	54.0	1	54	

Nota: (Elaboración propia, 2022).

La Muestra N° 01 Valor Corregido Individual (Max. CDV) es 82.

- ✓ Utilizamos el (PCI), (Max. CDV), el resultado final es menos de 100, para ello se emplea la fórmula:

Entonces:

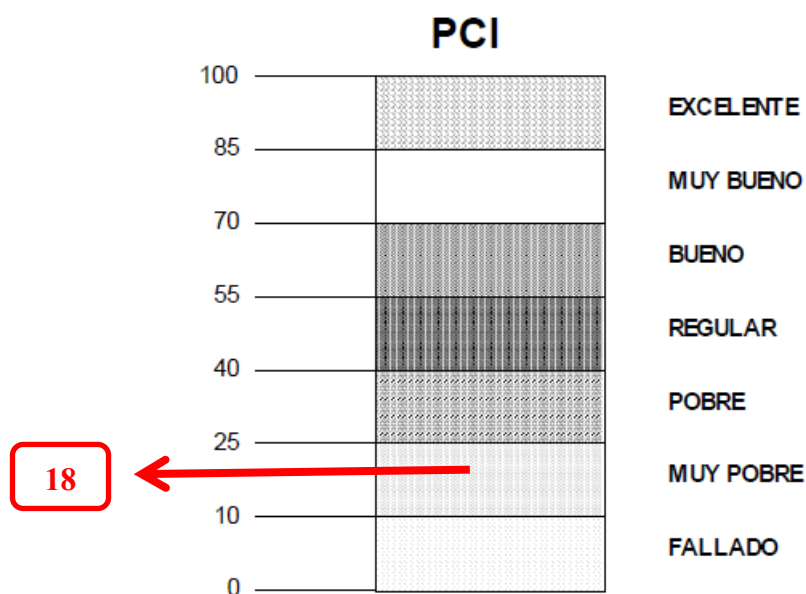
$$PCI = 100 - CDV_{\max}$$

$$PCI = 100 - 82$$

$$PCI = 18$$

Condición del pavimento: Muy Pobre

Grafico 9: Resultado final de la U-01.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

Resultado final aparece en la Muestra N° 01 de la Avenida Panamericana Puno.

4.8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El índice de condición del pavimento con muestras por unidades Avenida Panamericana Puno.

Cada el análisis de la unidad muestra, hemos utilizado el área de 240.00 m², ancho 8.00m (Ambos carriles) y largo 30.00 m.

En la ejecución hemos dialogado con la cuadrilla de trabajadores compuesta por mi persona y un ayudante para la toma de fotografías.

UNIDAD DE MUESTRA U-01

Analizando los datos obtenidos en el trabajo de campo. Para ello hemos realizado inspección visual de la unidad de muestra U-01, tenemos:

Tabla 13: Cálculo de densidad y valor deducido de la U-01

DAÑOS		SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
15	Ahuellamiento	H	6.0	0.0	0.0	6.0	2.5	38
19	Desprendimiento de agregados	M	6.2	0.0	0.0	6.2	2.6	11
13	Huecos	H	0.2	0.6	0.0	0.8	0.3	33
11	Parqueo	M	7.0	0.0	0.0	7.0	2.9	18
11	Parqueo	H	7.5	0.0	0.0	7.5	3.1	30
4	Abultamiento y Hundimientos	M	0.3	1.1	0.0	1.4	0.6	8
1	Piel de Cocodrilo	M	1.4	0.0	0.0	1.4	0.6	17
15	Ahuellamiento	M	10.0	0.0	0.0	10.0	4.2	33
13	huecos	M	0.3	0.0	0.0	0.3	0.1	7

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Tabla 14: Cálculo del PCI de la U-01

#	VALOR DEDUCIDO									Total	q	CDV	
1.0	38	33	33	30	18	17	11	8	4.2	192.2	7	81.9	Max. CDV
2.0	38	33	33	30	18	17	11	8	2	190.0	7	81.8	82
3.0	38	33	33	30	18	17	11	2	2	184.0	7	81.8	
4.0	38	33	33	30	18	17	2	2	2	175.0	6	82	PCI
5.0	38	33	33	30	18	2	2	2	2	160.0	5	81.5	18
6.0	38	33	33	30	2	2	2	2	2	144.0	4	80.5	
7.0	38	33	33	2	2	2	2	2	2	116.0	3	73	Rating
8.0	38	33	2	2	2	2	2	2	2	85.0	2	62	Muy Pobre
9.0	38	2	2	2	2	2	2	2	2	54.0	1	54	

Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ El índice de estado del pavimento obtenido es 18, prevé el pavimento es Muy Pobre.
- ✓ El número de valores deducidos es 9, el máximo valor deducido corregido es 82.
- ✓ La falla representativa y dañina es Ahuellamiento, es una falla estructural, influye el estado del pavimento.
- ✓ La superficie de rodadura es buena; pero la calidad está seriamente amenazada.
- ✓ Es urgente corregir las fallas para no permitir el deterioro del pavimento.
- ✓ Es necesario realizar trabajos de rehabilitación, prever el soporte de baches y el sello asfáltico.

Figura 66: Falla tipo Ahuellamiento representativa U-01.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

UNIDAD DE MUESTRA U-02

Mediante la inspección visual y medición de la unidad de muestra U-02, tenemos:

Tabla 15: Cálculo: densidad y valor deducido de la U-02

DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
4 Abultamiento y Hundimiento	M	2.2	0.0	0.0	2.2	0.93	11
7 Grietas de Borde	H	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0
3 Agrietamiento en Bloque	M	14.0	0.0	0.0	14.0	5.83	15
3 Agrietamiento en Bloque	H	4.8	13.5	0.0	18.3	7.63	25
16 Deslizamiento	M	3.0	0.0	0.0	3.0	1.25	12
13 Huecos	L	0.4	0.0	0.0	0.4	0.17	4
11 Parcheo	M	0.6	6.0	0.0	6.6	2.76	17
1 Piel de Cocodrilo	H	9.0	0.0	0.0	9.0	3.75	49
1 Piel de Cocodrilo	M	0.3	0.6	0.0	0.9	0.38	14
13 Huecos	M	0.1	0.1	0.0	0.2	0.07	5

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Tabla 16: Cálculo del PCI de la U -02

#	VALOR DEDUCIDO									Total	q	CDV	
1.0	49	25	17	15	14	12	11	5	2.8	150.8	7	64	Max. CDV
2.0	49	25	17	15	14	12	11	5	2	150.0	7	63.9	64
3.0	49	25	17	15	14	12	11	2	2	147.0	7	63.6	
4.0	49	25	17	15	14	12	2	2	2	138.0	6	63.5	PCI
5.0	49	25	17	15	14	2	2	2	2	128.0	5	59.5	36
6.0	49	25	17	15	2	2	2	2	2	116.0	4	28.6	
7.0	49	25	17	2	2	2	2	2	2	103.0	3	55.8	Rating
8.0	49	25	2	2	2	2	2	2	2	88.0	2	41.6	Pobre
9.0	49	2	2	2	2	2	2	2	2	65.0	1	16.8	

Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ El estado del pavimento es 36, el pavimento es Pobre.
- ✓ El valor deducido es 9, valor deducido corregido es 64.
- ✓ El valor deducido es cero, la falla no es representativo del PCI.
- ✓ La falla más dañina es piel de Cocodrilo.
- ✓ Se recomienda realizar urgente el bacheo superficial, sello asfáltico y el parchado con mezcla asfáltica.

Figura 67: Falla tipo piel de cocodrilo representativa U-02.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

UNIDAD DE MUESTRA U-03

Mediante el trabajo campo y la visualización de la unidad de muestra U-03, tenemos:

Tabla 17: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U-03

DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13 Hueco	H	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	22
13 Hueco	M	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	5
18 Hinchamiento	M	40.0	0.0	0.0	40.0	16.7	40
11 Parcheo	M	0.7	0.0	0.0	0.7	0.3	5

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Tabla 18: Cálculo del PCI de la U -03

#	VALOR DEDUCIDO				Total	q	CDV	Max. CDV
1.0	40	22	5	5	72.0	4	42	48
2.0	40	22	5	2	69.0	3	44	PCI
3.0	40	22	2	2	66.0	2	48	52
4.0	40	2	2	2	46.0	1	46	Rating

Regular

Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ Las fallas encontradas son: hinchamiento, huecos y parcheo.
- ✓ El índice de estado del pavimento resulta 52, el estado de pavimento es Regular.
- ✓ El valor deducido es 4, máximo valor deducido corregido es 48.
- ✓ La falla más dañina es el Hinchamiento.
- ✓ Necesita realizar bacheo superficial, sello asfáltico y parchado con mezcla asfáltica.

Figura 68: Falla tipo hinchamiento representativa U-03.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

UNIDAD DE MUESTRA U-04

En el análisis de datos de trabajo de campo, hemos obtenidos con la inspección visual la muestra U-04, los siguientes datos:

Tabla 19: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U -04

DAÑO		SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
3	Agrietamiento en bloque	H	0.2	0.0	0.0	0.2	0.1	0
13	Hueco	M	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	3
13	Hueco	L	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	1
11	Parcheo	M	12.0	0.0	0.0	12.0	5.0	22
1	Piel de cocodrilo	M	0.2	0.0	0.0	0.2	0.1	6

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Tabla 20: Cálculo del PCI de la U -04

#	VALOR DEDUCIDO				Total	q	CDV	Max. CDV
1.0	22	6	3	0.2	31.2	4	17.5	27
2.0	22	6	3	0.2	31.2	3	20.2	PCI
3.0	22	6	2	0.2	30.2	2	26.2	73
4.0	22	2	2	0.2	26.2	1	27	Rating

Muy Bueno

Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ Las fallas reportadas son: agrietamiento bloque, hueco, parcheo, piel de cocodrilo.
- ✓ El estado del pavimento es 73, el estado de pavimento es Muy bueno.
- ✓ El valores deducidos es Cuatro, máximo valor deducido corregido es 27.
- ✓ La falla más dañina es el Parcheo.
- ✓ Se recomienda ejecutar bacheo superficial, sello asfáltico y parchado con mezcla asfáltica.

Figura 69: Falla tipo parcheo representativa U-04.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

UNIDAD DE MUESTRA U-05

Recogido los datos, hemos analizado y se ha logrado la muestra visual U-05 tenemos:

Tabla 21: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U -05

DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1 Piel de cocodrilo	M	0.6	1.6	0.0	2.2	0.9	20
15 Ahuellamiento	H	1.5	0.0	0.0	1.5	0.6	23
13 Hueco	L	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	1
10 Grietas Long. Y Transv.	M	3.0	4.0	0.0	7.0	2.9	8
1 Piel de cocodrilo	H	4.0	0.0	0.0	4.0	1.7	37
19 Desprendimiento de agregados	M	5.0	0.0	0.0	5.0	2.1	10
4 Abultamiento y Hundimientos	L	3.0	0.0	0.0	3.0	1.3	3
13 Hueco	H	0.4	0.0	0.0	0.4	0.2	24
4 Abultamiento y Hundimientos	M	1.6	4.8	0.0	6.4	2.7	21

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Tabla 22: Cálculo del PCI de la U -05

#	VALOR DEDUCIDO									Total	q	CDV
1.0	37	24	23	21	20	10	8	3	0.8	146.8	9	65.2
2.0	37	24	23	21	20	10	8	3	0.8	146.8	8	66
3.0	37	24	23	21	20	10	8	2	0.8	145.8	7	65
4.0	37	24	23	21	20	10	2	2	0.8	139.8	6	66
5.0	37	24	23	21	20	2	2	2	0.8	131.8	5	67
6.0	37	24	23	21	2	2	2	2	0.8	113.8	4	64
7.0	37	24	2	2	2	2	2	2	0.8	94.8	3	59
8.0	37	2	2	2	2	2	2	2	0.8	73.8	2	53
9.0	37	2	2	2	2	2	2	2	0.8	51.8	1	51

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Max. CDV

67

PCI

33

Rating

Pobre

- ✓ Las fallas más dañinas son: piel de cocodrilo, ahuellamiento, hueco, grietas, desprendimientos agregados, abultamiento y hundimiento.
- ✓ El índice del pavimento es 33, pavimento Pobre.
- ✓ El valor deducido es 9, valor deducido corregido es 67.
- ✓ La falla más dañina es piel de cocodrilo.

- ✓ Realizar urgente bacheo superficial, sello asfáltico y parchado con mezcla asfáltica.

Figura 70: Falla tipo piel de cocodrilo representativa U-05.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

UNIDAD DE MUESTRA U-06

En el trabajo de campo, hemos obtenido en la inspección visual la muestra U-06, los siguientes datos:

Tabla 23: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U -06

DAÑO		SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
4	Abultamiento y Hundimientos	M	2.4	0.0	0.0	2.4	1.0	11
1	Piel de cocodrilo	H	2.8	4.0	0.0	6.8	2.8	45
1	Piel de cocodrilo	M	1.4	0.0	0.0	1.4	0.6	17
11	Parcheo	M	0.1	2.1	0.0	2.2	0.9	9
13	Hueco	H	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	18
13	Hueco	L	0.5	0.0	0.0	0.5	0.2	5
3	Agrietamiento en bloque	H	2.4	2.6	0.0	5.0	2.1	10
13	Hueco	M	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	5

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Tabla 24: Cálculo del PCI de la U -06

#	VALOR DEDUCIDO								Total	q	CDV
1.0	45	18	17	11	10	9	5	0.5	115.5	8	52
2.0	45	18	17	11	10	9	5	2	117.0	7	52.5
3.0	45	18	17	11	10	9	2	2	114.0	6	56
4.0	45	18	17	11	10	2	2	2	107.0	5	54
5.0	45	18	17	11	2	2	2	2	99.0	4	54.2
6.0	45	18	17	2	2	2	2	2	90.0	3	54.5
7.0	45	18	2	2	2	2	2	2	75.0	2	53
8.0	45	2	2	2	2	2	2	2	59.0	1	54

Max. CDV

56

PCI

44

Rating

Regular

Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ En el trabajo de inspección visual se ha encontrado las siguientes fallas:
abultamiento y hundimiento, parcheo, hueco.
- ✓ El estado del pavimento es 44, estado de pavimento Regular.
- ✓ El valores deducidos es 8, valor deducido corregido es 56.
- ✓ La falla más dañina es Piel de cocodrilo.
- ✓ Necesita bacheo superficial, sello asfáltico y parchado con mezcla asfáltica.

Figura 71: Falla tipo piel de cocodrilo representativa U-06.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

UNIDAD DE MUESTRA U-07

Los datos reportados en el trabajo de campo, hemos obtenido a través de la inspección visual la muestra U-07, tenemos que:

Tabla 25: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U -07

DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	m
10 Grietas Long. Y Transv.	H	5.0	6.5	0.0	11.5	4.8	22	7.8
10 Grietas Long. Y Transv.	M	3.4	4.0	7.0	14.4	6.0	14	
11 Parcheo	H	4.4	0.0	0.0	4.4	1.8	24	
15 Ahuellamiento	H	4.0	0.0	0.0	4.0	1.7	32	
3 agrietamiento en Bloque	H	2.5	0.0	0.0	2.5	1.0	6	
3 agrietamiento en Bloque	L	4.0	0.0	0.0	4.0	1.7	1	
3 agrietamiento en Bloque	M	3.2	4.0	0.0	7.2	3.0	10	

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Tabla 26: Cálculo del PCI de la U -07

#	VALOR DEDUCIDO							Total	q	CDV
1.0	32	24	22	14	10	6	0.8	108.8	7	45
2.0	32	24	22	14	10	6	0.8	108.8	6	52
3.0	32	24	22	14	10	0.2	0.8	103.0	5	49
4.0	32	24	22	14	0.2	0.2	0.8	93.2	4	48.5
5.0	32	24	22	0.2	0.2	0.2	0.8	79.4	3	46
6.0	32	24	2	0.2	0.2	0.2	0.8	59.4	2	40
7.0	32	2	2	0.2	0.2	0.2	0.8	37.4	1	29

Max. CDV

52

PCI

48

Rating

Regular

Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ Las fallas más dañinas encontradas son: Grietas Longitudinal y Transversal, parcheo, Ahuellamiento, Agrietamiento en Bloque.
- ✓ El índice del pavimento es 48, entonces el estado de pavimento es Regular.
- ✓ El número de valores deducidos es Siete, estos datos deducidos corregido es 52.
- ✓ La falla más dañina es Ahuellamiento.

- ✓ Realizar urgente bacheo superficial, sello asfáltico y/o parchado con mezcla asfáltica

Figura 72: Falla tipo Ahuellamiento representativa U-07.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

UNIDAD DE MUESTRA U-08

El trabajo de campo es tan útil para obtener datos a fin de operativiza el trabajo.

Con la inspección visual, la muestra de datos de la U-08:

Tabla 27: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U-08

DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	m
7 Grieta de borde	L	3.5	0.0	0.0	3.5	1.5	3	7.3
7 Grieta de borde	H	3.2	0.0	0.0	3.2	1.3	9	
19 Desprendimiento de agregado	L	4.8	0.0	0.0	4.8	2.0	1	
10 Grietas Long. Y Transv.	L	2.0	0.0	0.0	2.0	0.8	0	
4 Abultamiento y Hundimientos	H	0.9	1.6	0.0	2.5	1.0	31	
19 Desprendimiento de agregado	M	10.4	12.0	0.0	22.4	9.3	17	
13 Hueco	M	0.2	0.0	0.0	0.2	0.1	5	
10 Grietas Long. Y Transv.	H	6.0	0.0	0.0	6.0	2.5	16	
13 Hueco	H	0.7	0.0	0.0	0.7	0.3	31	
10 Grietas Long. Y Transv.	M	3.0	0.0	0.0	3.0	1.3	3	
19 Desprendimiento de agregado	H	3.2	0.0	0.0	3.2	1.3	18	

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Tabla 28: Cálculo del PCI de la U-08

#	VALOR DEDUCIDO										Total	q	CDV
1.0	31	31	18	17	16	9	5	3	3	0.3	133.3	7	60
2.0	31	31	18	17	16	9	5	3	3	0.3	133.3	7	60
3.0	31	31	18	17	16	9	5	3	2	0.3	132.3	7	59.8
4.0	31	31	18	17	16	9	5	2	2	0.3	131.3	7	59.6
5.0	31	31	18	17	16	9	2	2	2	0.3	128.3	6	62
6.0	31	31	18	17	16	2	2	2	2	0.3	121.3	5	61
7.0	31	31	18	17	2	2	2	2	2	0.3	107.3	4	60
8.0	31	31	18	2	2	2	2	2	2	0.3	92.3	3	58
9.0	31	31	2	2	2	2	2	2	2	0.3	76.3	2	54
10.0	31	2	2	2	2	2	2	2	2	0.3	47.0	1	16.8

Max. CDV

62

PCI

38

Rating

Pobre

Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ Las fallas tan álgidas son: grietas de borde, desprendimientos agregados, grietas longitudinal y transversal, abultamiento y hundimiento, huecos.
- ✓ El estado del pavimento es 38, el estado de pavimento es Pobre.
- ✓ El valor deducido es 10, resulta que el valor deducido corregido es 62.
- ✓ La falla más dañina es Huecos.
- ✓ Ejecutar inmediatamente bacheo superficial, sello asfáltico y/o parchado con mezcla asfáltica.

Figura 73: Falla tipo Huecos representativa U-08.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

UNIDAD DE MUESTRA U-09

Mediante inspección visual y medición tenemos los datos precisos de la muestra

U-09:

Tabla 29: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U-09

DAÑO		SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	m
11	Parcheo	M	1.7	0.0	0.0	1.7	0.7	8	7.7
19	Desprendimiento de agregado	M	1.2	3.6	4.0	8.8	3.7	12	
3	agrietamiento en Bloque	H	1.5	4.0	0.0	5.5	2.3	11	
1	Piel de cocodrilo	H	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	11	
19	Desprendimiento de agregado	H	9.0	0.0	0.0	9.0	3.8	27	
10	Grietas Long. Y Transv.	M	5.0	0.0	0.0	5.0	2.1	6	
1	Piel de cocodrilo	M	0.8	3.2	0.0	4.0	1.7	25	
19	Desprendimiento de agregado	L	3.2	0.0	0.0	3.2	1.3	0	

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Tabla 30: Cálculo del PCI de la U -09

#	VALOR DEDUCIDO							Total	q	CDV
1.0	27	25	12	11	11	8	6	100.0	7	46
2.0	27	25	12	11	11	8	2	96.0	6	47
3.0	27	25	12	11	11	0.2	2	88.2	5	45
4.0	27	25	12	11	0.2	0.2	2	77.4	4	44
5.0	27	25	12	0.2	0.2	0.2	2	66.6	3	42.5
6.0	27	25	2	0.2	0.2	0.2	2	56.6	2	42
7.0	27	2	2	0.2	0.2	0.2	2	33.6	1	33

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Max. CDV

47

PCI

53

Rating

Regular

- ✓ Las fallas más representativas es el Parcheo.
- ✓ El estado del pavimento es 53, el estado de pavimento es Regular.
- ✓ El número de valores deducidos es Siete, el máximo valor deducido corregido es 47.
- ✓ La falla más dañina es el Desprendimiento de Agregados.
- ✓ Por tanto, se recomienda realizar bacheo superficial, sello asfáltico y parchado con mezcla asfáltica.

Figura 74: Falla tipo desprendimiento de agregado representativa U-09.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

UNIDAD DE MUESTRA U-10

Durante el trabajo de campo y con el apoyo de mi auxiliar se ha obtenido mediante la muestra U-10, tenemos que:

Tabla 31: Cálculo de la densidad y valor deducido de la U-10

DAÑO		SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	m
10	Grietas Long. Y Transv.	M	5.0	0.0	0.0	5.0	2.1	6	8.7
13	Hueco	M	0.2	0.0	0.0	0.2	0.1	5	
19	Desprendimiento de agregado	H	2.1	0.0	0.0	2.1	0.9	15	
3	agrietamiento en Bloque	H	2.6	7.2	0.0	9.8	4.1	16	
4	Abultamiento y Hundimientos	M	1.3	0.0	0.0	1.3	0.6	8	

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Tabla 32: Cálculo del PCI de la U-10

#	VALOR DEDUCIDO					Total	q	CDV	Max. CDV
1.0	16	15	8	6	3.5	48.5	5	23	27
2.0	16	15	8	6	2	47.0	4	26	PCI
3.0	16	15	8	2	2	43.0	3	26.5	73
4.0	16	15	2	2	2	37.0	2	27	Rating
5.0	16	2	2	0.2	2	22.2	1	22	Muy Bueno

Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ Las fallas más profundas encontradas son: grietas, huecos, desprendimientos agregados, agrietamiento en bloque, abultamiento y hundimientos.
- ✓ El estado del pavimento es 73, el estado es Muy Bueno.
- ✓ El número de valores deducidos es 5, valor deducido corregido es 27.
- ✓ La falla más es Agrietamiento en bloques.
- ✓ Se recomienda realizar bacheo superficial, sello asfáltico, parchado con mezcla asfáltica.

Figura 75: Falla tipo Agrietamiento en Bloques representativa U-10.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

UNIDAD DE MUESTRA U-11

Los datos reportados en el trabajo de campo y a través de la inspección visual tenemos la muestra U-11:

Tabla 33: Cálculo densidad y valor deducido U-11

DAÑO		SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	m
1	Piel de cocodrilo	L	6.0	0.0	0.0	6.0	2.5	20	6.8
1	Piel de cocodrilo	M	2.4	0.0	0.0	2.4	1.0	21	
13	Hueco	L	2.0	0.0	0.0	2.0	0.8	17	
10	Grietas Long. Y Transv.	H	3.8	0.0	0.0	3.8	1.6	12	
13	Hueco	H	1.0	0.0	0.0	1.0	0.4	37	

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Tabla 34: Cálculo PCI - U -11

#	VALOR DEDUCIDO					Total	q	CDV
1.0	37	21	20	17	12	107.0	5	54
2.0	37	21	20	17	2	97.0	4	56
3.0	37	21	20	2	2	82.0	3	52
4.0	37	21	2	2	2	64.0	2	48
5.0	37	2	2	0.2	2	43.2	1	22

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Max. CDV

56

PCI

44

Rating

Regular

- ✓ Las fallas encontradas in situ son: piel de cocodrilo, hueco, grietas longitudinal y transversal.
- ✓ El índice del pavimento es 44, el estado de pavimento es Regular.
- ✓ El número de valores deducidos es 5, el máximo valor deducido corregido es 56.
- ✓ La falla más dañina es Hueco.

- ✓ Se recomienda ejecutar de inmediato el bacheo superficial, sello asfáltico y/o parchado con mezcla asfáltica.

Figura 76: Falla tipo Huecos U-11.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

4.9. RESUMEN DE RESULTADOS

4.9.1. RESULTADOS POR NUMERO DE FALLAS SEGÚN TIPO:

Tabla 35: Resumen de número de fallas según tipo.

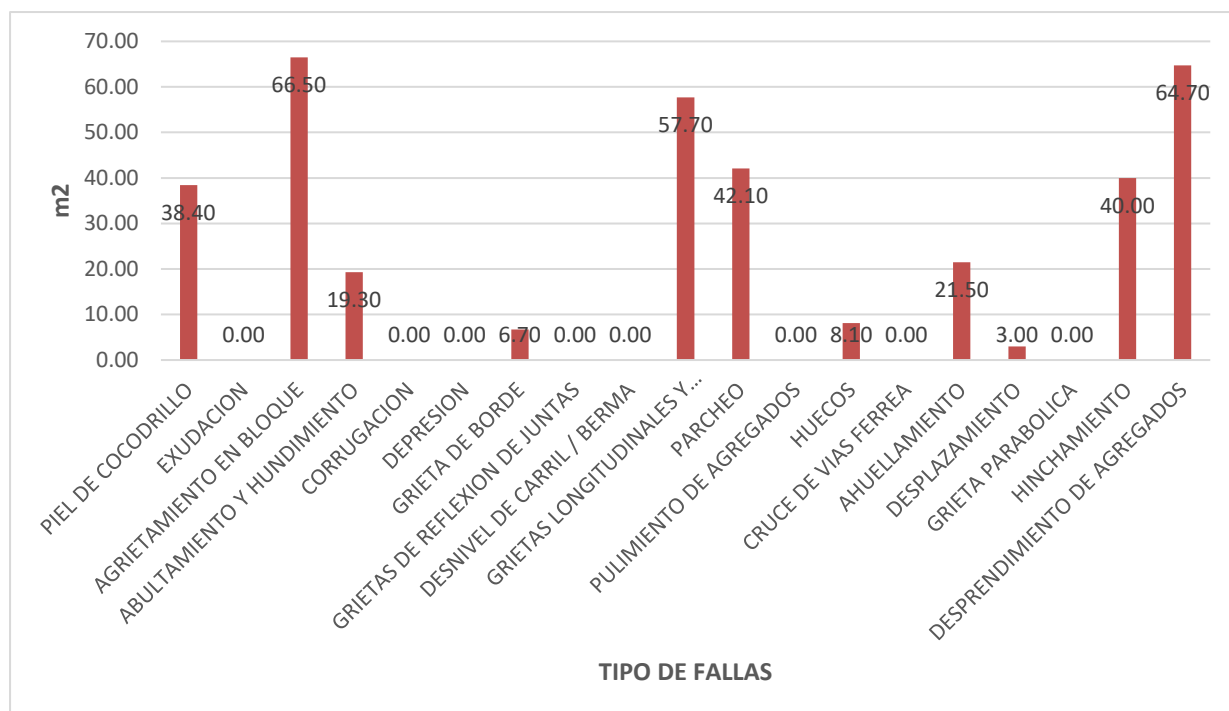
N°	DESCRIPCION DE FALLA	N° DE FALLAS	TOTAL (m2)
1	PIEL DE COCODRILLO	13.00	38.40
2	EXUDACION	0.00	0.00
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	10.00	66.50
4	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	9.00	19.30
5	CORRUGACION	0.00	0.00
6	DEPRESION	0.00	0.00
7	GRIETA DE BORDE	2.00	6.70
8	GRIETAS DE REFLEXION DE JUNTAS	0.00	0.00
9	DESNIVEL DE CARRIL / BERMA	0.00	0.00
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	9.00	57.70
11	PARCHEO	8.00	42.10
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	0.00	0.00
13	HUECOS	18.00	8.10
14	CRUCE DE VIAS FERREA	0.00	0.00
15	AHUELLAMIENTO	4.00	21.50
16	DESPLAZAMIENTO	1.00	3.00
17	GRIETA PARABOLICA	0.00	0.00
18	HINCHAMIENTO	1.00	40.00
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	9.00	64.70
TOTAL		84.00	368.00

Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ En el área total de 368.00 m² del recorrido de la vía, las fallas más dañinas con mayor incidencia fue agrietamiento en bloque con un área de 66.50 m² y menor cantidad fue desplazamiento con un área de 3.00 m².

En el gráfico que representamos se observan las fallas en m².

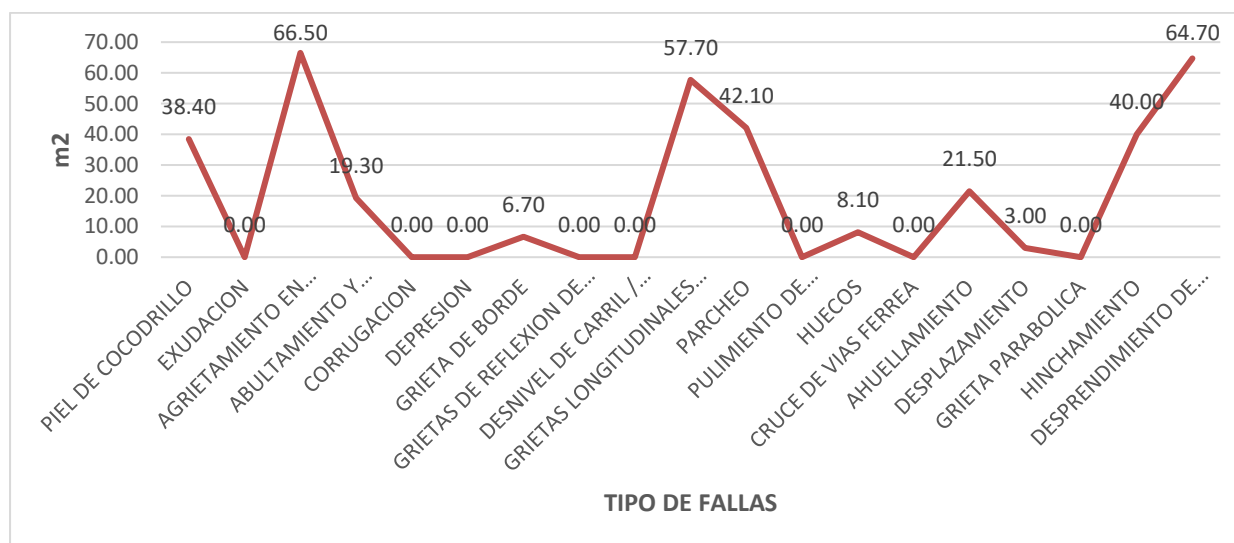
Grafico 10: Cantidad de fallas según tipo.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ En el gráfico 11, observamos la cantidad de fallas y los picos más elevados en el agrietamiento en bloque y desprendimiento de agregados.

Grafico 11: Picos más altos por tipos de fallas.

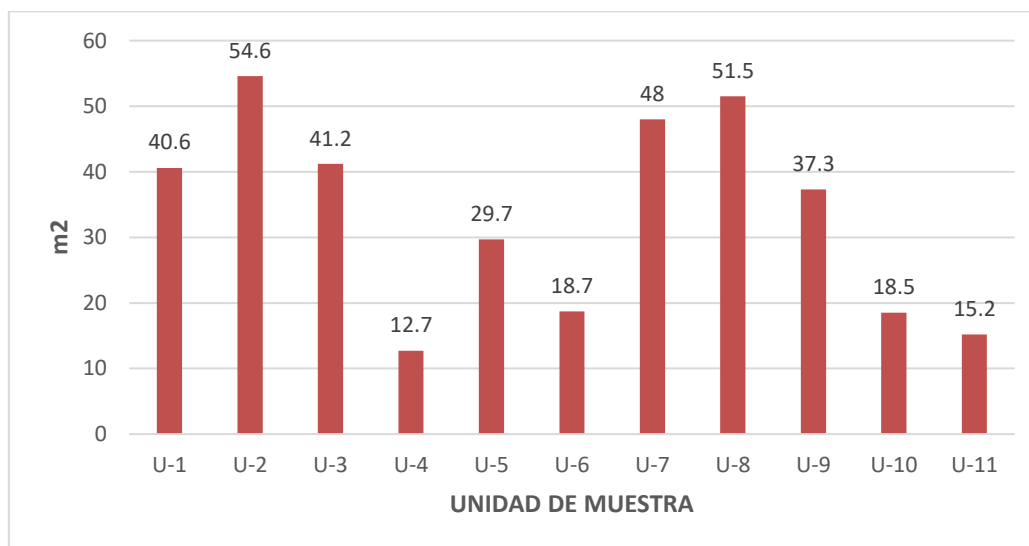


Nota: (Elaboración propia, 2022).

4.9.2. RESULTADOS DE FALLAS POR UNIDADES DE MUESTRA

- ✓ En nuestro estudio y para mejor comprensión de muestras hemos tenido que clasificar en 11 unidades, cada una de ellas en una longitud de 30.00 m. En cada una de las unidades verificadas in situ obtuvimos varias muestras de cantidades de fallas.
- ✓ En el gráfico, observamos la Unidad de Muestra número U-2, donde existe mayor cantidad de fallas con un área de 54.60 m² y en la U-4 se percibimos las fallas de mayor a menor cantidad que se suman área total de 12.70 m². En los gráficos siguientes se observan con más detalles las cantidades de fallas por muestras.

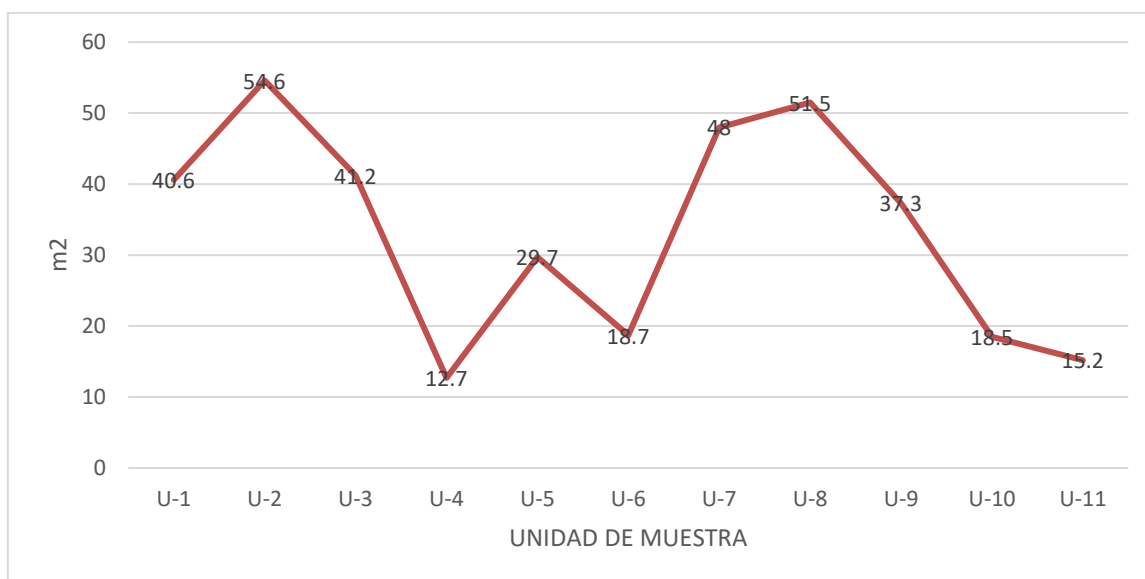
Gráfico 12: Unidad de muestra con cantidad de fallas.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ Se observa los picos más altos de la muestra en U-2 y U-8, donde el pico más bajo indica en la U-4.

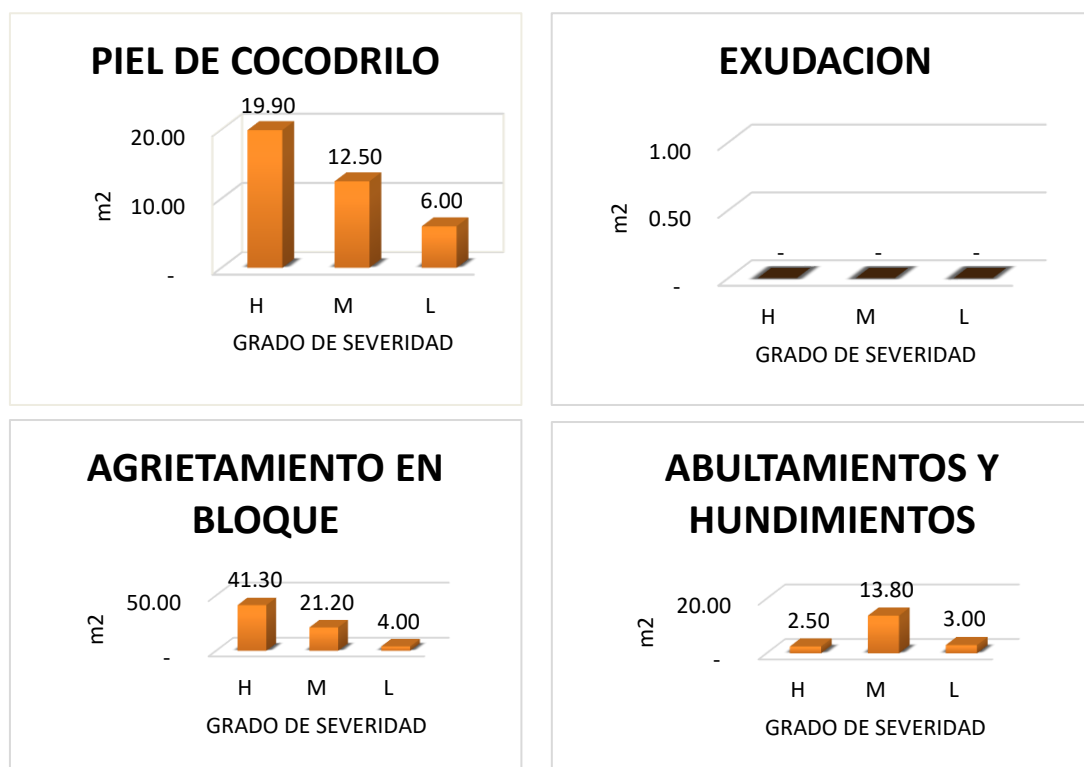
Grafico 13: Picos más altos según Unidad de Muestra.



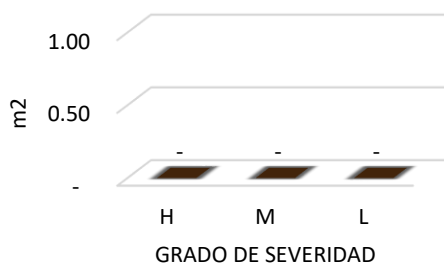
Nota: (Elaboración propia, 2022).

4.9.3. RESULTADOS SEGÚN TIPO DE FALLA Y NIVEL DE SEVERIDAD

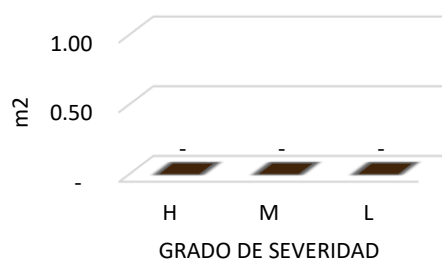
Grafico 14: Resultados por tipología de Fallas y Nivel de Severidad.



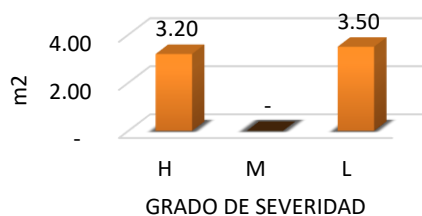
CORRUGACION



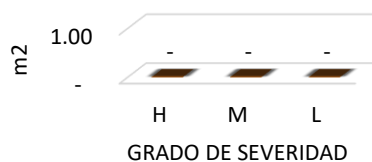
DEPRESION



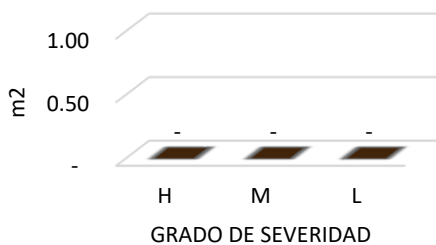
GRIETA DE BORDE



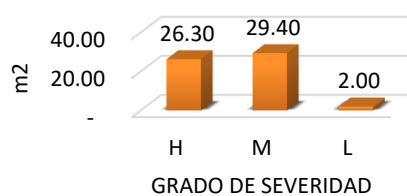
GRIETAS DE REFLEXION DE JUNTAS



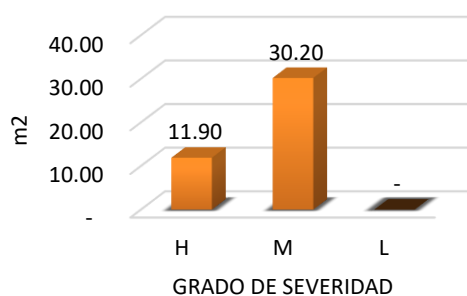
DESNIVEL CARRIL/BERMA



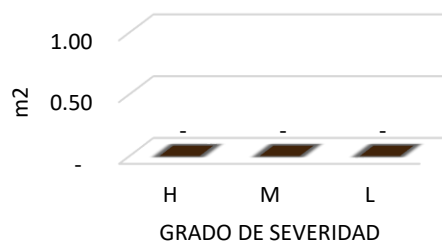
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



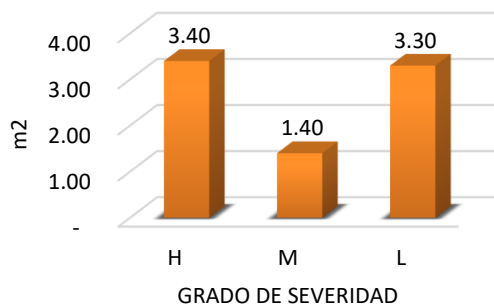
PARCHEO



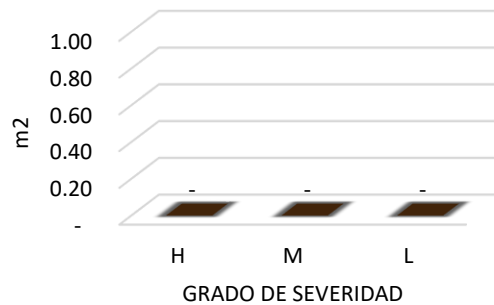
PULIMIENTO DE AGREGADOS



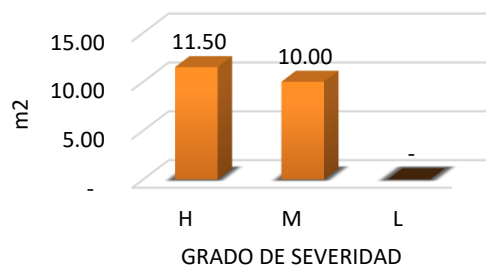
HUECOS



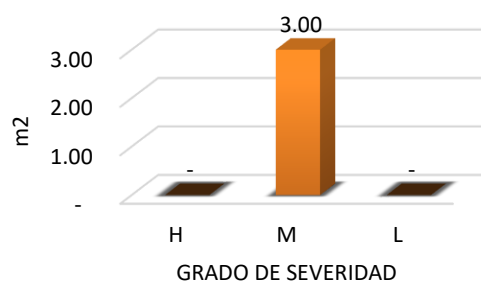
CRUCE DE VIA FERREA



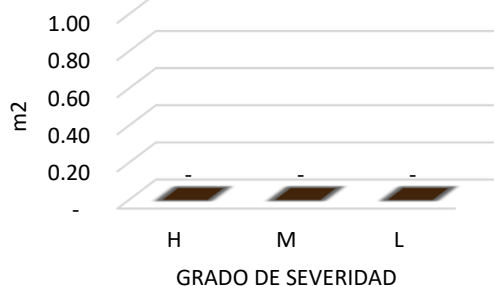
AHUELLAMIENTO



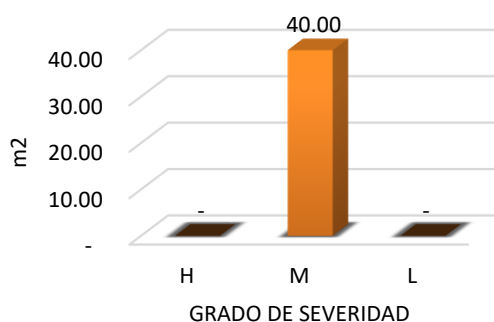
DESPLAZAMIENTO



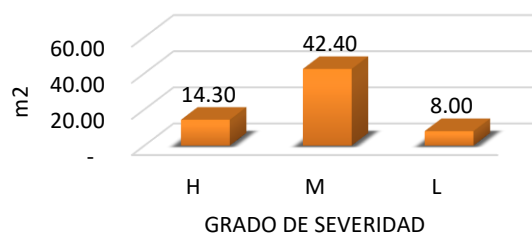
GRIETA PARABOLICA



HINCHAMIENTO



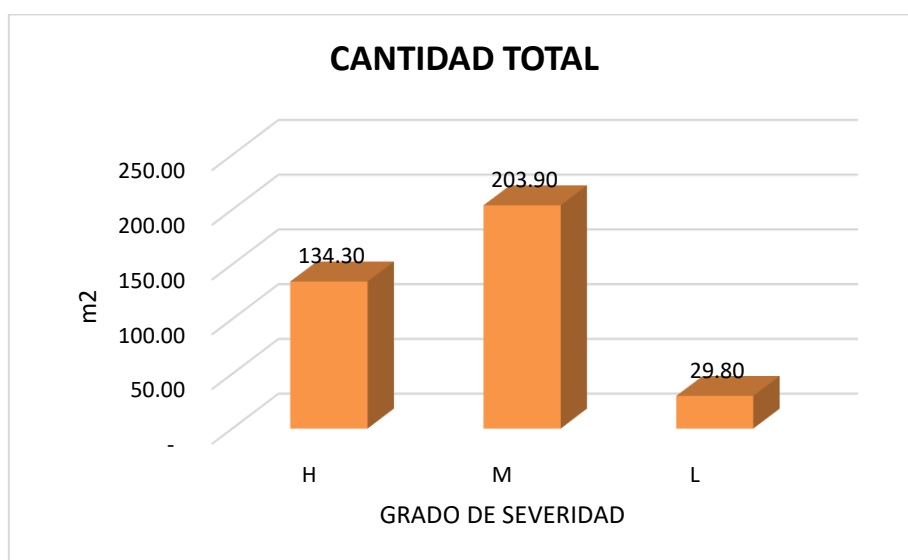
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS



Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ Observamos grados de severidad de las fallas. Existencia de cantidad fue severidad media con la cantidad de 203.90 m².

Grafico 15: Resultados de tipo de Fallas y grado de severidad.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

4.9.4. RESULTADOS DE PCI SEGÚN UNIDAD DE MUESTRA

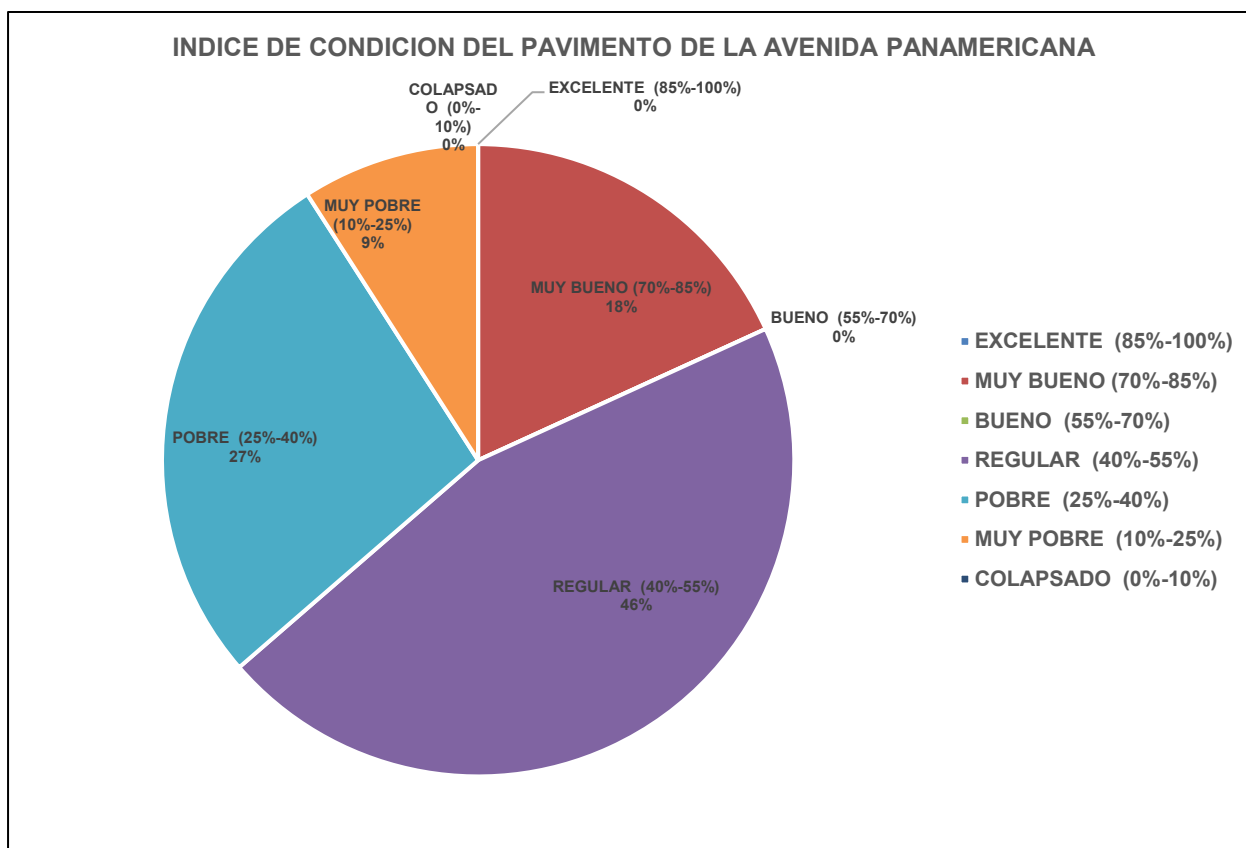
- ✓ Según los resultados obtenidos por Unidad de Muestra podemos observar en la Tabla 40, que en la U-01 se tiene un PCI = 18, el cual es el más bajo en el tramo de estudio y según la escala corresponde a una clasificación **Muy Pobre** y se tiene la U-4 y U-10 con un PCI = 77, el cual es el más alto en el tramo de estudio y según la escala corresponde a una clasificación **Muy Bueno**.

Tabla 36: Resumen PCI por unidad de muestra

TRAMO: KM 0+000 AL KM 1+800/CARRIL Der e Izq								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACION
01	240.0	U - 01	00+060	00+090	6.7	82	18	Muy Pobre
02	240.0	U - 02	00+240	00+270	5.7	64	36	Pobre
03	240.0	U - 03	00+420	00+450	6.5	48	52	Regular
04	240.0	U - 04	00+600	00+630	8.2	27	73	Muy Bueno
05	240.0	U - 05	00+780	00+810	6.8	67	33	Pobre
06	240.0	U - 06	00+960	00+990	6.1	56	44	Regular
07	240.0	U - 07	01+140	01+170	7.8	52	48	Regular
08	240.0	U - 08	01+320	01+350	7.3	62	38	Pobre
09	240.0	U - 09	01+500	01+530	7.7	47	53	Regular
10	240.0	U - 10	01+680	01+710	8.7	27	73	Muy Bueno
11	240.0	U - 11	01+860	01+890	6.8	56	44	Regular
PROMEDIO							47	Regular

Nota: (Elaboración propia, 2022).

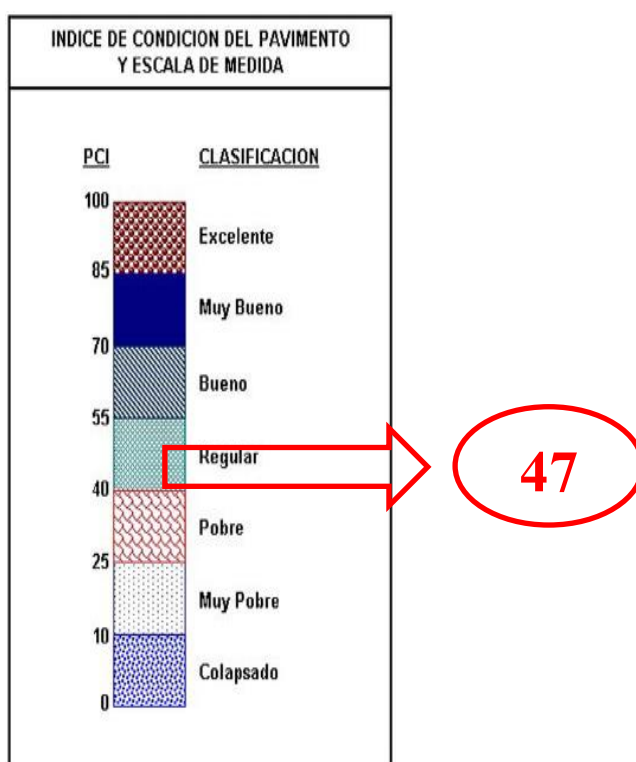
Grafico 16: Resumen porcentuales del PCI, según clasificación.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ La muestra de unidades inspeccionadas es 46%, el estado de resistencia del pavimento es **Regular** (PCI entre 40 y 55); 27% de muestra de pavimento es **Pobre** (PCI entre 25 y 40); 18% de muestra de estado es **Muy Bueno** (PCI entre 70 y 85) y un 9% de muestra de estado **Muy Pobre** (PCI entre 10 y 25).

Grafico 17: Resultado PCI promedio Final.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ Halladas según nuestro estudio, los resultados reportados de la muestra de la vía de pavimento llegamos a obtener promedio de PCI igual a 47. El resultado que el estado fue **REGULAR**.

4.10. DISCUSIÓN DE LA SITUACIÓN DEL PAVIMENTO

Para determinar el estudio hemos procedido analizar las secciones estudiadas en el trabajo de campo, estos considerandos como homogéneas en la construcción y el tránsito vehicular.

4.10.1. Análisis de la sección

El análisis que hemos realizado los contenidos del tema tratado, hemos previsto diversificar por secciones compuesto por unidades de muestras que hemos diseñado desde U-01 hasta U-11 que tiene la dimensión longitudinal de pavimento flexible. Este tramo ha sido construido el año 2003 que hasta hoy no ha sido refaccionado ni ha recibido ningún tipo de tratamiento para su conservación. Por el tiempo de uso por el tránsito de diferentes tipos de vehículos ha sido dañado con numerosas tipos de fallas, los más significativos fueron desprendimiento de agregados y agrietamiento en bloque.

Tabla 37: PCI de las unidades de muestras de la sección.

UNIDAD DE MUESTRA	AREA	PCI
U-01	240.00	18
U-02	240.00	36
U-03	240.00	52
U-04	240.00	73
U-05	240.00	33
U-06	240.00	44
U-07	240.00	48
U-08	240.00	38
U-09	240.00	53
U-10	240.00	73
U-11	240.00	44

Nota: (Elaboración propia, 2022).

PCI de la sección = 47

Estado de la sección = Regular

El índice de condición de mantenimiento del pavimento de la sección determinado con el numeral 47, representa el estado de pavimento Regular.

El valor determinante fue agrietamientos en bloque que ha sido determinante como indicativo.

La sección observada con detenimiento nuestra investigación presenta ligeramente deteriorada con regular índice de condición al servicio del usuario.

La infraestructura requiere de inmediato se ejecutar mediante el programa de mantenimiento para evitar mayores daños que perjudican circulación vial.

4.11. DESARROLLO POSTERIOR

Se hace necesario y urgente conservación y mantenimiento permanente. En la actualidad, en nuestro país han adoptado como política nacional el sostenimiento de la conservación vial de las carreteras con requerimiento de atención prioritario para una atención adecuada de normal funcionamiento de caminos, garantizando el costo de operación de vehículos y el ahorro de tiempo para los usuarios.

4.12. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

4.12.1 Mejoramiento y Rehabilitación

Según la tecnología de la construcción de carreteras y otras vías menores, existen una infinidad de opciones disponibles para rehabilitar y poner en normal funcionamiento de una vía con fallas y deterioradas; pero, los especialistas ven un poco difícil determinar cuál de las tecnologías aplicar mejor; sin embargo, revelamos dos preguntas que hemos formularnos no nos ha ayudado a encontrar la solución; es decir, la más económica y el tiempo a aplicar en nuestro estudio:

- ❖ ¿Qué defectos se ha encontrado en el Pavimento de la Avenida Panamericana de Puno? Observación.
- ❖ ¿Cómo se puede subsanar a corto tiempo estos defectos? Se espera que el estado prevea ejecutar con una buena inversión económica para diseñar la durabilidad de mantenimiento para más de quince años a fin de realizar tratamientos de conservación para más tiempo.

La respuesta a estas dos interrogantes deducirán las mejores opciones para la rehabilitación específica de la vía para una buena circulación vehicular óptimos y habilitar servicio a la población usuaria.

4.12.2. Propuestas para la vía en estudio

Actividad de rehabilitación

Es urgente la reparación adecuada del pavimento las partes que presentan dañadas por diferentes causas como las depresiones, exudaciones, fisuras y el desgaste de material rodadura para prever la conservación y mantenimiento de las áreas o en zonas afectadas.

Actividad de mantenimiento y conservación rutinaria

Los defectos (fallas) detectados en la vía del pavimento se deberá subsanar aplicando el tratamientos conforme al nivel de deterioro en un periodo indefinido durante el año.

Actividad de mantenimiento y conservación periódico

El mantenimiento y conservación de las vías afectadas por diferentes daños se debe ejecutarse en tiempo inmediato subsanar deterioros de la estructura superficial de rodadura de la vía.

La vida de las vías depende del grado de mantenimiento permanente para no afectar el tráfico vehicular.

Para realizar trabajos de tratamientos se debe aplicar los métodos de sellado, recapeado, riego bituminoso, etc., para ejecutar la renovación inmediata de la superficie dañada.

4.13. MANTENIMIENTO - SEGÚN MTC

En la ejecución de nuestra investigación, se ha realizado la respectiva propuesta o actividad conforme dispone **Manual de Carreteras, Mantenimiento o Conservación Vial MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC); 2013**, ya que dicho manual es el más recomendado en nuestro país y se ajusta a nuestros problemas planteados, así como al tipo de fallas encontrados en el tramo de estudio, teniendo los procedimientos adecuados según el MTC de acuerdo con las partidas presupuestarias de conservación vial pavimento Avenida Panamericana Puno.

Tabla 38: Propuestas de conservación vial, según tipo de falla.

ACTIVIDAD RUTINARIA DE CONSERVACIÓN	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS EN CALZADA	El sellado de fisuras (aberturas iguales o menores a 3mm), y de grietas (aberturas mayores a 3mm).	Áreas con fisuras y/o grietas de la fatiga de la estructura del pavimento	2.- EXUDACION 12.- PULIMIENTO DE AGREGADOS 19.- DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS
			Fisuras y/o grietas de borde, que se identifican por su forma semicircular y porque se localiza hasta unos 30cm del borde del pavimento.	17.- GRIETAS PARABOLICAS
			Fisuras y/o Grietas de contracción que forman una serie de bloques grandes. Se deben sellar cualquiera sea su ancho.	3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE
			Fisuras y/o Grietas longitudinales coincidentes o sensiblemente paralelas al eje de la calzada. Se deben sellar cualquiera sea su ancho.	10.- GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES
			Fisuras y/o Grietas de Flexión que se presentan en las capas asfálticas colocadas sobre pavimentos de concreto.	8.- GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS
			Fisuras y/o Grietas entre la berma y Pavimento.	7.- GRIETAS DE BORDE
	PARCHADO SUPERFICIAL EN CALZADA	El parchado superficial comprende la reparación de baches y el remplazo de áreas del pavimento que se encuentren deterioradas, siempre que afecten exclusivamente a la superficie de la rodadura, encontrándose en buenas condiciones la base granular, y demás capas de suelo.	Áreas agrietadas por fatiga de la estructura del pavimento.	9.- DESNIVEL DE CARRIL / BERMA 14.- CRUCE DE VÍA FERREA
			Los parches poco profundos	11.- PARCHADO
			Desplazamiento de áreas localizadas de la carpeta conocidas como corrugaciones o distorsiones.	5.- CORRUGACIÓN 6.- DEPRESIÓN 16.- DESPLAZAMIENTO 18.- HINCHAMIENTO
	PARCHADO PROFUNDO EN CALZADA	Consiste en la reparación, bacheo o remplazo de una parte severamente deteriorada de la estructura del pavimento flexible, cuando el daño afecte tanto a las capas asfálticas, como parte de la base y/o subbase de la vía.	Área agrietadas por fatiga de la estructura del pavimento, piel de cocodrilo	1.- PIEL DE COCODRILO
			Parchados profundos, entendiéndose que cuyas profundidades sean mayor a 50mm.	4.- ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO
			Sectores que presentan emanación o eyección de agua y/o finos desde el fondo del pavimento a través de las grietas.	13.- HUECOS
			Grietas de borde de alta severidad, que se reconocen con una forma semicircular y que se localice en 30cm del borde del pavimento.	15.- AHUELLAMIENTO
ACTIVIDAD DE CONSERVACIÓN PERIÓDICA	SELLOS ASFÁLTICOS	Riegos con emulsión, lechada asfáltica, sellos arena-asfalto y tratamiento superficial simple o monocapa	Falta de adherencia superficial de la carpeta	FALLAS DE ALTA SEVERIDAD CUALQUIERA DE LAS CONSERVACIONES RUTINARIAS
			Desgaste de la superficie de una mezcla asfáltica	

Nota: (Elaboración propia, 2022).

4.14. METRADOS DE CONSERVACIÓN VIAL

En la etapa de conservación vial se ha ejecutado el metrado de tipos de fallas por unidades de muestra, grados de severidad de la vía en estudio.

Resumen de metrados se ha obtenido mediciones exactas de las unidades de muestra U-01 al U-11, para cada propuesta de conservación vial.

Tabla 39: Resumen de metrados por unidad de muestra.

TIPO DE ACTIVIDAD	ACTIVIDAD A REALIZAR	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6	U-7	U-8	U-9	U-10	U-11	TOTAL	UNIDAD
ACTIVIDADES DE CONSERVACION RUTINARIA	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS EN CALZADA	-	32.30	-	0.20	7.00	5.00	39.60	14.50	10.50	14.80	9.80	133.70	m
	PARCHADO SUPERFICIAL EN CALZADA	30.50	6.60	0.70	12.00	1.50	2.20	8.40	-	1.70	-	-	63.60	m ²
	PARCHADO PROFUNDO EN CALZADA	3.90	15.70	40.50	0.50	13.20	11.50	-	6.60	4.10	1.60	5.40	103.00	m ²
ACTIVIDADES DE CONSERVACION PERIODICA	SELLOS ASFALTICOS	6.20	-	-	-	5.00	-	-	30.40	21.00	2.10	-	64.70	m ²

Nota: (Elaboración propia, 2022).

El resumen que se ha obtenido mediante en la inspección visual mediante las mediciones de la vía de estudio, hemos tenido como resultado la muestra U-01 al U-11, para cada propuesta de conservación vial:

Tabla 40: Resumen de metrados de toda la vía analizada excepto las unidades de muestra.

TIPO DE ACTIVIDAD	ACTIVIDAD A REALIZAR	TOTAL	UNIDAD
ACTIVIDADES DE CONSERVACION PERIODICA	SELLOS ASFALTICOS (Longitud Total de Vía x Ancho de Vía)	10,335.30	m ²

Nota: (Elaboración propia, 2022).

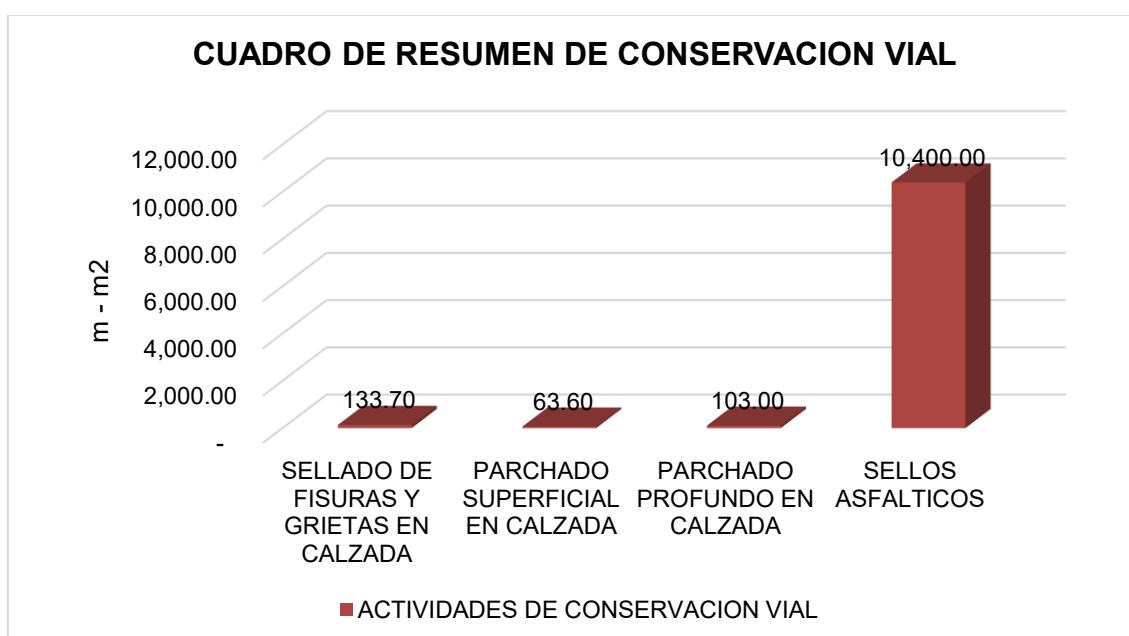
La tabla 45, observamos los metrados correspondientes en forma total de las propuestas de mantenimiento vial del pavimento Avenida Panamericana con las fallas existentes:

Tabla 41: Resumen de conservación de la vía por tipo de actividad.

TIPO DE ACTIVIDAD	ACTIVIDAD A REALIZAR	TOTAL	UNIDAD
ACTIVIDADES DE CONSERVACION RUTINARIA	SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS EN CALZADA	133.70	m
	PARCHADO SUPERFICIAL EN CALZADA	63.60	m2
	PARCHADO PROFUNDO EN CALZADA	103.00	m2
ACTIVIDADES DE CONSERVACION PERIODICA	SELLOS ASFALTICOS	10,400.00	m2

Nota: (Elaboración propia, 2022).

Grafico 18: Resumen del metrado de la propuesta de conservación vial.



Nota: (Elaboración propia, 2022).

- ✓ Aquí en el grafico 18, se obtiene que 133.70 m se realizara el sellado de fisuras y grietas en calzada, 103.00 m2 se realizara parchado profundo en calzada, 63.60 m2 se realizara parchado superficial en calzada y 10,400.00 se realizara sellos asfálticos, estas actividades se realizarán en toda la vía de estudio de la Avenida Panamericana de la ciudad de Puno.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

PRIMERA: Las condiciones de nuestro estudio con referente el pavimento hemos clasificado según el rango del reporte del estado de mantenimiento de la vía, 46% de unidades de muestra presentan pavimento **Regular** (PCI entre 40 y 55); 27% del estado es **Pobre** (PCI entre 25 y 40); 18%, del estado es **Muy Bueno** (PCI entre 70 y 85); 9%, en estado **Muy Pobre** (PCI entre 10 y 25). Finalmente, no se encontraron pavimentos **Colapsados** (PCI entre 0 y 10). 0% ni en condición **Bueno** (PCI entre 55 y 75) ni en estado **Excelente** (PCI entre 85 y 100).

SEGUNDA: En las propuestas de mantenimiento y conservación vial se realizaron 02 actividades: actividades de conservación rutinaria, 133.70 m² ejecutado previa acción vial de sellado de daños ocurridos por acción del tránsito de vehículos como fisuras y grietas en calzada, 103.00 m² se ha realizado el parchado profundo en calzada y 63.60 m² se realizó parchado superficial en calzada, estas acciones de fallas han sido observadas en toda la vía de estudio. Y las actividades de Conservación Periódica, donde 10,400.00 m² se realizó con el tipo de Sellos Asfálticos en la toda vía de estudio.



TERCERA: Además, hemos realizado diagnosticar en toda la vía de estudio los diferentes tipos de fallas detectadas de la Avenida Panamericana. Según los resultados obtenidos tenemos 368.00 m² de fallas que han dañado el recorrido de la vía. El deterioro más representativo fue en agrietamiento en bloque con 66.50 m² y de menor porcentaje de falla de desplazamiento fue 3.00 m². El grado de severidad de mayor preponderancia fue 203.90 m².

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda a la dependencia de vías realizar el mantenimiento y conservación Integral del pavimento en estudio; pues, necesita que esta vía vuelva a tener las mismas o mejores condiciones de servicio de circulación normal de transporte de todo tipo de carga.

SEGUNDA: Asimismo, esta vía de pavimento requiere monitoreo continuo del PCI, a fin de mantener en el estado de uso permanente del tránsito de vehículos de todo tipo de carga con el restablecimiento de fallas dañinas y deterioro de la superficie del pavimento que se presentan cotidianamente. El mantenimiento y conservación vial corresponde al Ministerio de Transportes y Comunicaciones ejecute acciones de limpieza de caminos, cunetas, zanjas para no permitir el deterioro de las vías.

TERCERA: En la era de la tecnología moderna, sugerimos que las dependencias de las vías de comunicación terrestre de los gobiernos locales y nacionales utilicen estrategias de alta tecnología en la rehabilitación permanente de todas las vías de circulación terrestre para afianzar un buen servicio a la comunidad.

REFERENCIAS

- ACOSTA.J. (2018) Tectónica de placas y amenazas de origen geológica. Edit. Clirsen, Bogotá.
- ARAUJO J. y DE LA PUENTE, J. (2019) Obras en el dominio público hidráulico impacto, prevención y corrección de efectos ambientales. Edit. El Salmón. Gobierno de Cantabria, Santander. España.
- AZQUETA, D. (2019) Valoración económica de la calidad ambiental de suelos. Edic. McGraw. Madrid, España.-
- BANCO MUNDIAL (2018) Libro de consulta para evaluación ambiental. Volumen I: políticas, procedimientos y problemas intersectoriales. Trabajo Técnico de Ingeniería Civil. Washington, EE.UU.
- BERNALDEZ F. (2018) Ecología y paisaje. Ediciones Blume, Madrid, España.
- BESCOAIN, E. (2020) Mineralogía de arcilla de suelos. Edit. Centro América. Costa Rica.
- BRAJA, M. (2016) Principio de Ingeniería de Cimentaciones. 5ta. Edic. Thompson, México.
- CALLAHUANCA I. (2019) Evaluación de problemas geotécnicos y su control en la construcción de vías en la región Puno. Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" Juliaca, Perú.
- CASTRO, J. (2018) Análisis teórico de la consolidación y deformación alrededor de columnas de grava. Tesis Doctoral. Universidad de Cantabria. España.
- CÉSPEDES ABANTO, José (2002) "Los pavimentos en vías terrestres calles carreteras y autopistas" Primera Edición, Editorial Universitaria impreso en Cajamarca Perú.



- CHÁVEZ, M. (2019) Informe geotécnico sobre los deslizamientos ocurridos en las localidades de Portoviejo. Edit. Montecristi, Ecuador.
- CIMENTADA, A.I. (2019) Análisis experimental en modelo reducido de la consolidación radial y deformación de un suelo blando mejorado con columnas de grava. Tesios Doctoral. Universidad de Cantabria. España.
- COYLA S. Daniel (2008) "Diseño de Pavimentos" Universidad Nacional del Altiplano, separata, Carrera Profesional de Ingeniería Civil.
- DE LA CRUZ.M. y SALCEDO K. (2018) Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos para pavimentación en Palian Huancayo – Junín. Universidad Peruana Los Andes, Huancayo – Perú.
- DE SANTIAGO, R. (2016) Mejora de suelo con columnas de grava en vía seca. Jornadas Técnicas SEMSIG-AETESS. 6ª Edición. Madrid.
- FERNÁNDEZ, C. (2012) Mejoramiento y estabilización de suelos. LIMUSA, México.
- FORNO, J.P. (2010) Impacto de la utilización de nuevas tecnologías y materiales en los plazos y costos de construcción de carreteras. Tesis de pregrado. Universidad de Chile. Santiago.
- GONZÁLEZ, M. (2012). La corrosión del concreto. Editorial ASOCEN. Perú.
- GUTIÉRREZ, A. (2019) Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del Cloruro de magnesio. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- JUÁREZ, E. y RICO, A. (2015) Mecánica de suelos. Edit. San Luis. Buenos Aires, Argentina.
- HEREDIA, R. (2005) Dirección integral de proyectos. Técnica Superior de Ingenieros Civiles. Madrid.



- HEWRNÁNDEZ, S. (2021) Ecología para ingenieros. Edic. Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos. Madrid.
- HOUGH, L. (2009) Naturaleza y ciudad. Edit. Mundi Prelisa, Madrid.
- INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (2002) "Guía metodológica para el desarrollo de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carretera". Colombia.
- LAMBE, T. y WHITMAN, R. (2012) Mecánica de suelos. Edit. Limusa, México.
- LOWWES, J. (2011) Propiedades geofísicas de los suelos. Edt. Mc Graw Hill México.
- MALDONADO CHANG, R.A. y SARN TUEROS, D.A. (2018). Estabilización del suelo con fines de pavimentación del Valle San Rafael con ceniza de cáscara de arroz. Casma – Ancash, Perú.
- MENÉNDEZ RAFAEL, José (2003) "Manual Técnico - Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas". Lima – Perú.
- MILLONES, E. (2018) Evaluación de impacto ambiental en proyectos de ingeniería Civil. Cajamarca, Perú.
- MINAYA G., S. - ORDOÑEZ H., A. (2006) "Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos". Lima - Perú: UNI-FIC-II.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC) (2013). "Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS". Perú.
- MONTEJO FONSECA, Alfonso (2006) "Ingeniería de Pavimentos". Bogotá, D.C.: Universidad Católica de Colombia, Ediciones y publicaciones.
- MORALES, D. y MONROY, R. (2018) Muros, taludes y terraplenes de suelo reforzado: control de erosión. Universidad Autónoma de México.
- NAVARRO, J. y JONTE, M. (2019) Emisión de sedimentos en taludes de carreteras. Impacto sobre las aguas. Congreso Regional de Agua. Junta de Castilla y



León. Confederación Hidrográfica del suelo. Edit. Iberdrolia, Valladolid, España.

NORMA ASTM D. (2007). Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos (ASTM D6433-07). Estados Unidos.

NÚÑEZ, D. (2018) Elección y dosificación del conglomerante en estabilización de suelos. Instituto Tecnológico de Sonora. Obregón, Colombia.

PECK, R. y HANSON, W. (2018) Ingeniería de cimentaciones. 2da. Edición. Editorial LIMUSA, México.

RICO RODRÍGUEZ, Alfonso, DEL CASTILLO, Hermilo (1984) "La ingeniería de suelos en las vías terrestres, carreteras, ferrocarriles y aeropistas" Editorial LIMUSA, vol2.

ROBLES SILVESTRE J. J. (2018) Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera Caserío La Unión – Caserío Huaynas. Distrito de Huaso, provincia de Julcán, región La Libertad. Universidad César Vallejo, Trujillo.

SÁNCHEZ, D. (2012) Durabilidad y patologías del concreto. Editorial ASOCRETO, Perú.

SEOÁNEZ, M. (2018) Ingeniería Medio ambiental aplicada a la reconversión industrial y a la restauración de los paisajes industriales degradados. Edit. Mundi-Prensa. Madrid.

VALENZUELA V., Mariana (2003) "El asfalto, en la conservación de pavimentos" UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE Facultad de Ciencias de la Ingeniería Escuela de Construcción Civil.



VÁSQUEZ VARELA, Luis Ricardo (2002) "Pavement Condition index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos Y de Concreto en Carreteras" Ingepav (Ingeniería de Pavimentos) Universidad Nacional de Colombia. Manizales.

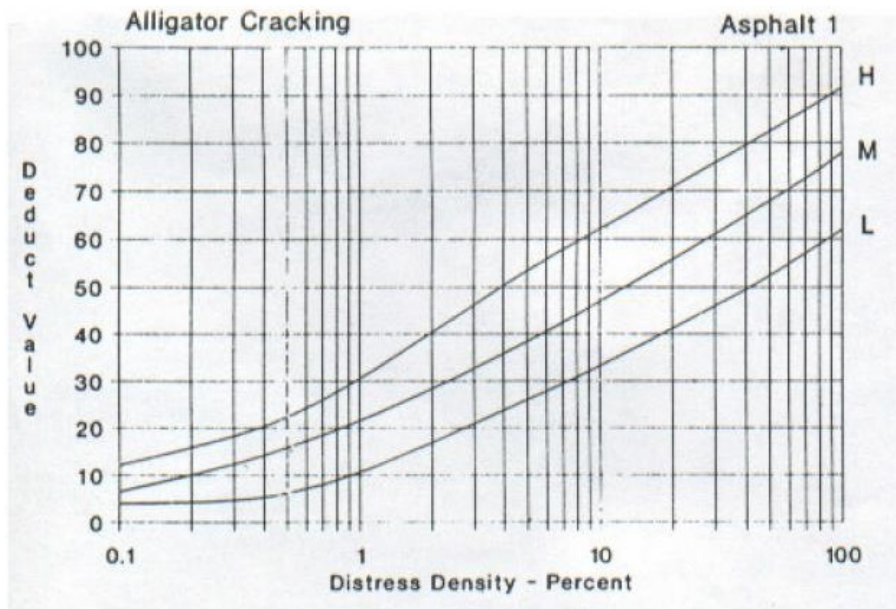


ANEXOS

ANEXO A

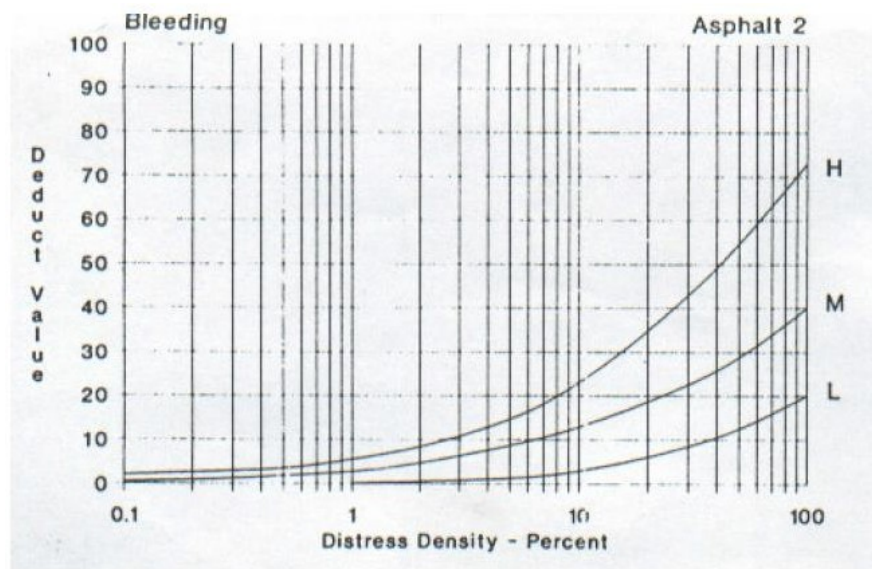
CURVAS VALOR DEDUCIDO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

- **Piel de cocodrilo**



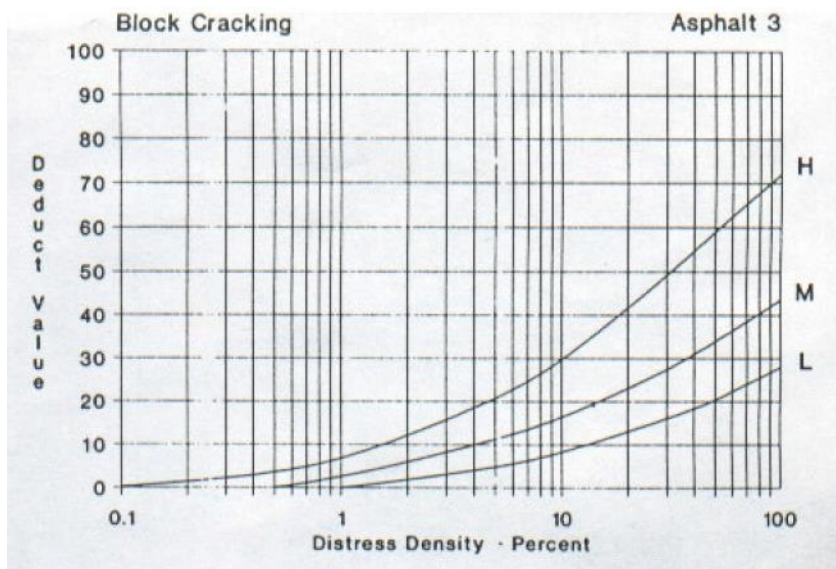
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- **Exudación**



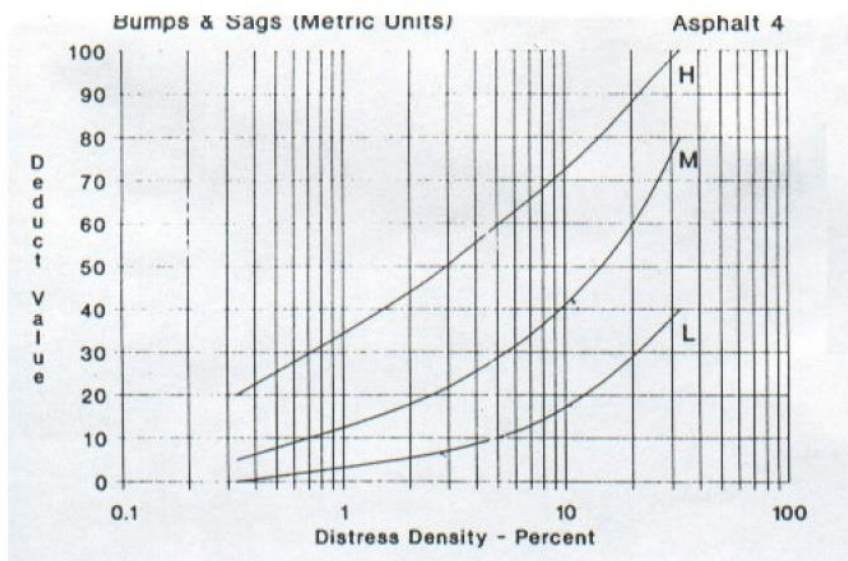
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- **Fisura en bloque**



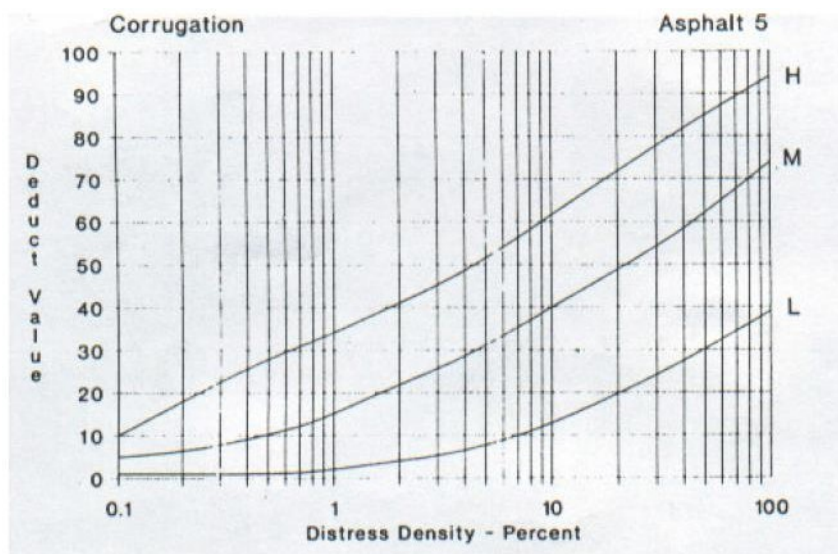
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- **Hundimientos.**



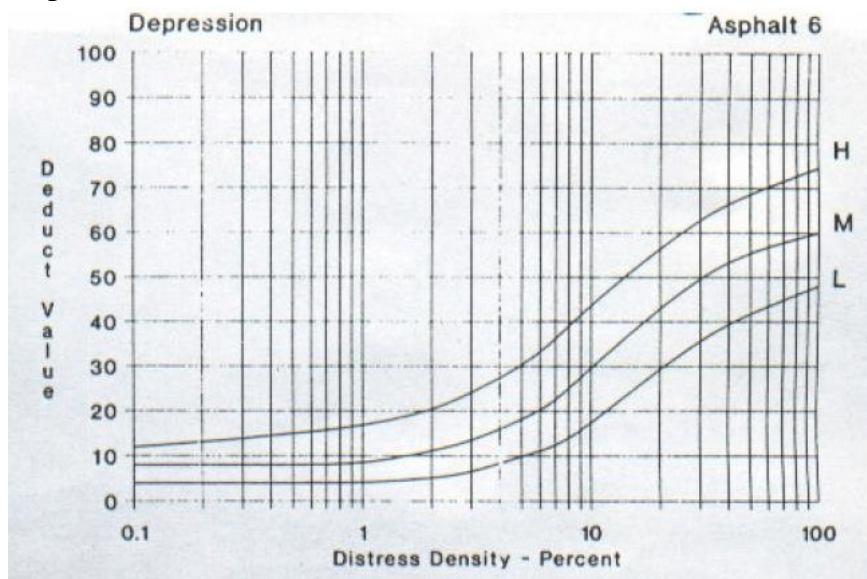
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- **Corrugación.**



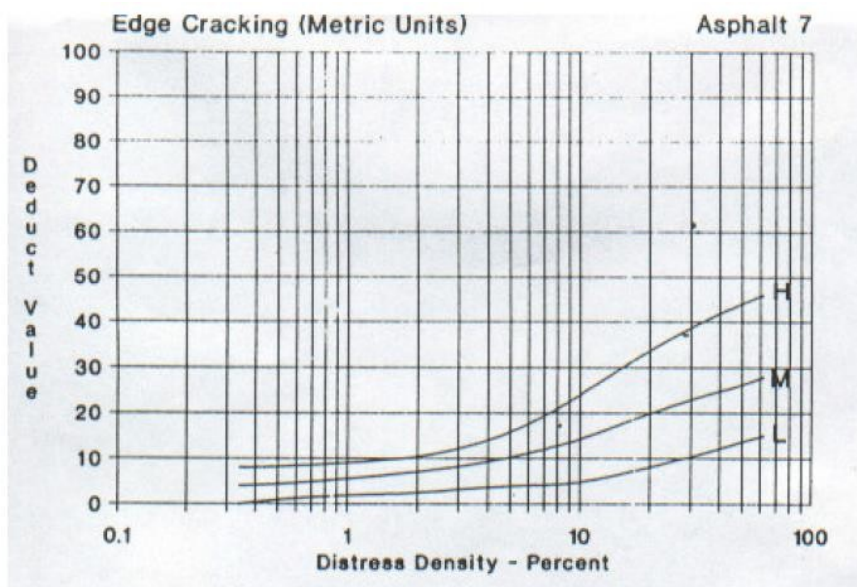
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- **Depresión.**



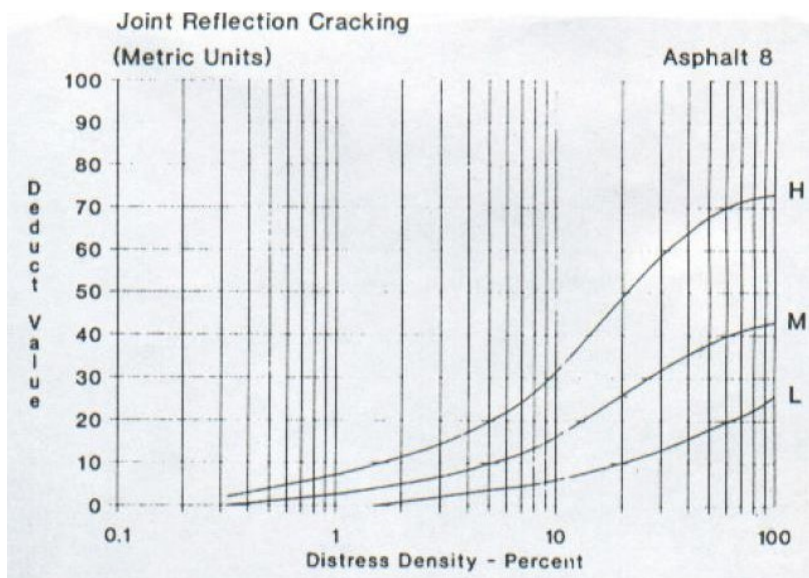
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- Agrietamiento de borde



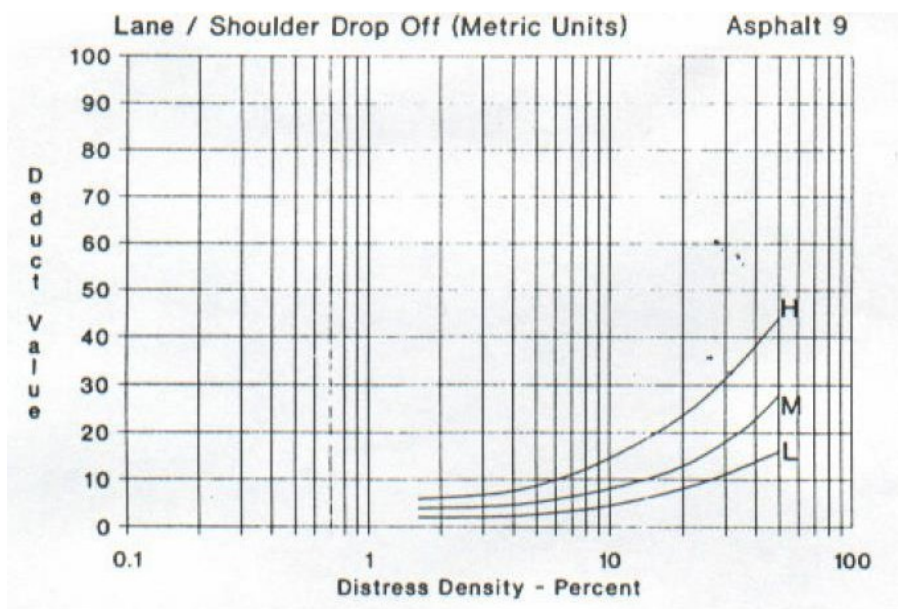
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- Grieta de reflexión de junta.



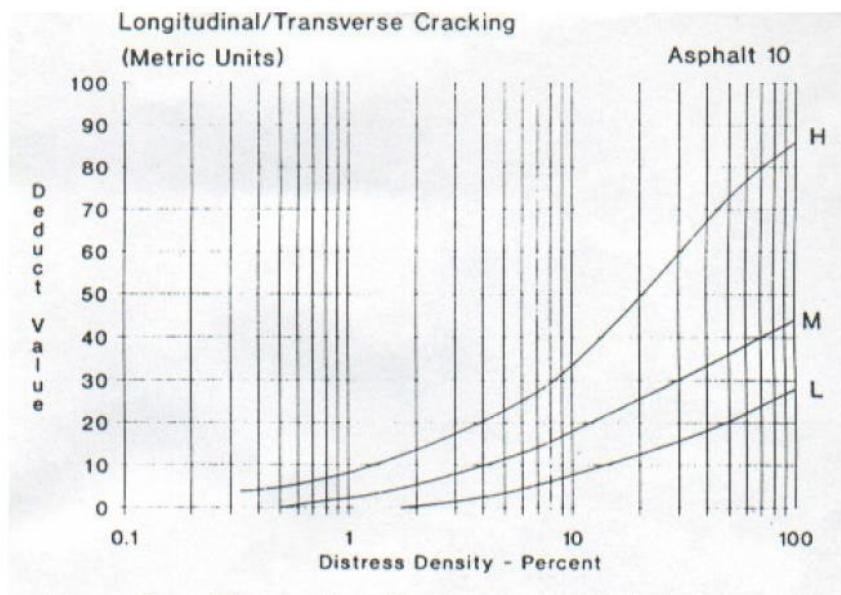
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- **Desnivel carril/ Berma.**



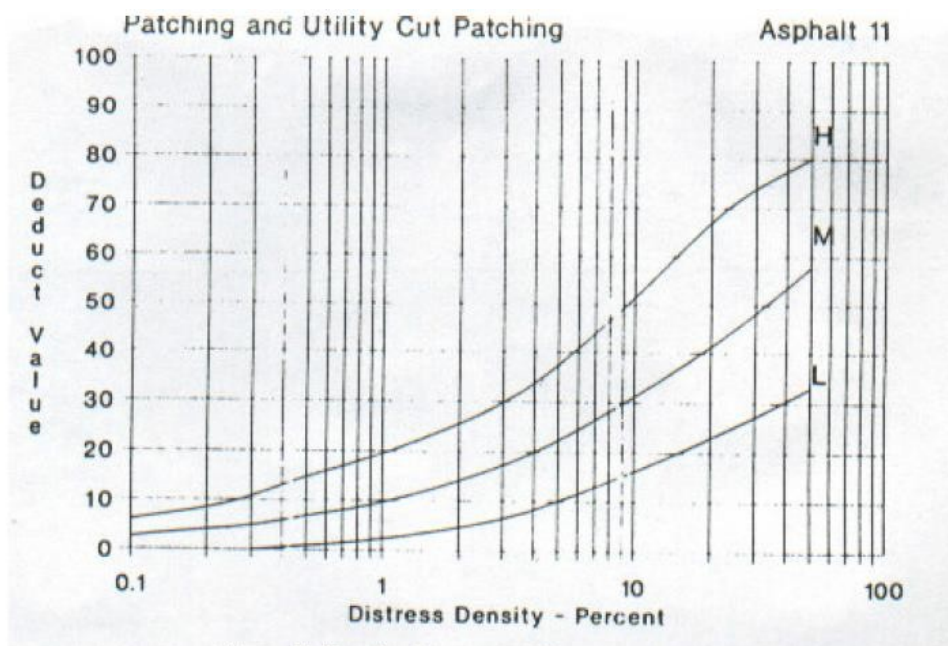
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- **Grietas longitudinales y transversales.**



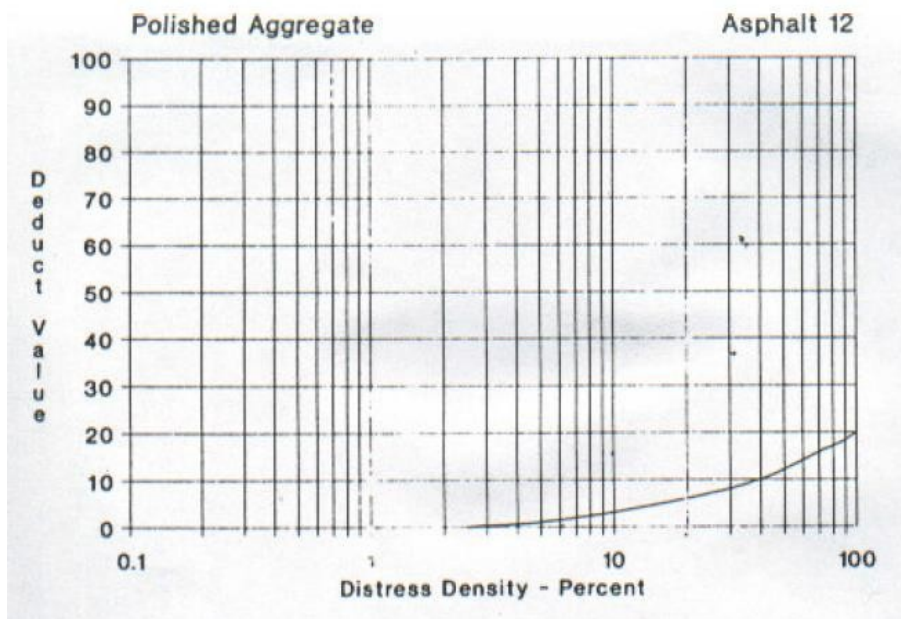
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- Parches.



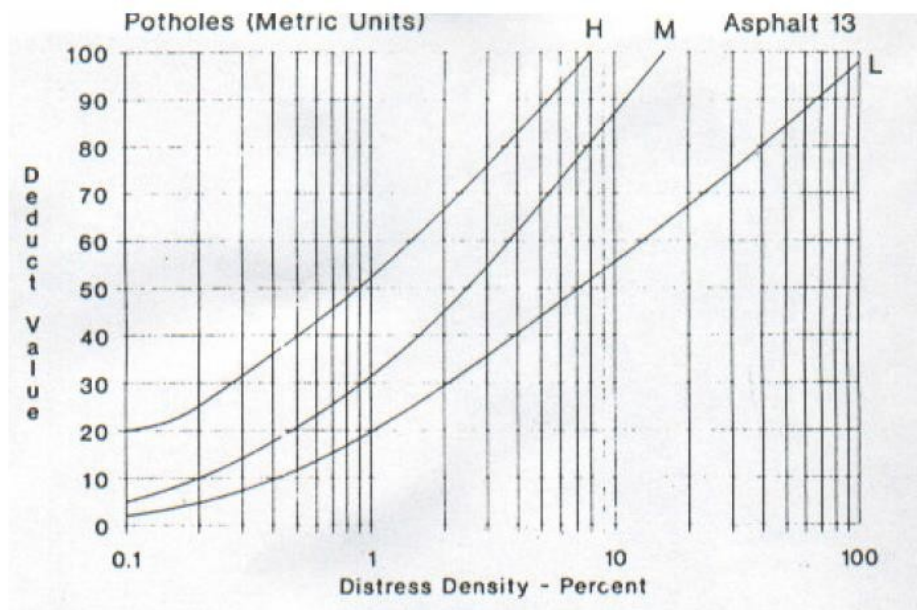
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- Valor deducido- Pulimento de agregados.



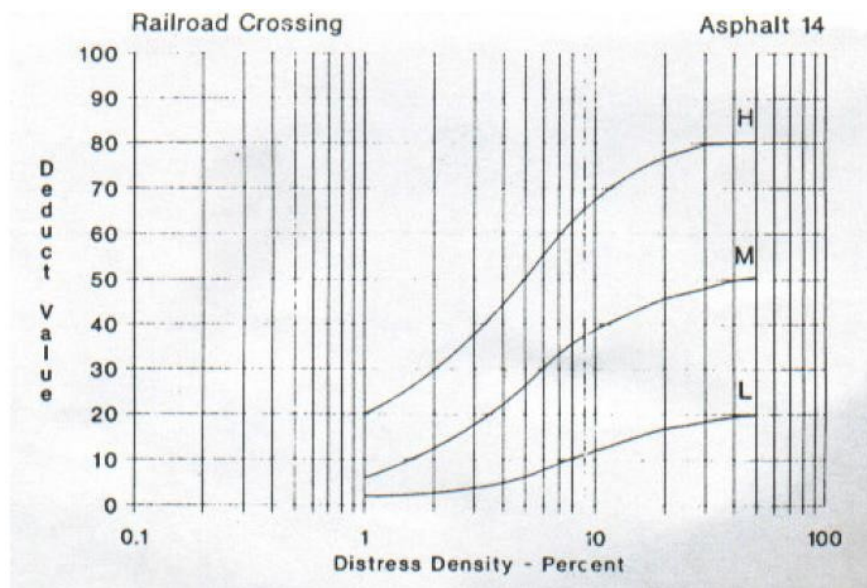
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- Baches.



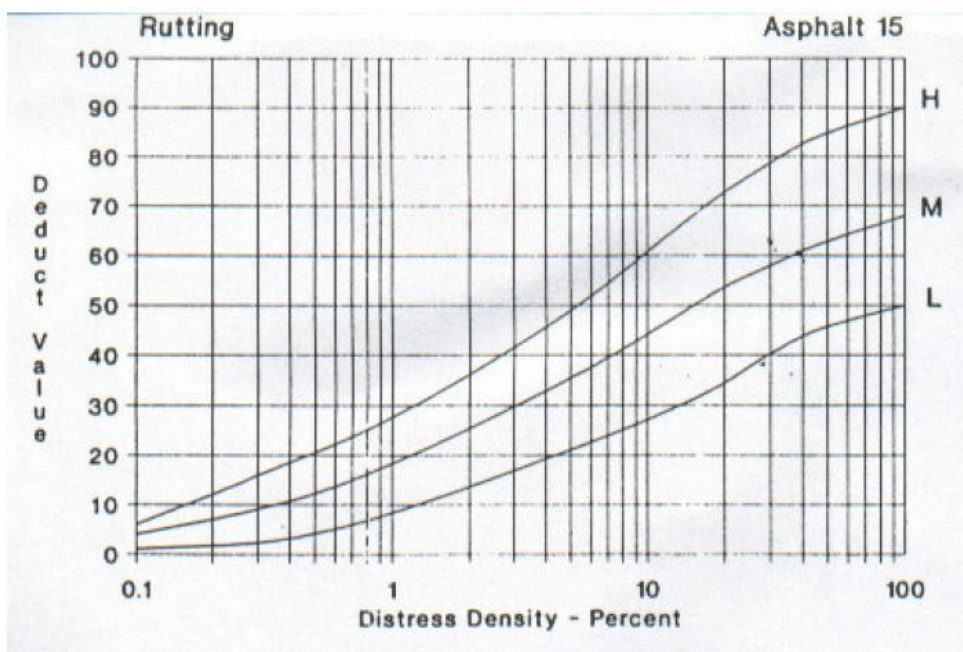
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- Cruce de vía férrea.



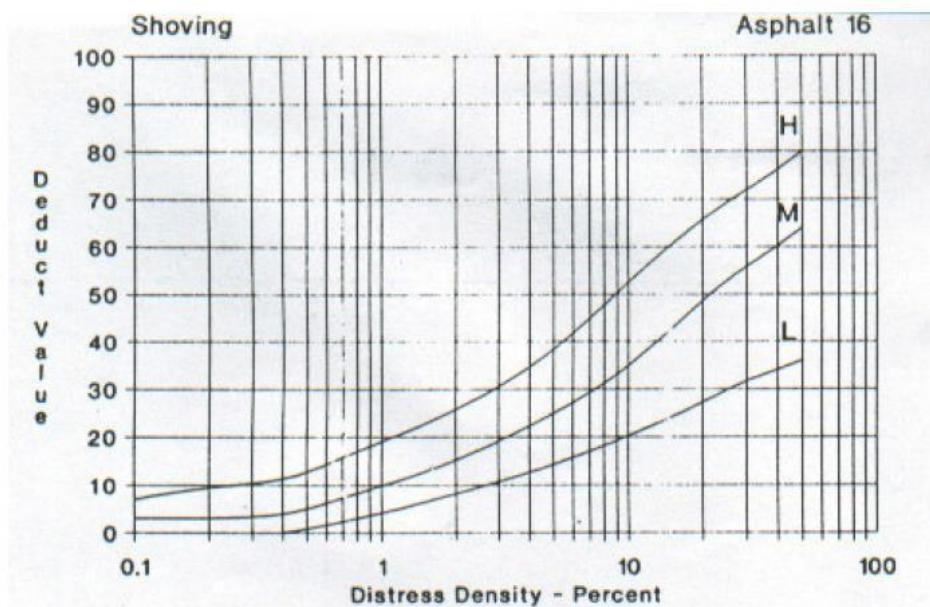
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- Ahuellamiento.



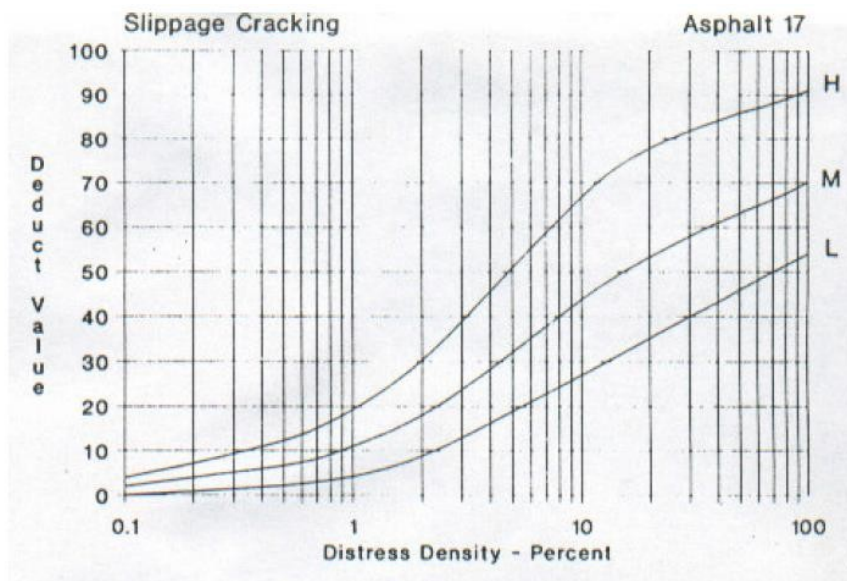
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- Desplazamiento.



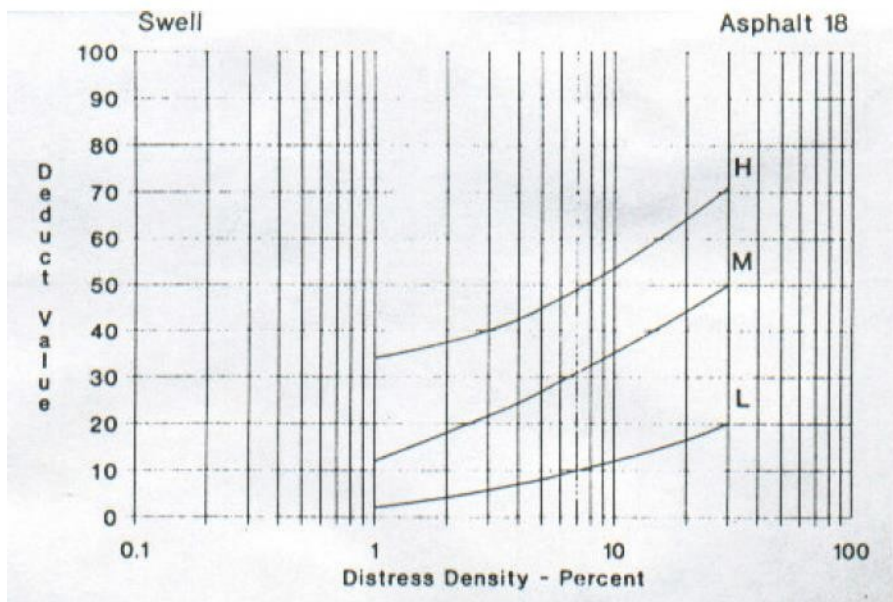
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- **Fisura parabólica.**



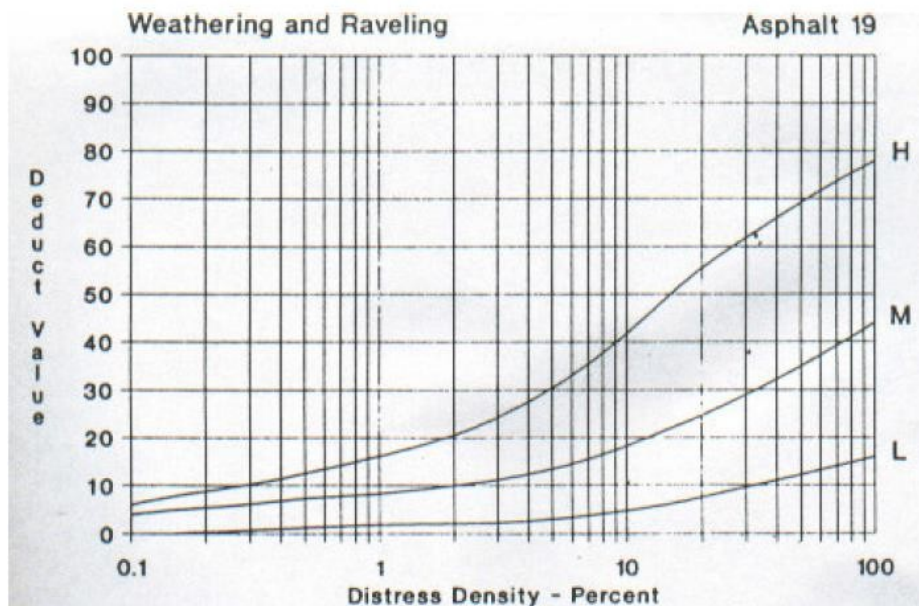
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- **Hinchamiento**



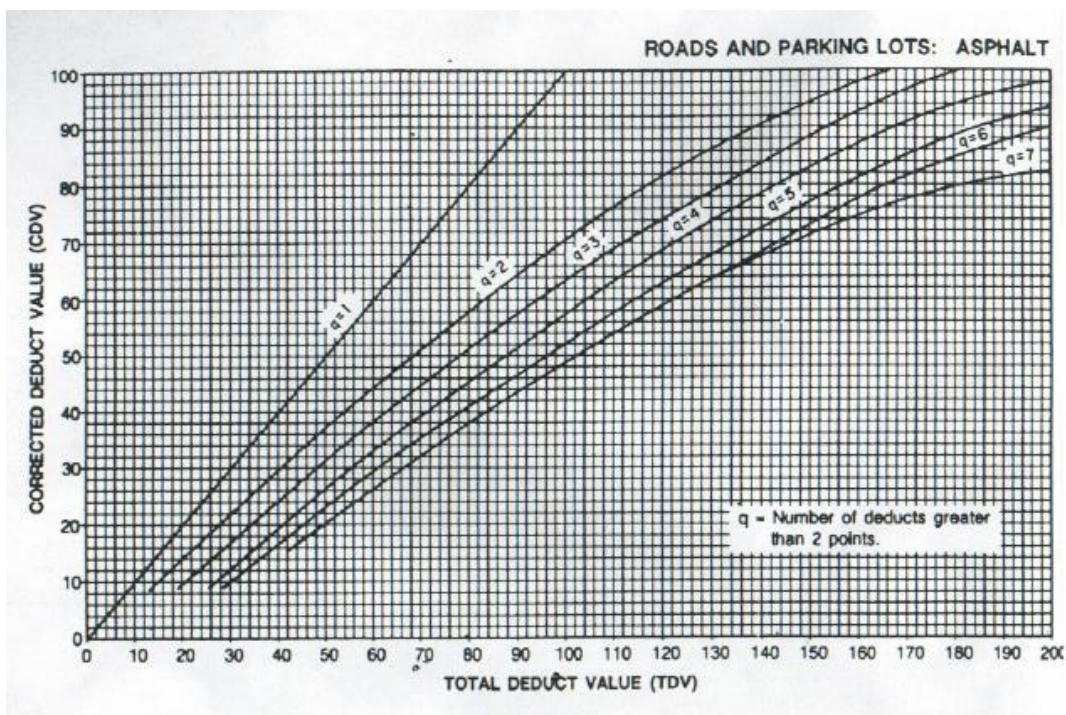
Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- Desprendimiento de agregados



Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.

- Valor deducido corregido- CDV



Nota: Vasquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carretera. Colombia: INGEPAV.



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 18/12/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos:	<u>RICHARD BENNY CACERES LUPACA</u>
Dirección:	<u>AV. PANAMERICANA SUR #382</u>
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:	<u>43665504</u>
Teléfono:	<u>985559565</u>
email:	<u>rbennyforever@gmail.com</u>
Nombres y Apellidos:	
Dirección:	
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:	
Teléfono:	
email:	
Facultad y/o Escuela de Posgrado:	<u>INGENIERIA CIVIL</u>
Escuela Profesional o Mención:	<u>GEOTECNIA Y TRANSPORTES</u>
Título o Grado Académico a optar:	<u>MAESTRO EN INGENIERIA CIVIL</u>
Asesor:	<u>Dr. SEGURO ORTIZ CANSAYA</u>
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:	
Trabajo de Investigación ☐	Tesis ☒
Trabajo de Suficiencia Profesional ☐	Trabajo Académico ☐
Título: <u>CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO DE LA</u>	
<u>INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA AVENIDA PANAMERICANA DE LA CIUDAD</u>	
<u>DE PUNO</u>	
Palabras claves, (3 a 5 términos): <u>INDICE DE CONDICION, PAVIMENTO, INFRAESTRUCTURA VIAL, TIPO DE FALLAS</u>	
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2} ?	
<u>1</u>	

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

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



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☐ 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 - P50

Firma de Autor



huella digital

18 DE DICIEMBRE DEL 2025

Fecha