



Universidad Científica del Perú - UCP
Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**El flujo vial y el deterioro del pavimento flexible de la Av.
Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

**GARCÍA CHÁVEZ LUIS ROMARIO
RÍOS RAMÍREZ ANGELLO RODRIGO**

ASESOR:

Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.

Loreto, Maynas, San Juan Bautista


Erlin Guillermo Cabanillas Oliva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP 44807

DEDICATORIA

A nuestros padres, por sus enseñanzas y lecciones para volverme una mejor persona, la influencia que ellos tuvieron para poder convertirme en un profesional fue de mucha ayuda por lo cual Finalmente puedo graduarme como un profesional e ir alcanzando paso a paso mis nuevas metas.

Luis Romario García Chávez.

Dedicado principalmente a Dios por estar siempre conmigo, por darme las fuerzas necesarias y no desmayar en mis objetivos trazados, a mis padres por el apoyo incondicional sin dejar de creer en mi persona.

Angello Rodrigo Rios Ramirez.

AGRADECIMIENTO

A todos los profesores que han estado presentes a lo largo de nuestra carrera universitaria por su empeño y profesionalismo. A nuestro asesor por los amplios conocimientos brindados para poder culminar con nuestra investigación para el beneficio nuestro y un aporte a nuestra comunidad Loretana.

A las personas que contribuyeron y apoyaron en la elaboración de nuestra tesis para así poder dar un aporte a la sociedad con nuestra investigación formulada.

Los autores

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL PROYECTO



"Año de la Unidad, la paz y el desarrollo"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**"EL FLUJO VIAL Y EL DETERIORO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA
AV. NAVARRO CAUPER EN MAYNAS-LORETO 2022"**

De los alumnos: **LUIS ROMARIO GARCÍA CHÁVEZ Y ANGELLO RODRIGO RÍOS RAMÍREZ**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de 13% de similitud.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 25 de Mayo del 2023.

Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

CIRA/H-a
178-2023

ACTA DE SUSTENTACION



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°750-2022-UCP-FCEI de fecha 12 de Agosto de 2022, La FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|---|------------|
| • Ing. Félix Wong Ramírez, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Carol Begoña Garcis Langer, M. Sc. | Miembro |
| • Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg. | Miembro |

Como Asesor: Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.

En la ciudad de Iquitos, siendo las 19:00 horas del día Lunes 10 de Julio del 2023, de manera presencial supervisado por el secretario académico del programa académico de Ingeniería civil de la facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: "EL FLUJO VIAL Y EL DETERIORO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. NAVARRO CAUPER EN MAYNAS-LORETO 2022".

Presentado por los sustentantes:

**LUIS ROMARIO GARCIA CHAVEZ Y
ANGELLO RODRIGO RIOS RAMIREZ**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORIA**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.

Presidente

Miembro

Miembro

Contáctanos:

Iquitos – Perú
065 - 26 3088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagnon 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
Capítulo I : MARCO TEÓRICO.....	15
1.1 Antecedentes de estudio	15
1.2 Bases teóricas	20
1.2.1 Pavimento	20
1.2.2 Características que debe reunir un pavimento	21
1.2.3 Ciclo de vida del pavimento	22
1.2.4 Flujo Vial	23
1.2.5 Pavimento flexible	23
1.2.6 Patología	24
1.2.6.1 TIPOS DE PATOLOGIAS	25
1.2.7 Tipo de fallas en los pavimentos rígidos	29
1.2.7.1 Blowup – Buckling (Rotura por Pandeo) :	29
1.2.7.3 Losas divididas:	33
1.2.7.4 Grietas de durabilidad “D”:	35
1.2.7.5 Escala:	37
1.2.7.6 Daño del sello de la junta:	39
1.2.7.7 Desnivel carril – berma:	41
1.2.7.8 Grietas lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales):	42
1.2.7.9 Parche grande (Mayor de 0.45m ²) y Acometidas de servicio público: 45	
1.2.7.10 Parche pequeño (Menor de 0.45 m ²):	47
1.2.7.11 Pulimento de agregados:	49
1.2.7.12 Popouts:	50
1.2.7.13 Bombeo:	51
1.2.7.14 Punzonamiento:	53
1.2.7.15 Cruce de vía férrea:	55
1.2.7.16 Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado:	57
1.2.7.17 Grietas de retracción:	58
1.2.7.18 Descascaramiento de esquina:	59

1.2.7.19 Descascaramiento de juntas:	61
1.2.8 Índice de Condición del Pavimento	63
1.2.9 Rangos de clasificación del PCI	64
1.3 Definición de términos básicos	66
Capítulo II : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	72
2.1 Descripción del problema	72
2.2 Formulación del problema	72
2.2.1 Problema general	72
2.2.2 Problemas específicos	72
2.3 Objetivos	73
2.3.1 Objetivo general	73
2.3.2 Objetivo específicos	73
2.4 Hipótesis	73
2.5 Variables	73
2.5.1 Identificación de Variables	74
2.5.2 Definición conceptual y operacional de las variables	74
2.5.2.1 Definición Conceptual.....	74
2.5.2.2 Definición Operacional	74
2.5.3 Operacionalización de Variables	75
Capítulo III : METODOLOGÍA	77
3.1 Tipo y Diseño de investigación	77
3.1.1 Tipo de investigación	77
3.1.2 Diseño de investigación	77
3.2 Población y muestra	77
3.2.1 Población.....	77
3.2.2 Muestra	77
3.3 Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos.....	77
3.3.1 Técnicas de Recolección de datos.....	78
3.3.2 Instrumentos de recolección de datos	78
3.3.3 Procedimientos de Recolección de datos	78
3.4 Procesamiento y análisis de datos.	78
Capítulo IV RESULTADOS	79
4.1.1 ruta (1) Av. Navarro Cauper / Av. Putumayo (hacia Av. 28 de julio) - domingo	79
4.1.2 ruta (1) Av. Navarro Cauper / Av. Putumayo (hacia Av. 28 de julio) - miércoles.....	80
4.1.3 ruta (2) Av. Navarro Cauper / Av. Putumayo (hacia Av. Putumayo) - domingo	81

4.1.4	ruta (2) Av. Navarro Cauper / Av. Putumayo (hacia Av. Putumayo) - miércoles.....	82
4.1.5	ruta (3) Av. Navarro Cauper / Av. 28 de julio (hacia Av. Putumayo) - domingo	83
4.1.6	ruta (3) Av. Navarro Cauper / Av. 28 de julio (hacia Av. Putumayo) - miércoles.....	84
4.1.7	ruta (4) Av. Navarro Cauper / Av. 28 de julio (hacia Av. 28 de julio) - domingo	85
4.1.8	ruta (4) Av. Navarro Cauper / Av. 28 de julio (hacia Av. 28 de julio) - miércoles.....	86
4.1.9	Av. Navarro Cauper hacia Av. 28 de Julio	87
4.1.10	Av. Navarro Cauper hacia Av. Putumayo	88
4.1.11	Datos para PCI - Sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde Putumayo a 28 de julio	89
4.1.12	Datos para PCI - Sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde 28 de julio a Putumayo	90
4.1.13	Sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde Putumayo a 28 de julio	91
4.1.14	Sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde 28 de julio a Putumayo.....	93
4.1.15.	Comprobación de la hipótesis.....	95
Capítulo V : DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		96
5.1	Discusión.....	96
5.2	Conclusiones	96
5.2.1	En el sentido hacia la avenida 28 de julio	96
5.2.2	En el sentido hacia la avenida putumayo	98
5.3.	Recomendaciones.....	99
ANEXOS.....		102
Anexo 1.	Instrumento de recolección de datos	102
Anexo 2.	Matriz de Consistencia.	104
Anexo 3.	imágenes de recolección datos en av. navarro cauper.....	107
Anexo 4.	Sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde Putumayo a 28 de julio	110
Anexo 5.	Sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde 28 de julio a Putumayo	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Nivel de severidad Blowup (Rotura por Pandeo)	29
Tabla 2.	Opciones de reparación Blowup (Rotura de Pandeo)	30
Tabla 3.	Nivel de severidad Grieta de esquina.	32
Tabla 4.	Opciones de reparación Grieta en esquina.	32
Tabla 5.	Nivel de severidad para una losa dividida.....	33
Tabla 6.	Opciones de reparación Losa dividida	33
Tabla 7.	Nivel de severidad – Grieta de durabilidad “D”	35
Tabla 8.	Nivel de severidad Media – Grieta “D”	36
Tabla 9.	Niveles de severidad para escala.....	37
Tabla 10.	Opciones de Reparación para escala	38
Tabla 11.	Nivel de Severidad daño del sello de la junta	39
Tabla 12.	Opciones de reparación del sello de la junta	39
Tabla 13.	Nivel de severidad Desnivel carril - berma	41
Tabla 14.	Opciones de reparación: Desnivel Carril- berma	41
Tabla 15.	Losas sin refuerzo: Son tres L, M, H.....	43
Tabla 16.	Losas con refuerzo: Son tres L, M, H.....	43
Tabla 17.	Opciones de reparación de grietas lineales	44
Tabla 18.	Nivel de severidad Parche grande	46
Tabla 19.	Opciones de reparación Parche Grande.....	46
Tabla 20.	Nivel de severidad: Parche pequeño	47
Tabla 21.	Opciones de reparación: Parche pequeño	48
Tabla 22.	Niveles de severidad para punzonamiento.	53
Tabla 23.	Opciones de reparación para punzonamiento	54
Tabla 24.	Nivel de severidad de cruce de vía férrea: De las cuales son tres:	55
Tabla 25.	Opciones de reparación de cruce de vía férrea	55
Tabla 26.	Nivel de severidad de Desconchamiento: Son tres L; M y H.	57
Tabla 27.	Opciones de reparación de Desconchamiento: Son las siguientes:	57
Tabla 28.	Niveles de severidad para punzonamiento	60
Tabla 29.	Opciones de reparación: Descascaramineto	60
Tabla 30.	Niveles de severidad de descascaramiento de juntas. ...	62
Tabla 31.	Opciones de reparación: descascaramiento de juntas ...	62
Tabla 32.	Rangos de clasificación del PCI.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema típico del pavimento	21
Figura 2.	Esquema del ciclo de vida del pavimento	23
Figura 3.	Tipo de carpeta según la intensidad del tránsito	24
Figura 4.	Blowup - Buckling (Rotura por Pandeo) de baja severidad.- Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	30
Figura 5.	Blowup – Buckling (Rotura por Pandeo) de media severidad.- Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	30
Figura 6.	Blowup – Buckling (Rotura por Pandeo) de alta severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	31
Figura 7.	Grieta de Esquina de baja severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	32
Figura 8.	Grieta de Esquina de severidad media. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	32
Figura 9.	Grieta de Esquina de alta severidad.Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	33
Figura 10.	Losa Dividida de baja severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	34
Figura 11.	Losa Dividida de severidad media. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	34
Figura 12.	Losa Dividida de severidad alta Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	34
Figura 13.	Grieta de Durabilidad “D” de baja severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	36
Figura 14.	Grieta de Durabilidad “D” de severidad media. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	36
Figura 15.	Grieta de Durabilidad “D” de alta severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	37
Figura 16.	Escala de baja severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI). 38	
Figura 17.	Escala de severidad media. Fuente: Pavement Condition Index (PCI). 38	
Figura 18.	Escala de alta severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI). 38	
Figura 19.	Daño del sello de junta de baja severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	40
Figura 20.	Daño del sello de juntas de severidad media. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	40
Figura 21.	Daño del sello de juntas de alta severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	40

Figura 22. Desnivel carril – berma de baja severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	42
Figura 23. Desnivel carril – berma de severidad media. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	42
Figura 24. Desnivel carril – berma de alta severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	42
Figura 25. Grieta lineales de baja severidad en una losa de concreto simple. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	44
Figura 26. Grieta lineales de severidad media en una losa de concreto reforzado. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	45
Figura 27. Grietas lineales de alta severidad en una losa de concreto simple. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	45
Figura 28. Parche grande y acometidas de servicios públicos de baja severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	46
Figura 29. Parche grande y acometidas de servicios públicos de severidad media. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	47
Figura 30. Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	47
Figura 31. Parche pequeño de baja severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	48
Figura 32. Parche pequeño de severidad media. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	49
Figura 33. Parche pequeño de alta severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	49
Figura 34. Pulimientos de agregados. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	50
Figura 35. Popout en una losa. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	51
Figura 36. Bombeo en una junta. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	52
Figura 37. Bombeo en una grieta. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	53
Figura 38. Punzonamiento de baja severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	54
Figura 39. Punzonamiento de severidad media. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	54
Figura 40. Punzonamiento de alta severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	55
Figura 41. Cruces de vía férrea de baja severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	56
Figura 42. Cruces de vía férrea de severidad media. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	56
Figura 43. Cruces de vía férrea de alta severidad Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	56

Figura 44. Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de baja severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	58
Figura 45. Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de severidad media. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	58
Figura 46. Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de alta severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).	58
Figura 47. Grieta de retracción en una losa. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	59
Figura 48. Descascaramiento de esquina de baja severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	60
Figura 49. Descascaramiento de esquina de severidad media. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	61
Figura 50. Descascaramiento de esquina de alta severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	61
Figura 51. Descascaramiento de juntas de baja severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	63
Figura 52. Descascaramiento de juntas de severidad media Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	63
Figura 53. Descascaramiento de juntas de alta severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).....	63

RESUMEN

El presente estudio se refiere a la determinación del flujo vial y el deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto, así como la influencia de ambas variables.

Se realizó tomas del flujo vial arrojando 770 vehículos por hora en el tramo desde Av, 28 de julio hacia la Av. Putumayo y 553 vehículos por hora en el tramo desde Av, Putumayo hacia la Av. 28 de julio

Se ha hecho la inspección de campo identificando los daños o deterioros que ha sufrido el pavimento, midiendo su área y señalando su porcentaje de incidencia en cada unidad de muestreo. Aplicando el método del PCI, se halló un PCI equivalente a 24, clasificado como Muy malo y para el tramo desde Putumayo hacia 28 de julio y obtuvo un PCI equivalente a 31, clasificado como Malo, para el tramo desde 29 hacia Putumayo.

Al comparar los resultados se pudo observar que donde hay más flujo vial, se incrementa el deterioro considerablemente.

Se ha recomendado realizar un recapeo a la superficie de rodadura de la avenida Navarro Cauper, desde Av. Putumayo hacia la Av. 28 de julio y viceversa. Asimismo, es necesario mejorar la señalización de tránsito en la zona, debido a que se observa los semáforos no funcionan correctamente.

PALABRAS CLAVE:

Flujo vial, Deterioro, pavimentos, fallas

ABSTRACT

The present study refers to the determination of the road flow and the deterioration of the flexible pavement of Av. Navarro Cauper in Maynas-Loreto, as well as the influence of both variables.

Road flow was taken, throwing 770 vehicles per hour in the section from Av. 28 de Julio to Av. Putumayo and 553 vehicles per hour in the section from Av. Putumayo to Av. 28 de Julio

The field inspection has been carried out, identifying the damage or deterioration suffered by the pavement, measuring its area and indicating its percentage of incidence in each filming unit. Applying the PCI method, a PCI equivalent to 24 was found, classified as Very bad and for the section from Putumayo to July 28 and obtained a PCI equivalent to 31, classified as Bad, for the section from 29 to Putumayo.

When comparing the results, it was possible to observe that where there is more road flow, deterioration increases with deterioration.

It has been recommended to resurface the road surface of Navarro Cauper avenue, from Av. Putumayo to Av. 28 de Julio and vice versa. Likewise, it is necessary to improve the traffic signaling in the area, because it is observed that the traffic lights do not work correctly.

KEYWORDS:

Road flow. Deterioration, pavements, faults

Capítulo I : MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de estudio

Según Rimapa Quesquén (2020), en su tesis “ESTUDIO DEL FLUJO VEHICULAR Y PROPUESTA PARA EVITAR LA CONGESTIÓN VEHICULAR EN LA AV. FRANCISCO BOLOGNESI, ENTRE LA AV. JOSÉ LEONARDO ORTIZ Y LA CALLE M. GRAU, DISTRITO DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019”, se concluye que se puede concluir que el IMDA de mayor incidencia se obtiene de la avenida Francisco Bolognesi con un valor de 8 895 790 de vehículos/año. Se clasifica como vía colectoras a la avenida Francisco Bolognesi, debido a las velocidades entre 40 a 60 km/hora, flujo interrumpido por intersecciones a nivel, intersecciones semaforizadas con otras vías colectoras o locales y el transporte público generalmente circula en carriles mixtos.

El promedio de transporte público es de 76.2 % y de transporte privado es de 23.8 %, en el trayecto de la avenida Francisco Bolognesi. La hora punta que predomina es de 6:00 a 10:00 pm y de 6:00 a 9:00 pm, según los niveles de servicio correspondientes al índice medio horario que se analizó a lo largo de la avenida Francisco Bolognesi.

El nivel de congestionamiento en la Av. Francisco Bolognesi es muy alto, por lo que en horas punta supera la capacidad de 1400 vehículos/hora, donde la velocidad recomendada es de 35 km/h y en horas punta la vía principal transcurre vehículos a velocidades de 11 km/hora.

Es necesario sincronizar los ciclos semaforicos de cada intersección que han sido calculados por el método de Webster, de acuerdo con la sincronización actual. Para establecer la circulación de vehículos sea más fluida es necesario implementar el sistema de ola verde, que comprende un enlace de tiempo de 10 segundos en las intersecciones cuando el vehículo está en movimiento a lo largo de la avenida de estudio. Donde el tiempo de ciclo semaforico actual es de 80 a 82 segundos y se puede ajustar al flujo vehicular propuesto. (Rimapa Quesquén, 2021)

(MARRUGO MARTINEZ, 2014), **“Evaluación de la metodología VIZIR como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles”**, teniendo como objetivo Desarrollar una matriz donde se sugieran las actividades de mantenimiento y rehabilitación de los pavimentos flexibles de Colombia basada en los resultados logrados a través de la aplicación de la metodología de inspección visual VIZIR. La metodología utilizada fue auscultación Francesa VIZIR es un sistema que permite calificar la condición superficial de las vías. Esta metodología se caracteriza por tener una clasificación inicial de 2 tipos de daños Tipo A fallas estructurales y tipo B funcionales. Por lo que se concluyó que se determinaron los parámetros de la inspección visual de la metodología VIZIR en donde se dividen en categorías los deterioros de los pavimentos flexibles en el tipo A caracterizando una condición estructural y tipo B los cuales caracterizan una condición funcional, dependiendo de la intensidad y extensión se determinó el tipo de intervención a aplicar.

(MIRANDA REBOLLEDO, 2010). **En su tesis titulada: “Los Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos en Valdivia- Chile”**, con el fin de obtener el título profesional de Ingeniero Constructor, la Universidad Austral de Chile. Teniendo como objetivo general determinar los defectos que tienen los pavimentos, y brindar resultados que ayuden al mantenimiento y reconstrucción de las vías, con un bajo costo y con eficientes resultados. La metodología utilizada la información recolectada durante la inspección visual. Por lo que concluyó que todavía no se ha tomado conciencia de que realizar una conservación o mantenimiento de los pavimentos y así se evitara gastos elevados, puesto que brindarle un mantenimiento a la pistas es más barato que repararlo, debido a ello se ahorrara millones de soles y/o dólares, se puede otorgar más confortabilidad y serviciabilidad a los usuarios. La mantención de estas vías necesita de personal acto, es decir, que conozcan el tema ampliamente, se requiere inspeccionar los pavimentos constante y minuciosamente. Tan rápido ha sido necesitado tener que realizar arreglos, estos trabajos de conservación tienen que realizarse lo más pronto posible, debido que estas vías siguen malogrando su estado

día a día, lo que con lleva a una transito peligroso. Es fundamental encontrar la principal causa que provoco el fallo en estas vías, debido a ello debemos hacer una reparación de la mejor manera, y disminuir el riesgo a que siga deteriorándose el pavimento. Una conservación apropiada, también constante es fundamental para poder preservar la inversión y conservar el pavimento en buen estado para el servicio del público.

(PRUNELL, 2011) **Estudio de Patologías en Pavimentos Flexibles en la ciudad la Plata - Argentina, agosto - 2011.** La presente investigación muestra una descripción completa de las fallas encontrados en los pavimentos flexibles. Esta investigación analiza las posibles causas que crea el daño y las formas de reparación. Dicha investigación concluye que, la mayoría de los deterioros encontrados, se producen por causa de uno o varios factores simultáneos. Se tiene que tener en cuenta el mantenimiento de los pavimentos como un punto importante para evitar deterioros de severidad alta, ya que, en todos los 11 casos, según el estudio realizado, los defectos con mayor frecuencia de aparición en las superficies de concreto son: fallas de borde 22,3 %, fallas de juntas 19,4 %, fisuras transversales 13,8 %, fisura, longitudinales 10,3 %) dislocamiento 9,1 % hundimiento de vías 6,1 %. Nidos de abeja 19 %.

Antecedentes Nacionales

(CHAVEZ, 2015) **En su tesis titulada: “Las Fallas en el Pavimento Flexible de la Avenida Vía de Evitamiento Sur, Cajamarca”**, con el fin de obtener el título profesional de Ingeniero Civil, la Universidad Privada del Norte. Teniendo como objetivo general evaluar las fallas en el pavimento flexible de la avenida vía de evitamiento sur, Cajamarca. La metodología utilizada en la vía que contiene una distancia de 2394 metros lineales para cada carril, obteniendo 9576 metros a lo largo de los 4 vías examinados, por lo cual se tuvo que dividir por zonas de análisis para poder distinguir las diferentes fallas se encuentran en el pavimento, además de determinar qué proporción de falla con tiene el área total del tramo y de las zonas de estudio. Los resultados fueron divididos por

grupos: Determinación del área dañada, la cantidad de fallas y la severidad por tipo por cada tramo, cada uno con cuadros estadísticos. Por lo que concluyó que el deterioro de las vías de la Avenida Vía de evitamiento sur se encuentra en un estado de severidad baja lo que quiere decir que presenta un pavimento en buen estado, obteniendo que el más frecuente parche (PCH), con una incidencia de 278.74 m².

Castillo (2017). En su tesis titulada: “Causas de las patologías del pavimento flexible en el Pueblo joven Programa Piloto de Asentamientos Orientados del Distrito de Nuevo Chimbote”, con el fin de obtener el título profesional de Ingeniero Civil, la Universidad Cesar Vallejo. Teniendo como objetivo general evaluar por que se produce las Patologías del pavimento Flexible en el Pueblo Joven Programa Piloto de Asentamientos Orientados del distrito de Nuevo Chimbote 2017. La metodología utilizada en esta investigación es el análisis de los datos del presente estudio se utilizara las técnicas de la estadística descriptiva, la cual en este proyecto se utiliza en el método de análisis descriptivo. Los resultados obtenidos muestran que las patologías son las siguientes: el 9.11% de peladura por intemperismo, ,10.31% de agregados pulidos, el 11.69% es de baches, un 0.16% de fisuras longitudinal, y transversal, 7.15% de depresión, 5.72% de piel de cocodrilo, 0.10% de fisuras de borde, 0.07% fisuras reflexión de junta, 1.64% de ahuellamiento, 2.15% de parches y 51.89% pavimento sin patología. Por lo que concluyó que los factores que generan las fallas del pavimento son las siguientes: Obteniendo un 32% por el diseño, 20% por la calidad de materiales, 20% a otros factores, 12% por procesos constructivos y para finalizar un 16% por el clima, están son las causas de las fallas del pavimento.

(HUAMAN, 2011). **En su tesis titulada: “La Deformación permanente de las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos”**, con el fin de obtener el título profesional de Ingeniero Civil, la Universidad Ricardo Palma. Teniendo como objetivo general ejecutar un estudio amplio del tema de los mecanismos que producen la distorsión constante en las vías, analizando el por qué se originan, y mostrando los equipos de campo y de laboratorio especializados aplicados con el propósito de examinar el problema que

presente. La metodología utilizada en esta investigación bibliográfica ideal de todos los conceptos relacionados con las deformaciones constantes, situado en probabilidades para utilización en la superficie terrestre del Perú. Por ello se realiza una investigación detallada de lo que es la reología del asfalto y su coherente conducta de manera complementaria de las mezclas asfálticas, la cual se relaciona con los materiales faltantes los cuales son los filler, agregados y otros componentes. Por lo que concluyó que la geografía que tiene la superficie terrestre de nuestro País, encuentra elevadas temperaturas en diferentes sectores como son en la selva, también en la zona que se ubica en la costa es de alrededor de 3,000 kilómetros. A lo extenso del mar del Pacífico, principalmente en la época de calor, obteniendo grados que logran llegar a 40°C. Estas elevadas temperaturas generan que las carpetas asfálticas estén expuestas a grados elevados, produciendo propensas al deterioro constante, como resultado de la cualidad de susceptible térmica que por componentes químicos se encuentra en el asfalto. Por lo señalado se tiene que realizar de manera correcta la elección del tipo de ligante asfáltico dependiendo de la zona donde será ubicada la mezcla asfáltica, para evitar que la temperatura influya en la deformación de la mezcla, entre menos susceptible a la temperatura sea el ligante asfáltico, más resistente a la deformación plástica será la mezcla a altas temperaturas.

(CARDENAS CAPCHA, 2017) **El presente trabajo de investigación titulado: “Influencia del tráfico vehicular con respecto a las deflexiones de los pavimentos flexibles en zona urbana de la ciudad de Huancayo, Junín – 2017”**, se elaboró con la finalidad de obtener el grado académico de Maestro en Ingeniería Vial, según las normas vigentes emanadas por la Escuela de Posgrado de la Universidad Ricardo Palma.

Al respecto el indicado trabajo de investigación tiene como objetivo principal determinar la relación del tráfico vehicular con las deflexiones en los pavimentos flexibles, puesto que actualmente en la Ciudad de Huancayo viene aconteciendo el incremento acelerado del parque automotor, situación que genera daño prematuro a los pavimentos

flexibles de las calles y vías urbanas, deviniendo en malestar e inconformidad de la población usuaria.

No obstante, en base a la relación obtenida del tráfico vehicular con las deflexiones en los pavimentos flexibles, se ha elaborado un modelo matemático lineal múltiple de buena correlación y un nivel de significancia menor a 0.05, que describe y proyecta el comportamiento de ambas variables en la red vial urbana de la ciudad de Huancayo, Junín – 2017, basados en una amplia revisión bibliográfica, así como, una adecuada tabulación y procesamiento estadístico de los datos obtenidos en las variables y sub variables de estudio.

De este modo, el tesista pretende aportar una expresión matemática que complemente, innove y contribuya al planteamiento de diseño, ejecución y evaluación de proyectos viales urbanos en la ciudad de Huancayo y más adelante en un futuro prometedor al país peruano, atacando de esta manera primordialmente a la problemática de daño prematuro en vías urbanas.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Pavimento

El pavimento está constituido por capas que se localizan encima de la subrasante para sostener y repartir los esfuerzos generados por los automóviles y optimizar las condiciones de conformidad, comodidad y seguridad con el fin de brindar un mejor tráfico vehicular. Debe brindar bienestar al momento que circulan los vehículos.

“La capa de rodadura es el sector de encima del pavimento, esta carpeta puede ser de concreto de cemento Portland para el pavimento rígido o también tipo bituminoso (flexible) o de adoquines, la principal función es soportar las cargas de tránsito producidas por los vehículos”.

La Subbase es una capa de material determinado, la cual se le da un espesor dependiendo del diseño, el cual se encuentra debajo de la capa de rodadura y de la base teniendo que soportarlos. También es utilizada como capa de drenaje y controla que el agua no llegue a la superficie del pavimento. Dependiendo del diseño, del tipo y área de la vía, se puede omitir. Esta capa puede ser de materiales granulares o utilizada con cemento, asfalto o cal. (MTC, pavimentacion , 2013)



Figura 1. Esquema típico del pavimento

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras, Perú 2015

1.2.2 Características que debe reunir un pavimento

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos: ser resistente a las cargas impuestas por el tránsito; ser resistente ante los agentes de intemperismo; presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos

El pavimento debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal; debe ser durable; debe ser económico; debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

1.2.3 Ciclo de vida del pavimento

El tiempo de vida de las vías se manifiesta por medio de una curva de conducta, dicha curva es una interpretación de la condición de los pavimentos, Esta curva presenta 4 etapas, las cuales son las siguientes:

- **La construcción:** El pavimento se encuentra en perfectas condiciones cumpliendo todos los estándares eficientes que requiere para beneficiar a los usuarios.
- **El deterioro imperceptible:** El pavimento sufre un desgaste de manera progresiva con el transcurso del paso del tiempo, la falla en este periodo ya se presenta de manera poco visible, por lo cual no es observada por los usuarios. Frecuentemente el daño se presenta en la superficie de rodadura producido por el tránsito vehicular y las variaciones climáticas.
- **El deterioro acelerado:** Luego del paso de los años, los elementos que integran el pavimento se encuentran deteriorados de manera severa, reduce la resistencia al tránsito de la vía. La estructura primordial del pavimento está deteriorada, lo cual lo podemos evidenciar de manera visual en la superficie del pavimento. Este periodo es demasiado corto, ya que la destrucción del pavimento ocurre de manera acelerada.
- **El deterioro total:** Este periodo es largo puede durar muchos años y es debido al desgaste completo de la vía. La transpirabilidad es afectada produciendo que se reduzca ocasionando daños en los automóviles afectando las llantas, ejes, entre otros elementos.

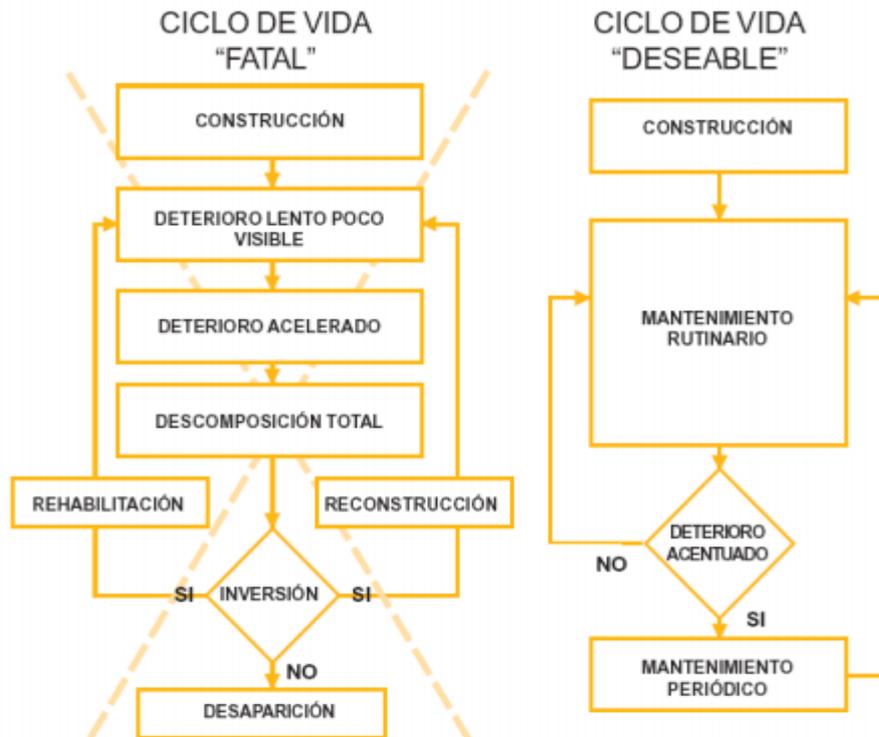


Figura 2. Esquema del ciclo de vida del pavimento

1.2.4 Flujo Vial

Según Gibson (2001), el flujo de tráfico es el número de vehículos que atraviesan una determinada sección de la vía por unidad de tiempo. Por su parte, Transportation Research Board (2000) lo define como “la velocidad por hora equivalente a la que los vehículos pasan por un punto o sección de un determinado carril o carretera durante un intervalo de tiempo determinado, menor a una hora, generalmente 15 minutos”. Ambas definiciones proporcionan variables cuantitativas, que dependiendo de la metodología o estrategia que se escoja se pueden medir con mayor o menor precisión.

1.2.5 Pavimento flexible

Según Gamboa (2009) nos dice que:

En las combinaciones asfálticas es primordial conseguir un resultado eficiente de asfalto, puesto que este componente tiene la función de

moldear una membrana que presente las correctas dimensiones con el fin de soportar las cargas producidas por el tránsito.

El espesor y tipo de carpeta asfáltica varía dependiendo del tránsito vehicular que van a transcurrir por dicha zona, como se muestra en la tabla 1.

Figura 3. Tipo de carpeta según la intensidad del tránsito

Intensidad del tránsito pesado en un solo sentido	Tipo de carpeta
Mayor de 2000 veh./día	Mezcla en planta de 7.5 cm de espesor mínimo.
1000 a 2000	Mezcla en planta de 5 cm de espesor mínimo.
500 a 1000	Mezcla en el lugar o planta de 5 cm de mínimo.
Menos de 500	Tratamiento superficial simple o múltiple.

Fuente: (VASQUEZ VARELA, 2002).

1.2.6 Patología

Según García (2012, p.35) nos dice que:

Las Patologías físicas son todas aquellas en las que la problemática patológica se produce a causa de fenómenos como heladas, condensaciones, etc. Y generalmente su evolución dependerá también de estos procesos físicos. Las causas más frecuentes son por humedad que se genera cuando hay una presencia de agua en el pavimento flexible y Erosión que es la pérdida superficial de un material del pavimento. Los tipos de patologías físicas son: abultamiento y hundimiento, depresión, desnivel carril, baches, ahuellamientos, desplazamientos, parches de cortes utilitarios y corrugación.

Según García (2012, p.35) nos dice que:

Las Patologías mecánicas se definen como fallas mecánicas aquella en la que predomina aun factor mecánico que produce degastes, aberturas, movimientos o separaciones de materiales o elementos constructivos. Podemos dividir este tipo de lección en 2 tipos como las

Grietas que son aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento de diseño estructural y Fisuras que son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o al acabado de un elemento de diseño estructural. Los tipos de patologías mecánicas son: piel de cocodrilo, fisura de bloque, fisura de borde, fisura de reflexión de junta, fisura longitudinal y transversal, fisura parabólica o por deslizamiento

Según García (2012, p.35) nos dice que:

Las Patologías químicas que son las que se generan a partir de un proceso patológico de característica química, el origen de las lesiones químicas suelen ser la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan provocando descomposiciones que afectan la calidad de materiales de un pavimento produciendo la Corrosión que es la pérdida progresiva de partículas el cual puede puntualizarse como la gradual destrucción y desintegración de los materiales. Las patologías químicas son: peladura por intemperismo, exudación, agregado pulido y desprendimiento agregado.

1.2.6.1 TIPOS DE PATOLOGIAS

- **Piel de Cocodrilo**

También conocido como agrietamiento por fatiga se da por medio de una sucesión de fisuras las cuales se encuentran interconectadas de una forma irregular. Cuya forma es similar a la piel de un cocodrilo, por ello se le otorgo ese nombre, normalmente ubicadas en zonas donde se genera constantemente cargas. Esta fisura se inicia frecuentemente la parte inferior de las capas asfálticas, ya que los esfuerzos de tracción aumentan debido al tránsito vehicular. Este tipo de daño tiene piezas que por lo general miden menos que 30 cm. La unidad con la que se mide es en m^2 , de no tomar medidas correctivas esta falla se puede agravar convirtiéndose en baches.

Causas frecuentes por las que se produce estas fallas

- Espesores de capas deficientes.

- Presencia de deformaciones en la subrasante.
- Deficiente drenaje afectando a los materiales granulares.
- Una mala compactación de las carpetas asfálticas.
- Deficiente reparaciones elaboradas.
- Mal diseño de índice de tránsito (tránsito de vehículos muy pesados).

- **La Exudación**

Esta falla se representa con un afloramiento del ligante asfáltico que se encuentra encima del pavimento usualmente es brillante, resbaladizo y generalmente es pegajoso. Es un desarrollo que puede dañar la resistencia al deslizamiento.

Causas frecuentes por las que se produce estas fallas

Este tipo de falla se produce cuando la mezcla presenta una cantidad excesiva de asfalto provocando que el contenido de vacíos tenga presencia de aire provocando que la mezcla sea baja, esto normalmente se da durante las épocas de verano donde hay presencia de calor.

- **La Fisuras de bloque**

Este tipo de falla afecta la superficie de la carpeta asfáltica y esta dividida por bloques de forma rectangular. Estos bloques poseen un tamaño promedio mayor a 0.30 m. La unidad con la que se mide es en m^2 , de no tomar medidas correctivas esta falla se puede agravar convirtiéndose en piel de cocodrilo por la presencia de las cargas de tránsito. Sin embargo, la falla de piel de cocodrilo está conformada por bloques con más lados.

Causas frecuentes por las que se produce estas fallas

Esta falla es producida primordialmente por la contracción del concreto asfalto producto a las diferentes variaciones de temperatura durante el transcurso del día, lo cual ocasiona ciclos de esfuerzos y deformaciones sobre la mezcla. La presencia de este deterioro señala que el asfalto se ha puesto duro de manera rápida.

- **El Abultamiento**

Este tipo de falla es dada por elevaciones que se encuentran en la superficie del pavimento. También pueden presentarse en pequeñas y/o en grandes áreas, acompañados de fisuras. El abultamiento puede ocasionar inseguridad para los vehículos y usuarios. La unidad con la que se mide es en m^2 , de no tomar medidas correctivas esta falla se puede agravar convirtiéndose en ahuellamiento y/o desprendimientos.

Causas frecuentes por las que se produce estas fallas

- Mala compactación de las capas.
- Mal diseño de drenaje y por ello se daña a los materiales granulares.
- Mal diseño de índice de tránsito (tránsito de vehículos muy pesados).

- **El Hundimiento**

Este tipo de falla es dado por depresiones que se encuentran en el pavimento con respecto al nivel de la rasante.

El hundimiento puede ocasionar inseguridad para los vehículos y usuarios, principalmente si tiene presencia de agua.

Causas frecuentes por las que se produce estas fallas

- Mala compactación de las capas.
- Espesores de capas deficientes
- Mal diseño de drenaje y por ello se daña a los materiales granulares.
- Mal diseño de índice de tránsito (tránsito de vehículos muy pesados).

- **La Corrugación**

Esta falla también se le conoce como ondulación, la cual se caracteriza por tener la presencia de ondas en la parte superior de la vía, usualmente de manera perpendicular a la dirección del

tránsito vehicular, la corrugación generalmente tiene una medida menor a un 1.0 m.

La unidad con la que se mide es en m^2 , de no tomar medidas correctivas esta falla se puede agravar convirtiéndose en ahuellamiento

Causas frecuentes por las que se produce estas fallas

- Mal calidad del asfalto que se utilizó.
- Una excesiva compactación de la carpeta asfáltica.
- Deficiente curado de las mezclas.
- Espesores de capas deficientes

- Depresión

Este tipo de fallas son áreas ubicadas en la parte superior del pavimento, las cuales presentan niveles de elevación ligeramente menores a aquellos que se ubican a su alrededor. Las depresiones se pueden observar cuando se encuentra presencia del agua y esta se empoza. La unidad con la que se mide es en m^2 , de no tomar medidas correctivas esta falla se puede agravar convirtiéndose en baches.

Causas frecuentes por las que se produce estas fallas

- Son ocasionadas por asentamiento de la sub rasante o también a un mal proceso constructivo

- La Fisura De Borde

Este tipo de falla es de forma semicircular o longitudinal ubicadas cerca de la calzada, se encuentran principalmente por la diferencia que existe entre la calzada y la berma. Normalmente se ubican dentro de una franja, la cual está de manera paralela con el borde, y generalmente tiene un ancho de 0.6 metros. La unidad con la que se mide es en metros, de no tomar medidas correctivas esta falla se puede agravar convirtiéndose en desprendimiento del borde.

Causas frecuentes por las que se produce estas fallas

La causa más común de esta falla es la mala confinación adyacente de la estructura producida por la poca cantidad de bordillos, ancho de la berma mal diseñado, en estos casos la fisura se produce por el tránsito que se da muy cerca al borde.

1.2.7 Tipo de fallas en los pavimentos rígidos

(Vásquez Varela, 2002), en el Manual Pavement Condition Index (PCI): Para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras, señala los tipos de fallas en los pavimentos rígidos.

1.2.7.1 Blowup – Buckling (Rotura por Pandeo) :

Esto se dan en tiempo cálido; usualmente en una grieta o junta transversal que no es suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Y que por lo general; el ancho insuficiente, se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta.

Es decir; cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, que va ocurrir un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa Buckling o fragmentación en la vecindad de la junta. Otros de los casos pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas, que son realizadas en la instalación de servicios públicos.

Nivel de severidad: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	Causa una calidad de tránsito de baja severidad.
M	Causa una calidad de tránsito de severidad media.
H	Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

Tabla 1. Nivel de severidad Blowup (Rotura por Pandeo).

Medida: En una grieta, (blowup) como presente en una losa, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, esto se debe reparar de inmediato.

Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada, parcheo profundo o parcial.
M	Parcheo profundo, reemplazo de la losa.
H	Parcheo profundo, reemplazo de la losa.

Tabla 2. Opciones de reparación Blowup (Rotura de Pandeo)



Figura 4. Blowup - Buckling (Rotura por Pandeo) de baja severidad-Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

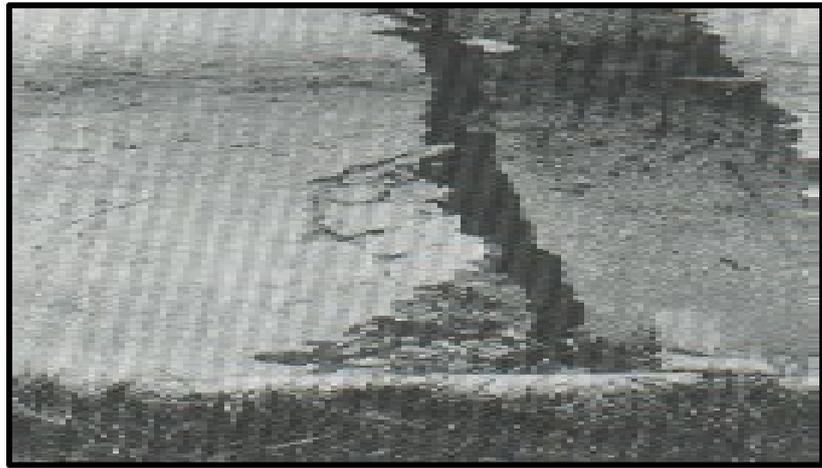


Figura 5. Blowup – Buckling (Rotura por Pandeo) de media severidad.- Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 6. Blowup – Buckling (Rotura por Pandeo) de alta severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.2 Grieta de esquina:

Es aquella grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad, de la longitud de la misma en ambos lados.

Medida desde la esquina es decir: una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina.

(Una grieta de esquina) se diferencia de un descascamiento de esquina, que se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa; mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo.

Generalmente, la repetición de cargas combinada y con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo dan origen a las grietas de esquina.

Nivel de severidad: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	Está definida por una grieta de baja severidad, y el área por ejemplo: entre la grieta y las juntas. Está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.
M	Se define por una grieta de severidad media o el área, entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M)
H	Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietadas.

Tabla 3. Nivel de severidad Grieta de esquina.

Para dos o más grietas se registran el mayor nivel de severidad. Otro ejemplo sería, si una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una con severidad media, se debe contabilizar como una "1" losa con una grieta de esquina media.

Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada, sellado de grietas de más de 3 mm.
M	Sellado de grietas, parcheo profundo.
H	Parcheo profundo.

Tabla 4. Opciones de reparación Grieta en esquina.

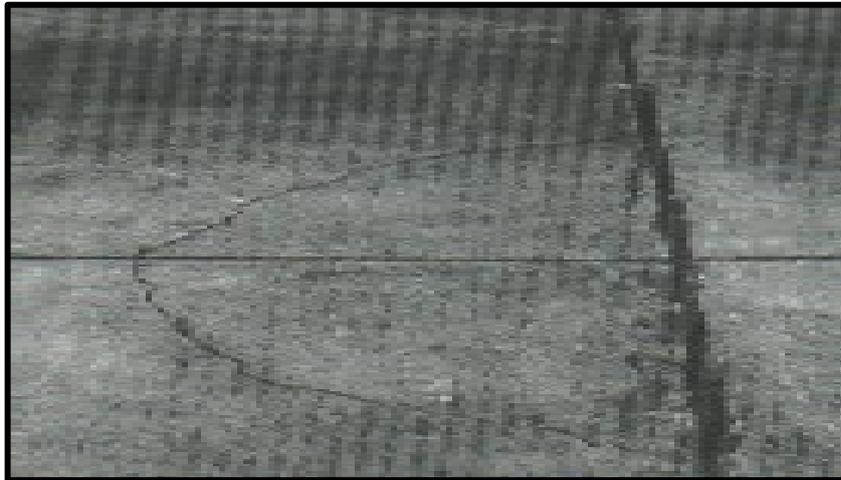


Figura 7. Grieta de Esquina de baja severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

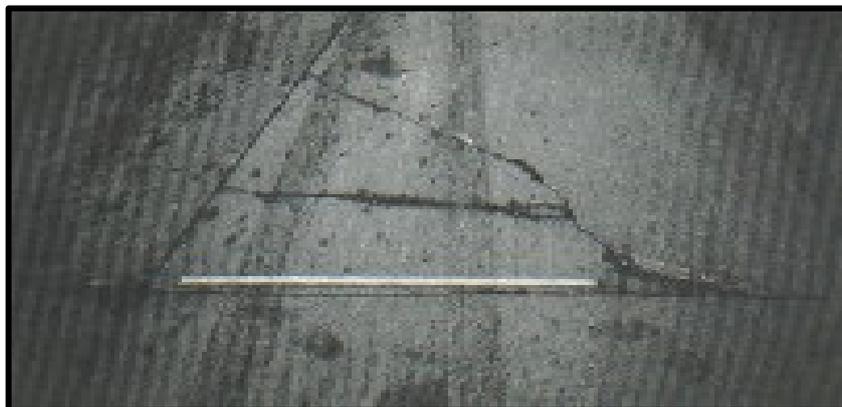


Figura 8. Grieta de Esquina de severidad media.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 9. Grieta de Esquina de alta severidad. Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.3 Losa dividida:

Una losa es dividida, por grietas en cuatro o más pedazos esto se da principalmente por sobrecargas o a soportes inadecuado. En este caso, si todos los pedazos están contenidos en una grieta de esquina; el daño se va clasificar como una grieta de esquina severa.

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos en losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 ó más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

Tabla 5. Nivel de severidad para una losa dividida

Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada, sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.
M	Reemplazo de la losa.
H	Reemplazo de la losa

Tabla 6. Opciones de reparación Losa dividida



Figura 10. Losa Dividida de baja severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 11. Losa Dividida de severidad media.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 12. Losa Dividida de severidad alta
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.4 Grieta de durabilidad “D”:

Son causadas especialmente por la expansión de los agregados grandes debido, principalmente al proceso de congelamiento y descongelamiento, la cual; con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal.

Por lo que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, dado que es común encontrar un depósito de color oscuro, en las inmediaciones de las grietas “D”. De tal modo este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

Nivel de severidad: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa, la mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.
M	Cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o se pueden removerse con facilidad; cubren más del 15% del área, por lo que la mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han, desprendido o pueden removerse fácilmente.
H	Las grietas “D” van a cubrir más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han, desprendido o pueden removerse fácilmente

Tabla 7. Nivel de severidad – Grieta de durabilidad “D”

Medida: Cuando el daño es localizado y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Para este caso si existen más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de daño más alto. Por ejemplo, si la grieta “D” de baja severidad y media severidad están en la misma losa, esta se registra como de severidad media únicamente.

Nivel de severidad: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada.

M	Parqueo profundo, reconstrucción de juntas.
H	Parqueo profundo, reconstrucción de juntas, reemplazo de la losa.

Tabla 8. Nivel de severidad Media – Grieta “D”



Figura 13. Grieta de Durabilidad “D” de baja severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 14. Grieta de Durabilidad “D” de severidad media.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 15. Grieta de Durabilidad “D” de alta severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.5 Escala:

la escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas de las causas comunes que originan son:

- Asentamiento debido a una fundación blanda.
- Bombeo o erosión del material debajo de la losa.
- Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

Nivel de severidad: Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta Como se indica en la tabla 9.

Tabla 9. Niveles de severidad para escala.

Nivel de severidad	Diferencia de elevación
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	Mayor que 19 mm

Medida: La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan: únicamente las losas afectadas, las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño, pero si se consideran para definir la severidad de las grietas.

Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada. Fresado
M	Fresado.
H	Fresado.

Tabla 10. Opciones de Reparación para escala



Figura 16. Escala de baja severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 17. Escala de severidad media.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

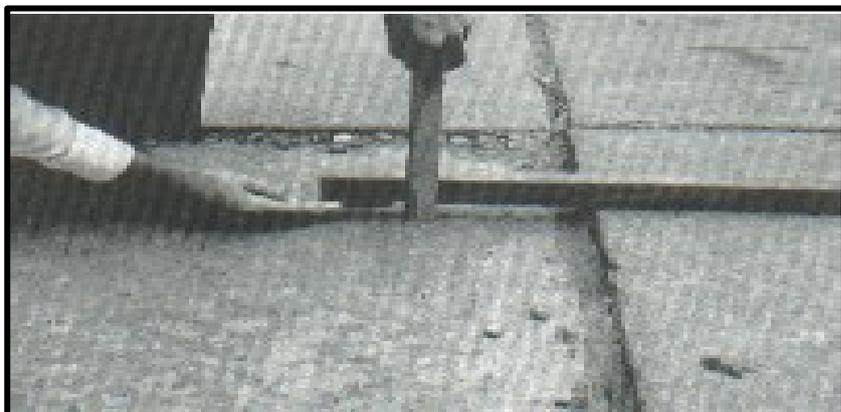


Figura 18. Escala de alta severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.6 Daño del sello de la junta:

Es cualquier condición que permite, que suelo o roca se acumule en las juntas o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación y levantamiento o descascaramiento en los bordes de la junta.

Los tipos de daño de junta son:

- Desprendimiento del sellante de la junta.
- Extrusión del sellante.
- Crecimiento de vegetación.
- Endurecimiento del material llenante (oxidación).
- Perdida de adherencia a los bordes de la losa.
- Falta o ausencia del sellante en la junta.

Tabla 11. Nivel de Severidad daño del sello de la junta

Nivel de severidad: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.
M	Está en condición regular en toda la sección; con uno o más de los tipos de daño que ocurren en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo, en dos años.
H	Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato

Medida: No se registran, losa por losa sino que se evalúan con base en la condición, total del sellante en toda el área.

Tabla 12. Opciones de reparación del sello de la junta

Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada.
M	Resellado de juntas.
H	Resellado de juntas.

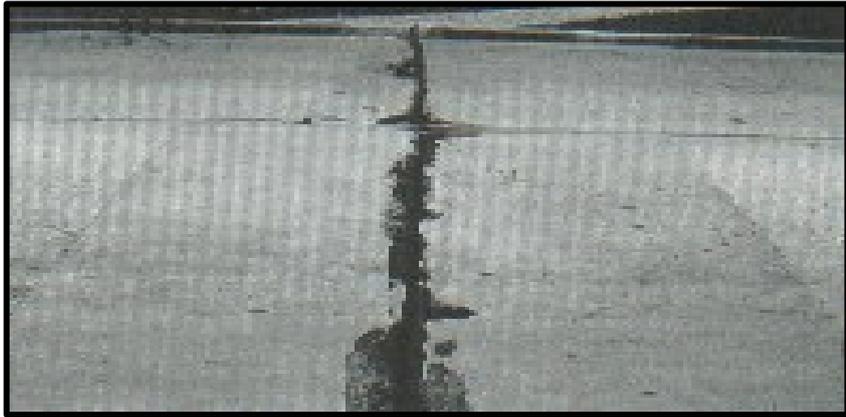


Figura 19. Daño del sello de junta de baja severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 20. Daño del sello de juntas de severidad media.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 21. Daño del sello de juntas de alta severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.7 Desnivel carril – berma:

Es la diferencia entre el asentamiento o erosión, de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. Por lo que También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

Tabla 13. Nivel de severidad Desnivel carril - berma

Nivel de severidad	Diferencia de elevación
L	La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es 25.0 mm a 51.0 mm.
M	La diferencia de niveles es 51.0 mm a 102.0 mm.
H	La diferencia de niveles, es mayor que 102.0 mm.

Medida: para esto se calcula promediando, los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el daño, se mide separado y se registra como: una losa con el nivel de severidad, apropiado.

Tabla 14. Opciones de reparación: Desnivel Carril- berma

Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.
M	
H	



Figura 22. Desnivel carril – berma de baja severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

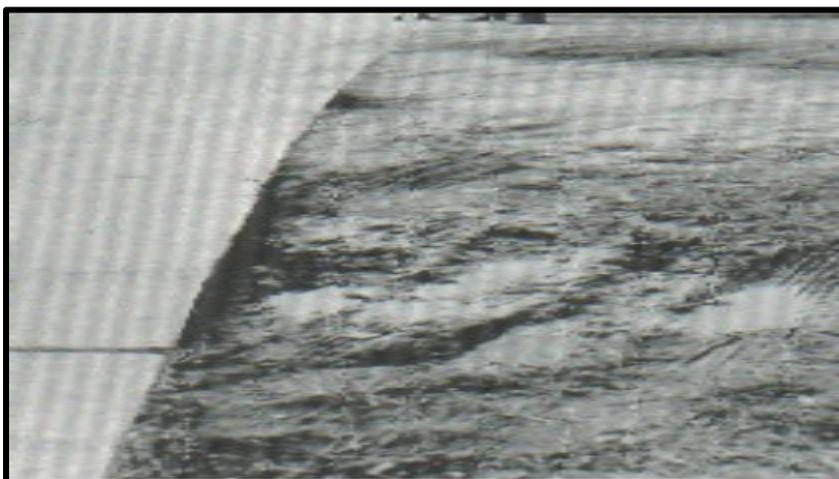


Figura 23. Desnivel carril – berma de severidad media.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 24. Desnivel carril – berma de alta severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.8 Grietas lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales):

Son grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito, y el alabeo por gradiente térmico o de humedad.

Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes.

Mientras que las grietas capilares, de pocos pies de longitud y que no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

Nivel de severidad: Son dos, losas sin refuerzos y losas con refuerzo, por lo que detallaremos cada una de ellas:

Tabla 15. Losas sin refuerzo: Son tres L, M, H.

Nivel de severidad	Descripción
L	Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria, (No existe escala).
M	Una de las condiciones siguientes es como: Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm; grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm; grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.
H	Del mismo modo una de las condiciones siguientes es como: Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm; grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

Tabla 16. Losas con refuerzo: Son tres L, M, H.

Nivel de severidad	Descripción
L	Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. Es decir no existe escala.
M	Una de las condiciones siguientes son como: Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala; grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm; grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.
H	Una de las condiciones siguientes son como: Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho; grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.

Medida: Una vez que se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se

presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad.

Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas. Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en "losas" de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen y están en perfecta condición.

Tabla 17. Opciones de reparación de grietas lineales

Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.
M	Sellado de grietas.
H	Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa



Figura 25. Grieta lineales de baja severidad en una losa de concreto simple.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 26. Grieta lineales de severidad media en una losa de concreto reforzado.

Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 27. Grietas lineales de alta severidad en una losa de concreto simple.

Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.9 Parche grande (Mayor de 0.45m²) y Acometidas de servicio público:

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido, removido y reemplazado por material nuevo.

Por ejemplo: en una excavación de servicios, públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original, para que permita, la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. En este caso los niveles de severidad de una

excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

Tabla 18. Nivel de severidad Parche grande

Nivel de severidad	Descripción	Medida: Por ejemplo: si una losa tiene
L	El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.	
M	El parche esta moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. Y el material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.	
H	El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.	

uno o más parches con el mismo nivel de severidad; se cuenta como una losa que tiene ese daño, en otro caso si en una sola losa tiene más; de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Y por último si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta.

Tabla 19. Opciones de reparación Parche Grande.

Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada.
M	Sellado de grietas. Reemplazo del parche.
H	Reemplazo del parche



Figura 28. Parche grande y acometidas de servicios públicos de baja severidad.

Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

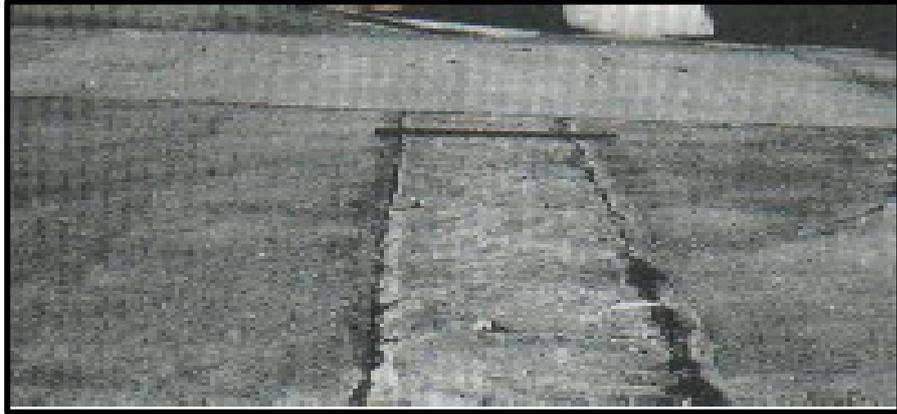


Figura 29. Parche grande y acometidas de servicios públicos de severidad media.

Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

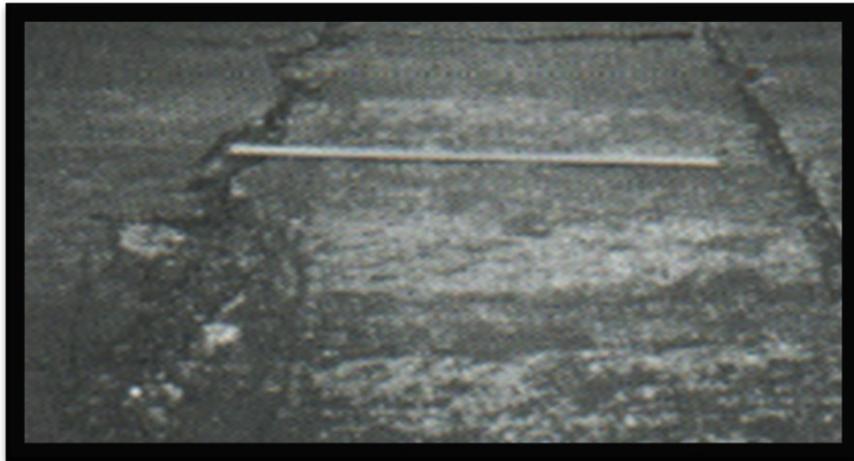


Figura 30. Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad

Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.10 Parche pequeño (Menor de 0.45 m²):

Es un área donde, el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

Tabla 20. Nivel de severidad: Parche pequeño

Nivel de severidad	Descripción
L	El parche está funcionando bien, con poco o ningún

	daño.
M	El parche está moderadamente deteriorado, el material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.
H	El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

Medida:
Primero si

una losa presenta uno o más parches con el mismo nivel de severidad; se registra como una losa que tiene ese daño. Segundo, si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se registra como una losa con el mayor nivel de daño. Tercero, si la causa del parche es más severa; únicamente se contabiliza el daño original.

Tabla 21. Opciones de reparación: Parche pequeño

Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada.
M	No se hace nada. Reemplazo del parche.
H	Reemplazo del parche.



Figura 31. Parche pequeño de baja severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 32. Parche pequeño de severidad media.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

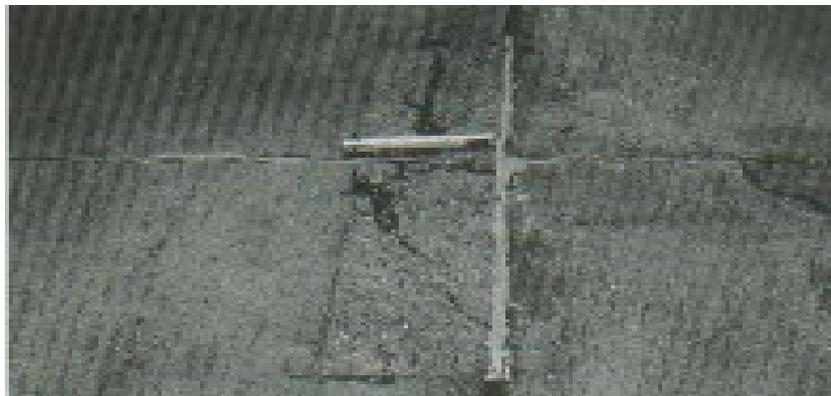


Figura 33. Parche pequeño de alta severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.11

Pulimiento de agregados:

La causa del daño se da, por las aplicaciones repetidas de las cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas.

Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, y la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. Además, el pulimiento de agregados que se extiende sobre el concreto, es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño, se reporta cuando el resultado de un

ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido, significativamente respecto a evaluaciones previas.

Nivel de severidad: No se definen grados de severidad; sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición, y calificarlo como un defecto.

Medida: Una losa con agregado pulido, se cuenta como una losa.

Opciones de reparación:

L; M y H = Renurado de la superficie, sobre carpeta.



Figura 34. Pulimientos de agregados.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.12 Popouts:

Un popout es un pequeño pedazo de pavimento, que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre los 25.0 mm y 102.0 mm el espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

Nivel de severidad: para este caso no se definen grados de severidad. Sin embargo, el popout debe ser extenso antes

que se registre, como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.

Medida: Se debe medir la densidad del daño, en primer lugar: Si existe alguna en este caso duda, de que el promedio es mayor que tres popout por metro cuadrado, se deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar.

Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, se debe contabilizar la losa.

Opciones de reparación: dentro de estas reparaciones están las siguientes:

L; M y H = No se hace nada.



Figura 35. Popout en una losa.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.13 Bombeo:

Es la expulsión del material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Que mayormente se origina por la deflexión de la losa, debido a las cargas que estas reciben, cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzado bajo la losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera.

Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan, una pérdida progresiva del soporte

del pavimento. El bombeo puede identificarse por medio de manchas, en la superficie y la evidencia de material de base o sub rasante en el pavimento, cerca de las juntas o grietas. Por otra parte el bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta que indica, la pérdida de soporte. Y eventualmente; la repetición de estas cargas producirá grietas, el bombeo también pueden ocurrir a lo largo del borde de la losa la cual causan, perdida de soporte.

Nivel de severidad: Aquí, no se definen grados de severidad; es suficientemente indicar la existencia.

Medida: El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo.

Opciones de reparación:

L; M y H: Sellado de juntas y grietas, restauración de la transferencia de cargas.

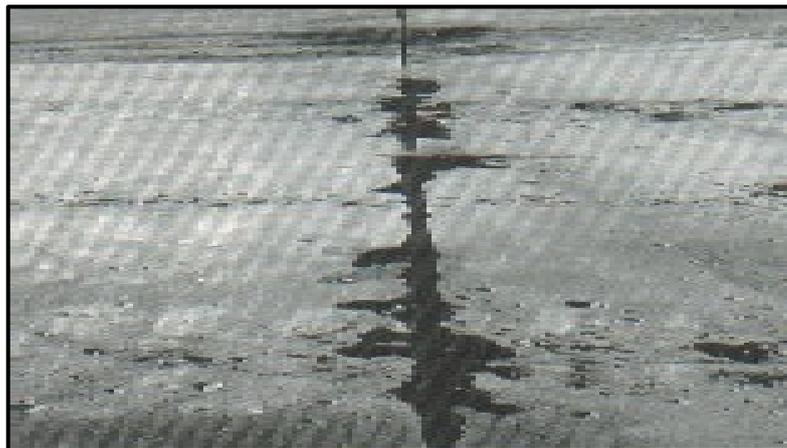


Figura 36. Bombeo en una junta.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

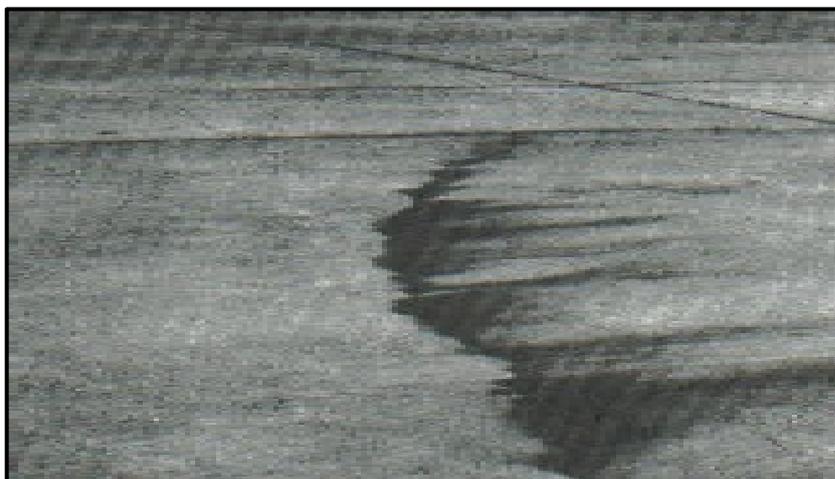


Figura 37. Bombeo en una grieta.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.14 Punzonamiento:

Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos, puede tomar muchas formas y figuras diferentes, pero, usualmente está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí.

Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros).

Nivel de severidad: En los niveles de severidad presentamos la Tabla N° 22 de los niveles de severidad para punzonamiento.

Tabla 22. Niveles de severidad para punzonamiento.

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos en losa agrietada		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
L	L	L	M
M	L	M	H
H	M	H	H

Medida: Si la losa tiene uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad, que se presente.

Tabla 23. Opciones de reparación para punzonamiento

Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada, sellado de grietas.
M	Parqueo profundo.
H	Parqueo profundo.



Figura 38. Punzonamiento de baja severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 39. Punzonamiento de severidad media.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 40. Punzonamiento de alta severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.15 Cruce de vía férrea:

El cruce de vía férrea su daño se caracteriza; por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

Tabla 24. Nivel de severidad de cruce de vía férrea: De las cuales son tres:

Nivel de severidad	Descripción
L	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.
M	El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.
H	El cruce de la vía férrea produce una calidad de tránsito de alta severidad.

Medida: Se registra el número de

losas atravesadas por los rieles de la vía férrea. Es decir, cualquier gran abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce.

Tabla 25. Opciones de reparación de cruce de vía férrea

Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada.
M	Parqueo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.
H	Parqueo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.



Figura 41. Cruces de vía férrea de baja severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

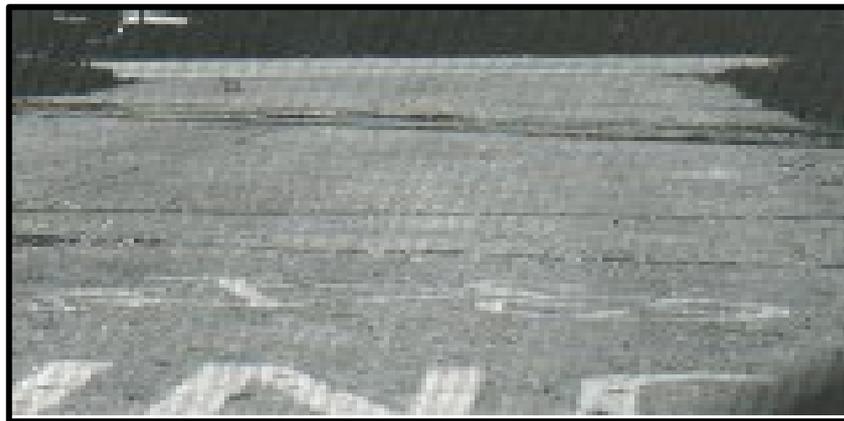


Figura 42. Cruces de vía férrea de severidad media.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 43. Cruces de vía férrea de alta severidad
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.16 Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado:

El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

Tabla 26. Nivel de severidad de Desconchamiento: Son tres L; M y H.

Nivel de severidad	Descripción	Medición:
L	El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor presente.	Una losa
M	La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.	losa
H	La losa esta descamada en más del 15% de su área.	desca

mada se contabiliza como una losa, el craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente. O unas pocas piezas pequeñas se han salido.

Tabla 27. Opciones de reparación de Desconchamiento: Son las siguientes:

Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada.
M	No se hace nada. Reemplazo de la losa.
H	Parqueo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.



Figura 44. Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de baja severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

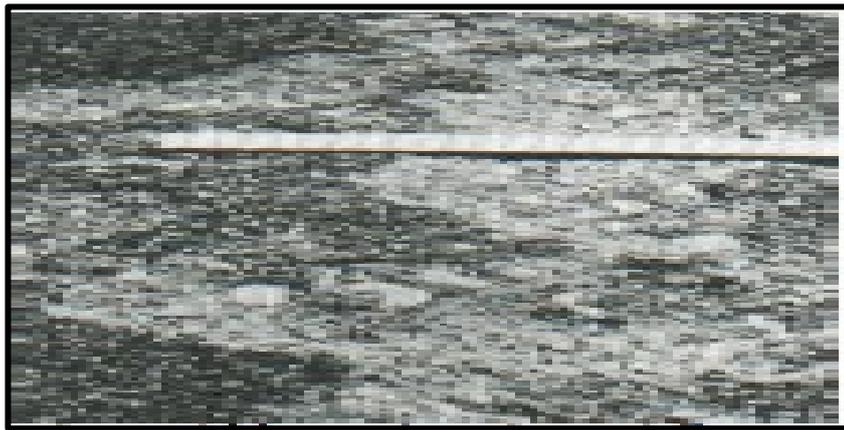


Figura 45. Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de severidad media.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 46. Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de alta severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.17 Grietas de retracción:

Son aquellas grietas capilares usualmente, de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa.

Se forman en el fraguado y curado del concreto y que generalmente no se extienden, a través del espesor de la losa.

Nivel de severidad: Aquí, no se definen niveles de severidad; basta con indicar que están presentes.

Medida: Si uno o más grietas de retracción existen; en una losa en particular se cuenta como una losa con grietas de retracción.

Opciones de reparación:

L; M y H = No se hace nada.



Figura 47. Grieta de retracción en una losa.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.18 Descascaramiento de esquina:

Un descascaramiento de esquina viene hacer la rotura, de la losa a unos 0.6 m de la esquina aproximadamente. Es decir si un descascaramiento de esquina; difiere de la grieta de esquina, en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para que intercepte la junta; mientras que la grieta se extiende en forma vertical, a través de la esquina de losa.

Un descascaramiento menor que 127 mm medidos en ambos lados, desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

Nivel de severidad: Tenemos en la Tabla N° 28 Donde está la lista de los niveles de severidad; para el descascaramiento de esquina, y con un área menor que 6452 mm² desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

Tabla 28. Niveles de severidad para punzonamiento

Profundidad del Descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento	
	127.0x127.0mm a 305.0x305.0mm	Mayor que 305.0x305.0mm
Menor de 25.0mm	L	L
>25.0 mm a 51.0mm	L	M
Mayor de 51.0mm	M	H

Medida: Si en una losa hay una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.

Tabla 29. Opciones de reparación: Descascaramiento

Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada.
M	Parqueo parcial
H	Parqueo parcial



Figura 48. Descascaramiento de esquina de baja severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

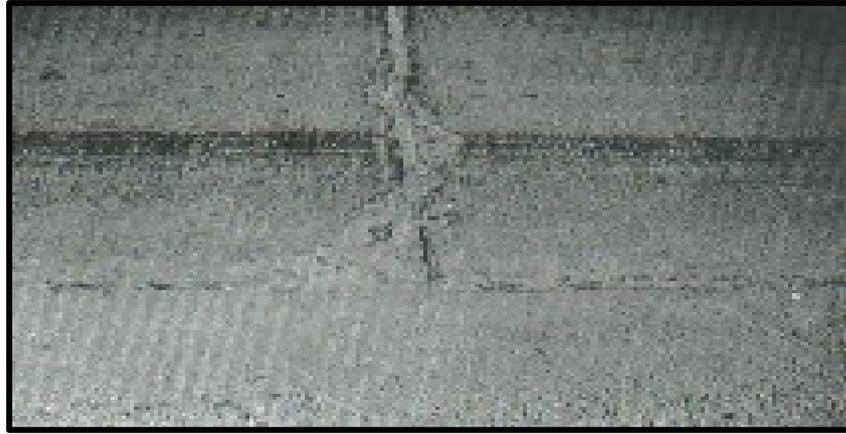


Figura 49. Descascaramiento de esquina de severidad media.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).



Figura 50. Descascaramiento de esquina de alta severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

1.2.7.19 Descascaramiento de juntas:

Es la rotura de los bordes, de la losa en un 0.60 cm de la junta, y que generalmente no se extiende en forma vertical a través de la losa si no, que intercepta a la junta en ángulo. Por lo que se originan por

Los esfuerzos excesivos en la junta, causados por las cargas del tránsito, o por la infiltración de materiales incompresibles.

El concreto débil en la junta es por exceso de manipulación.

Nivel de severidad: En la Tabla N° 30 se puede observar los niveles de severidad; para el descascaramiento de juntas. Si en una junta desgastada, en el cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta por tanto esta se le califica, como de baja severidad.

Tabla 30. Niveles de severidad de descascaramiento de juntas.

Fragmentos del descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		<0.6m	>0.6m
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos)	<102 mm	L	L
	>102 mm	L	L
Suelos. Puede removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría a todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.0mm	<102 mm	L	M
	>102 mm	L	M
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	<102 mm	L	M
	>102 mm	M	H

Medición: Si el descascaramiento se presenta, a lo largo del borde de una losa esta se cuenta, como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se va registrar como una losa, el descascaramiento de junta también pueden ocurrir, a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso; cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.

Tabla 31. Opciones de reparación: descascaramiento de juntas



Opciones de reparación: Son tres L; M; H	
Símbolo	Descripción
L	No se hace nada.
M	Parqueo parcial
H	Parqueo parcial, reconstrucción de la junta

Figura 51. Descascaramiento de juntas de baja severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

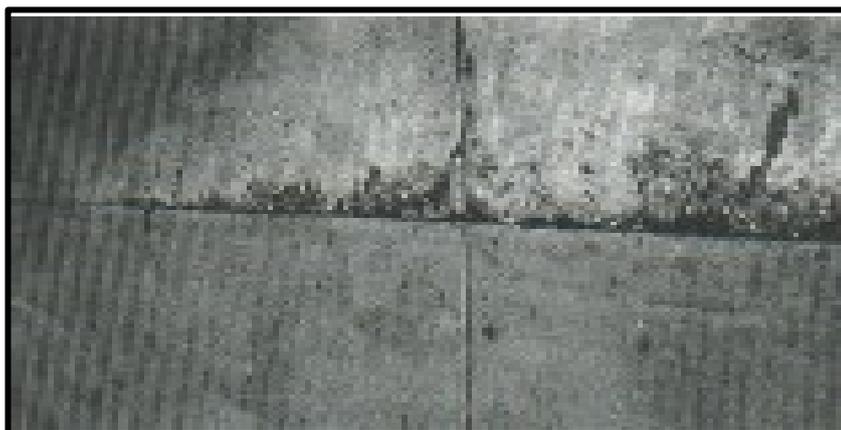


Figura 52. Descascaramiento de juntas de severidad media
Fuente: Pavement Condition Index (PCI)

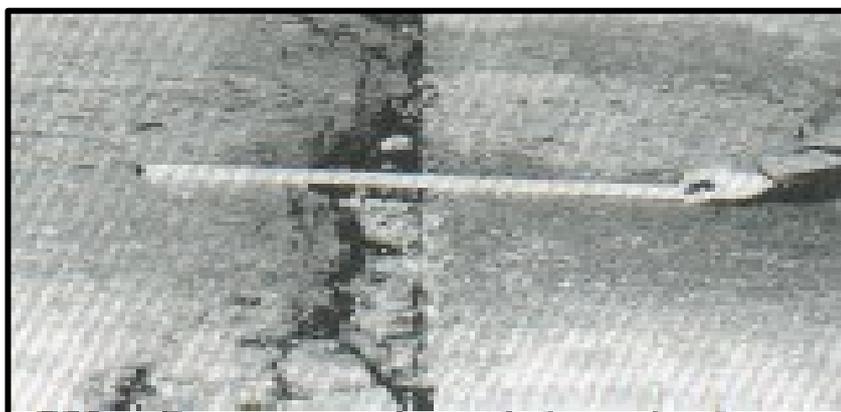


Figura 53. Descascaramiento de juntas de alta severidad.
Fuente: Pavement Condition Index (PCI)

1.2.8 Índice de Condición del Pavimento

La presente investigación utilizará el método normado por la ASTM D 6433- 03 también conocido como Pavement Condition Index (Índice de Condición de Pavimento) o por las siglas PCI. Se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de los pavimentos flexibles y rígidos, dentro de la gestión vial. En la actualidad el deterioro de la estructura del pavimento en función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo y la

formulación de un índice, que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones.

Para superar esta dificultad se introdujeron los valores deducidos, como, por ejemplo: como un arquetipo de factor de ponderación. Con el único fin de indicar el grado de afectación, que cada combinación de clase de daño el nivel de severidad y densidad.

1.2.9 Rangos de clasificación del PCI

El PCI es un índice numérico varía entre 0 para pavimentos fallados y un valor de 100 para pavimentos en excelente condición. En el siguiente cuadro se representa los rangos del PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición de un pavimento. (VASQUEZ VARELA, 2002)

Tabla 32. Rangos de clasificación del PCI

RANGO DEL PCI	CLASIFICACIÓN
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-4	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

El cálculo del PCI se fundamenta esencialmente en los resultados de un inventario visual, de la condición del pavimento en el cual se establece: "Clase, Severidad y Cantidad". La cual se desarrolló con la finalidad de obtener un índice, de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie. Con la información de los daños adquiridos como parte del inventario, se ofrece una clara percepción; de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

Etapa 1. Cálculo de los valores deducidos

1. a. Sume el número de losas afectadas por cada tipo de daño con su nivel de severidad y regístrelo como total de losas.
1. b. Divida el total de losas de cada clase de daño y nivel de severidad entre el número de losas de la unidad de inspección y exprese el

resultado como porcentaje. Esta es la densidad del daño, con su respectivo nivel de severidad, para la unidad de inspección en estudio.

1. c. Determine el Valor Deducidos para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducible del Daño” de acuerdo con la densidad obtenida.

Etapa 2. Cálculo del número máximo admisible de valores deducibles (m_i) para el cálculo del PCI de la unidad de inspección.

2. a. Si ninguno o sólo un valor deducible es mayor que dos (> 2), es decir, hay pocos daños y son de baja severidad, sume todos los valores deducibles y reste dicho resultado de 100. El valor obtenido es el PCI de la unidad de inspección.

2. b. En caso contrario, es decir, si dos o más valores deducibles son mayores que dos (> 2) proceda de la siguiente forma:

2. b.1. Ordene los valores deducibles de mayor a menor.

2.b.2. Determine el número máximo admisible de valores deducibles con la siguiente ecuación:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} \times (100 - HDV_i)$$

Dónde:

m_i : Número máximo admisible de valores deducibles para el cálculo del PCI en la unidad de inspección “i”.

HDV_i : Máximo valor deducible encontrado para los daños de la unidad de inspección “i”.

2. b.3. El número de valores deducibles individuales se reduce a m_i , incluyendo la parte fraccional. Si se dispone de un número de deducidos menor que m_i , se emplean todos los valores obtenidos.

Etapa3. Cálculo del valor deducible corregido máximo (CDV)

3. a. Determine el número de valores deducibles mayores que 2.0. Este valor es q .

3. b. Determine el valor deducible total sumando TODOS los valores deducibles.

3. c. Determine el CDV con el q y el valor deducible total en la curva de corrección para pavimentos asfálticos en vías y estacionamientos.

3. d. Reduzca a dos (2) el menor de los valores deducibles que sea mayor que dos (>2) y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.

3. e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Gráfico: Formatos para la obtención del máximo, valor deducido corregido

Cálculo del Valor Deducido Corregido (VDC)															
N°	Valores Deducidos											VD T	q	VDC	
1															
2															
3															
4															
											Máx. VDC =				

Etapas.

Calcule el PCI restando de 100 el máximo CDV obtenido en el paso anterior.

$$PCI = 100 - \text{Max. VDC}$$

Dónde:

PCI = Índice de Condición Pavimento.

Max. VDC = Máximo Valor deducido Corregido.

1.3 . Definición de términos básicos

Según el Manual de Carreteras, (Bañón Blazquez & Breviá García , 2000), los términos básicos para este tipo de estudios son :

- **Patologías:** La patología definirse como el estudio sistemático de los procesos y características de los daños que puede sufrir el concreto, sus causas, consecuencias y soluciones. Las estructuras de concreto pueden sufrir defectos o daños que alteran su estructura interna y su comportamiento.
- **Concreto:** El concreto es un material compuesto por cemento, agregados, agua y aditivos como ingredientes principales. El concreto se puede moldear en diferentes formas, es duradero y es el material de construcción más atractivo en términos de su resistencia a la compresión, ya que ofrece la mayor resistencia por costo unitario.
- **Subrasante:** Es la capa más profunda de toda la estructura, además es la base del pavimento y su espesor es considerado como infinito con escasas excepciones. Estos suelos pertenecientes a la sub rasante serán adecuados y estables con CBR igual o mayor a 6%. En el caso que sea menor (sub rasante pobre o inadecuada), corresponde estabilizar los suelos, para lo cual se tendrá que analizar alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo de suelo, estabilización química de suelo, estabilización con geosintéticos, entre otros, eligiendo la alternativa más conveniente en cuanto a lo técnico y económico.
- **Sub base:** Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular (CBR \geq 40%) o tratada con asfalto, cal o cemento
- **Carpeta asfáltica:** Es la capa superior del pavimento flexible y es colocada sobre la base granular con la finalidad de sostener directamente el tránsito. Asimismo, es la capa de mejor calidad debido a que debe ofrecer características como fricción, suavidad, control de ruido y drenaje.

- **Pavimento flexible:** Es un pavimento elaborado por una capa asfáltica aplicada sobre una capa de base y una capa de sub-base.
- **Pavimento rígido:** Es un pavimento constituido por una losa de hormigón de cemento portland que se apoya sobre la base o una capa de sub-base. Transmite directamente los esfuerzos al suelo de forma minimizada.
- **Suelo:** Es un agregado natural no cementado de granos minerales y materia orgánica en descomposición, con líquido y gas en los espacios vacíos entre las partículas que lo constituyen.
- **Asfalto:** El asfalto es una mezcla natural o artificial en la que el betún está asociado con materia mineral inerte. Es de color negro o negro parduzco. A una temperatura entre 50 y 100 ° C está en estado líquido, mientras que a una temperatura inferior a esta permanece en estado sólido.
- **Deterioro:** Comprende los defectos de la superficie de rodamiento debido a fallas de la capa asfáltica y no guardan relación con la estructura del pavimento.
- **Falla de pavimento:** Son las condiciones que se presentan en un pavimento, cuando este pierde las características de servicio para las que fue diseñado.
- **Criterios de Diseño del Pavimento Flexible:** El pavimento trabaja de tal forma que se evita la deformación de la capa de rodadura por acción de las cargas estáticas y dinámicas significativas. Sin embargo, no se puede concluir que no se produce deformación alguna, ya que debido al deterioro en el tiempo se presentarían fallas, es por eso que también se debe proveer mantenimiento constante hasta la colocación de un nuevo pavimento o reparación del mismo. El objetivo es diseñar una ruta para transportar el tráfico de manera satisfactoria por un período determinado de tiempo sin necesidad de grandes

mantenimientos a la estructura (rehabilitación). Las decisiones deben tomarse sobre la cantidad de deterioro que puede ser tolerada y en una condición que sea aceptable al final del período de diseño. Las opiniones difieren sobre estos temas entre los ingenieros de diferentes países, y entre los usuarios de la carretera. Mientras que los ingenieros están preocupados por los problemas estructurales, los usuarios de las carreteras se enfocan principalmente en la calidad del viaje como lo resbaladizo de la carretera, la congestión y la seguridad.

- **Proceso Constructivo del Pavimento Flexible:** El proceso constructivo del pavimento flexible puede dividirse en 4 fases:
 - o **Preparación de sub rasante:** Está formada por el suelo natural. Debe cumplir con ciertas especificaciones sin importar el tipo de pavimento que se vaya a colocar. Debe ser lo suficientemente resistente para soportar el pavimento y el tránsito esperado. También debe estar propiamente graduada para garantizar un buen drenaje, una superficie suave y debe tener un coronamiento correcto. Además, debe estar completa y uniformemente compactada a la densidad requerida. Durante la inspección deben buscarse áreas de suelo blando pues estas áreas son demasiado débiles para soportar la maquinaria. Estas áreas deberán ser corregidas antes de la pavimentación. También deben hacerse revisiones periódicas del perfil transversal y longitudinal de la sub rasante. Si estos no están dentro de los límites de tolerancia se deberán corregir, ya sea removiendo material o añadiendo y compactando material igual al que está en el lugar. Antes de iniciar la construcción del pavimento en sus diferentes capas es necesario verificar el estado de las actividades previas como son el movimiento de tierras, las pendientes y bombeo de la sub rasante. También se debe verificar la correcta ejecución de las obras de drenaje y control de aguas, así como los muros de contención y protecciones de taludes que garantizan la estabilidad de la sub rasante.

- **Construcción de la sub-base:** Para construir la sub-base se emplean los siguientes equipos: motoniveladora, camión cisterna, cilindro metálico, compactador de llantas vibratorio y vehículos de transporte. Todos estos equipos deben estar en perfectas condiciones de trabajo, de tal manera que se pueda garantizar un proceso continuo durante la construcción. El constructor deberá colocar el material de sub-base de tal manera que produzca segregación sin causar daño a la superficie de asiento. Las ruedas de los volquetes deberán mantenerse limpias para no contaminar con materiales indeseables. El material se colocará y extenderá en capas de espesor no mayor de 25 cm medido antes de la compactación. El espesor de cada capa y el número de pasadas dependerá de las características del equipo de que dispone el constructor y de las características del material. Si el afirmado existente en la vía forma parte de la sub-base en el diseño del pavimento, ésta deberá escarificarse en una profundidad de por lo menos 10 cm. Antes de colocar una nueva capa se debe verificar que la anterior satisfaga las condiciones de nivelación, espesor y densidad exigidas. El material se remojará o se oreará si fuere necesario hasta obtener un contenido de humedad cercano al óptimo y se compactará hasta obtener mínimo el 95% de la densidad seca máxima correspondiente al ensayo proctor modificado, a no ser que el diseño exija una mayor compactación. Durante el proceso constructivo del pavimento, es normal que se permita el tránsito de vehículos una vez construida la sub-base. El constructor la conservará en perfectas condiciones, hasta el momento de colocar la capa siguiente.
- **Construcción de la base:** Para la construcción de la base con material granular, se emplean los mismos equipos mencionados en la construcción de la sub-base. Estos deben estar en una condición tal, que se pueda asegurar continuidad en el trabajo. El espesor de las capas no será mayor a 25 cm medidos antes de la compactación. El material se compactará en humedad óptima hasta obtener como mínimo el 100% de la densidad seca máxima correspondiente al ensayo Proctor modificado como promedio de los ensayos realizados, siempre y cuando ningún valor individual sea inferior al 98%. Si la

humedad es muy alta, el material debe removerse y dejarse secar hasta que adquiera la óptima que permita compactar el material y alcanzar la humedad especificada. En caso contrario, se debe humedecer el material con camión cisterna de agua. La compactación de la base se efectuará desde los bordes hacia el centro, excepto en las curvas donde la compactación avanzará desde la parte inferior del peralte hacia la parte superior. Si durante la compactación se presentan pérdidas de humedad por evaporación, deberá regarse la base para sostener en todo momento la humedad óptima del material.

- **Construcción de la carpeta asfáltica:** La construcción del pavimento asfáltico se inicia con la preparación de la mezcla asfáltica, labor que normalmente se realiza en la planta de mezclas, sitio en el cual existen todos los sistemas adecuados para el control. Normalmente este proceso es responsabilidad del sub-contratista, pero para trabajos importantes, el responsable general de la obra debe supervisar los trabajos en la planta de éste. Las mezclas pueden fabricarse en plantas continuas o discontinuas. Se permite el empleo de plantas con mezclado en el tambor secador, siempre y cuando se pueda garantizar una producción uniforme y que las curvas granulométricas se ajusten a los rangos específicos. Los agregados para la mezcla deben ser secados y calentados a la temperatura especificada antes de llevarlos al mezclador. Inmediatamente después de calentar los agregados se tamizan en 3 o 4 fracciones y se almacena en tolvas separadas. El asfalto sólido se debe calentar a la temperatura especificada en tanques diseñados para evitar sobrecalentamientos. Su suministro a la mezcla debe ser continuo y a temperatura uniforme.
- **Mantenimiento rutinario:** Conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas referidas a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, reparación de juntas de dilatación, pintura y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes.

- **Mantenimiento vial:** Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

Capítulo II : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción del problema

La avenida Alfonso Navarro Cauper, se encuentra ubicada en el distrito de Punchana-Iquitos, Provincia de Maynas, la que cuenta con un flujo vial alto de tránsito de vehículos mayores y menores, para ello es necesario determinar las patologías del pavimento flexible en la Av. Alfonso Navarro Cauper, las mismas que serán muestras de inspección visual, para tomar datos y determinar la influencia del flujo vial en la condición del Pavimento a partir de sus patologías.

Al recorrer la avenida Navarro Cauper, se puede observar las deficiencias en infraestructura que esta posee en sus pistas. Los baches y huecos son un verdadero problema para los transportistas y usuarios de las vías en la ciudad.

Las pistas presentan a lo largo de su recorrido fisuras, baches y otras fallas que ocasionan que los vehículos se desgaten poco a poco, generándoles un gasto adicional de mantenimiento.

Además, se incrementa el riesgo de accidentes, puesto que, al tratar los conductores de esquivar los baches presentes, el ancho del carril disminuye, generándose el riesgo de colisión entre ellos.

2.2 Formulación del problema

2.2.1 Problema general

¿En qué medida el flujo vial influye en el deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022?

2.2.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera influye el flujo vial en las capas de rodadura del pavimento flexible, aplicando el método PCI en la Av. Alfonso Navarro Cauper?
- ¿Cómo influirá el método de PCI para poder determinar y evaluar las patologías presentes en la capa del pavimento flexible, permitiendo conocer el estado actual de la Av. Alfonso Navarro Cauper?

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Determinar la influencia del flujo vial y deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022

2.3.2 Objetivo específicos

Evaluar el nivel de las patologías del concreto asfáltico e incidencias de las patologías de Av. Alfonso Navarro Cauper en el distrito de Punchana, provincia de Maynas.

Evaluar la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de rodadura del distrito de Punchana, provincia de Maynas

2.4 Hipótesis

H₁: El flujo vial influye directamente en el deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022.

H₀: El flujo vial no influye directamente en el deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022.

2.5 Variables

2.5.1 Identificación de Variables

- El flujo vial de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022 (Variable Independiente)
- Deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022 (Variable Dependiente)

2.5.2 Definición conceptual y operacional de las variables

2.5.2.1 Definición Conceptual

Variable Independiente:

Definición Conceptual. Para el presente proyecto de investigación es necesario definir FLUJO VIAL o FLUJO DE TRÁNSITO, de acuerdo al MTC “FLUJO DE TRÁNSITO: “Es el Movimiento de vehículos que se desplazan por una sección dada de una vía, en un tiempo determinado” (MTC, Red Vial, 2006)

Variable Dependiente:

Definición Conceptual. La mejor forma de identificar las fallas del pavimento y determinar porqué se han producido, es mediante la conducción de un estudio de reconocimiento deseablemente una vez al año (KENNETH LEON, 2017)

2.5.2.2 Definición Operacional

Variable Independiente:

Definición Operacional. El flujo de tránsito en la vía principal la cual consta del tráfico de vehículos mayores y menores.

Variable Dependiente:

Definición Operacional. El deterioro del pavimento es el estado luego de la evaluación por el método de PCI para observación de sus patologías

2.5.3 Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN
Variable Independiente El flujo vial de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022	Definición Conceptual. Para el presente proyecto de investigación es necesario definir FLUJO VIAL o FLUJO DE TRÁNSITO, de acuerdo al MTC “FLUJO DE TRÁNSITO: “Es el Movimiento de vehículos que se desplazan por una sección dada de una vía, en un tiempo determinado” (MTC, Red Vial, 2006)	El flujo de tránsito en la vía principal la cual consta del trafico de vehículos mayores y menores.	Urbano	Movimiento particular	Método: Correlacional
			Vehicular	Movilidad Pesada Movilidad Mayor Movilidad menor Movilidad comercial	Método: Cuantitativo
Variable dependiente deterioro del pavimento	La mejor forma de identificar las fallas del pavimento y	El deterioro del pavimento será analizado por el método de PCI	Físicas	Abultamiento y Hundimiento Depresión Baches	Método: Método Científico

flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022	determinar porqué se han producido, es mediante la conducción de un estudio de reconocimiento deseablemente una vez al año (Kenneth León, 2017)	para observación de sus patologías		Entre Otros	
			Mecánicas	Piel de Cocodrilo Fisura de Bloque Fisura de Borde Entre Otros	Enfoque: Mixto
			Método PCI	Rango PCI	Nivel de investigación: Correlacional

Capítulo III : METODOLOGÍA

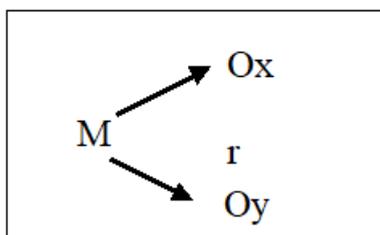
3.1 Tipo y Diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación pertenece a un diseño relacional porque se está buscando hallar la relación entre variables. (BORJA, 2014)

3.1.2 Diseño de investigación

El diagrama del diseño es el siguiente:



Donde:

M = Muestra en estudio

Ox, Oy.....= Observación cada variable

r.....= Relación entre las variables observadas (Díaz Cerrón & Huayhua Achircana, 2014)

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población.

Para la presente investigación la población está conformada por todos los daños y deterioros del pavimento de la vía.

3.2.2 Muestra

La muestra está referida sólo a los deterioros o daños tipificados según el procedimiento PCI.

3.3 Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos

3.3.1 Técnicas de Recolección de datos

La técnica que se empleada en la recolección de datos es la observación.

3.3.2 Instrumentos de recolección de datos

El instrumento aplicado a la técnica de la observación es la Encuesta.

3.3.3 Procedimientos de Recolección de datos

El primer procedimiento realizado es el cálculo del flujo vial en los puntos o zonas, tanto inicial como final, tanto en el sentido desde la Av. 28 de julio hacia la Av. Putumayo, con lo que arroja un IMD genérico.

Luego se hace la toma datos del flujo vial en el sentido desde la Av. Putumayo hacia la Av. 28 de julio, resultando otro IMD.

Para la evaluación del deterioro se aplicó el método PCI, también en los mismos sentidos del flujo vial, lo cual arroja un PCI, con la calificación correspondiente del pavimento.

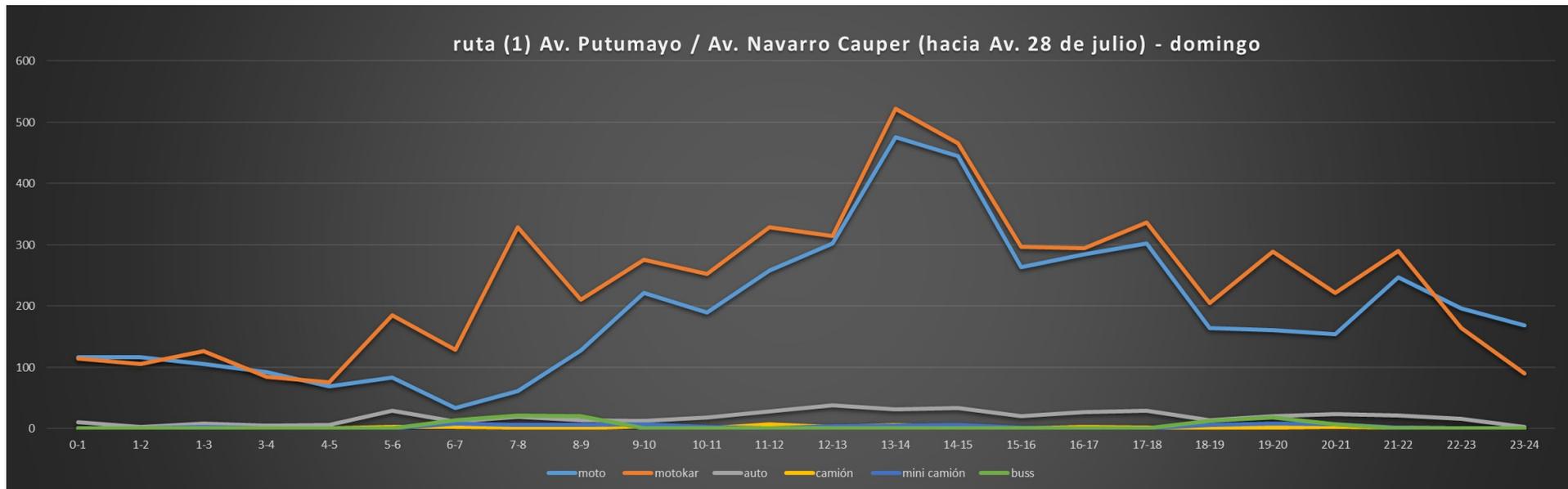
3.4 Procesamiento y análisis de datos.

La información fue procesada en forma computarizada utilizando una hoja Excel, para determinar la funcionalidad, se procesa en una tabla los valores obtenidos del diseño inicial de la carretera en el tramo, luego se aplica el rediseño con el trazo corregido acorde con la norma de carreteras

Capítulo IV RESULTADOS

4.1.1 ruta (1) Av. Navarro Cauper / Av. Putumayo (hacia Av. 28 de julio) - domingo

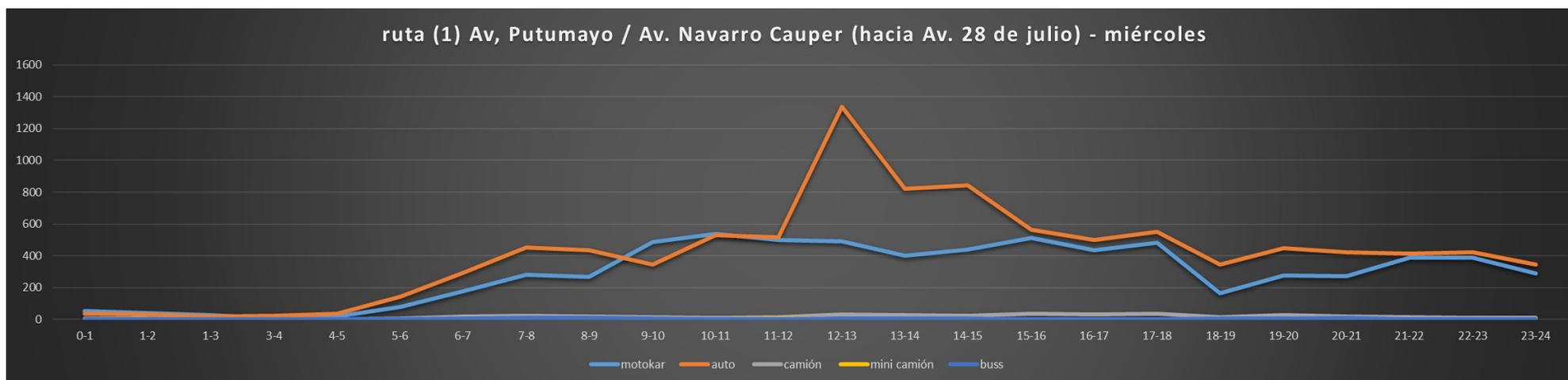
ruta (1) Av. Putumayo / Av. Navarro Cauper (hacia Av. 28 de julio) - domingo																								
Tipo Vehículo	0-1	1-2	1-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
moto	117	117	106	92	69	83	34	61	128	222	190	258	302	476	445	264	285	302	164	161	154	247	196	169
motokar	114	105	127	84	76	185	129	329	210	276	252	329	314	522	466	297	295	336	205	289	222	290	164	90
auto	10	3	8	5	6	29	12	19	14	13	18	28	38	32	34	20	27	29	14	20	24	21	16	3
camión	0	0	0	0	1	3	3	2	1	4	1	7	3	6	3	0	3	2	2	2	3	2	0	1
mini camión	0	1	3	0	1	0	8	6	6	7	3	1	4	5	6	2	0	0	6	8	7	2	1	0
buss	0	0	0	0	0	0	14	21	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	18	7	0	0	0



4.1.2 ruta (1) Av. Navarro Cauper / Av. Putumayo (hacia Av. 28 de julio) - miércoles

ruta (1) Av, Putumayo / Av. Navarro Cauper (hacia Av. 28 de julio) - miércoles

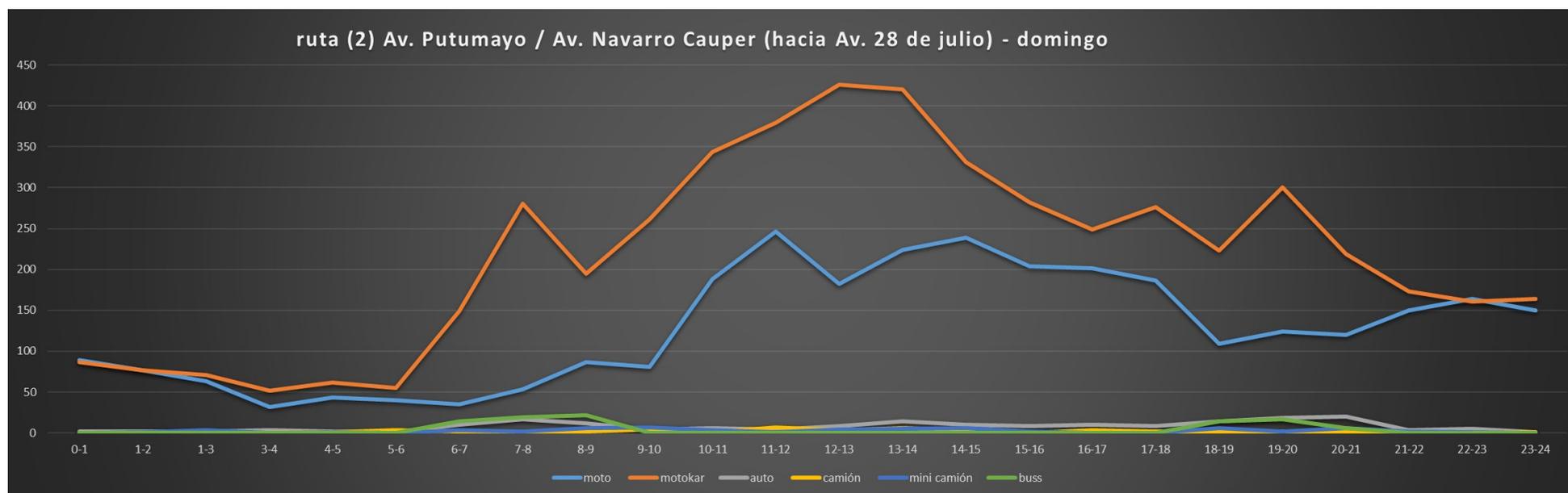
Tipo Vehículo \ Hora	0-1	1-2	1-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
moto	53	42	27	8	21	78	179	280	268	488	539	501	491	402	439	513	435	482	166	276	271	389	387	291
motokar	38	32	17	24	36	142	294	451	435	347	528	518	1336	820	841	563	499	551	344	448	424	413	424	344
auto	8	5	0	2	3	7	18	25	17	14	11	15	30	27	23	36	31	34	16	26	19	16	10	12
camión	0	0	0	0	1	3	2	2	6	4	1	7	3	6	3	0	3	2	2	2	5	2	0	1
mini camión	0	1	3	0	1	0	7	10	12	7	3	1	4	5	6	2	0	0	7	8	11	2	1	0
buss	0	0	0	0	0	0	35	36	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	36	36	0	0	0



4.1.3 ruta (2) Av. Navarro Cauper / Av. Putumayo (hacia Av. Putumayo) - domingo

ruta (2) Av. Navarro Cauper / Av. Putumayo (hacia Av. Putumayo) - domingo

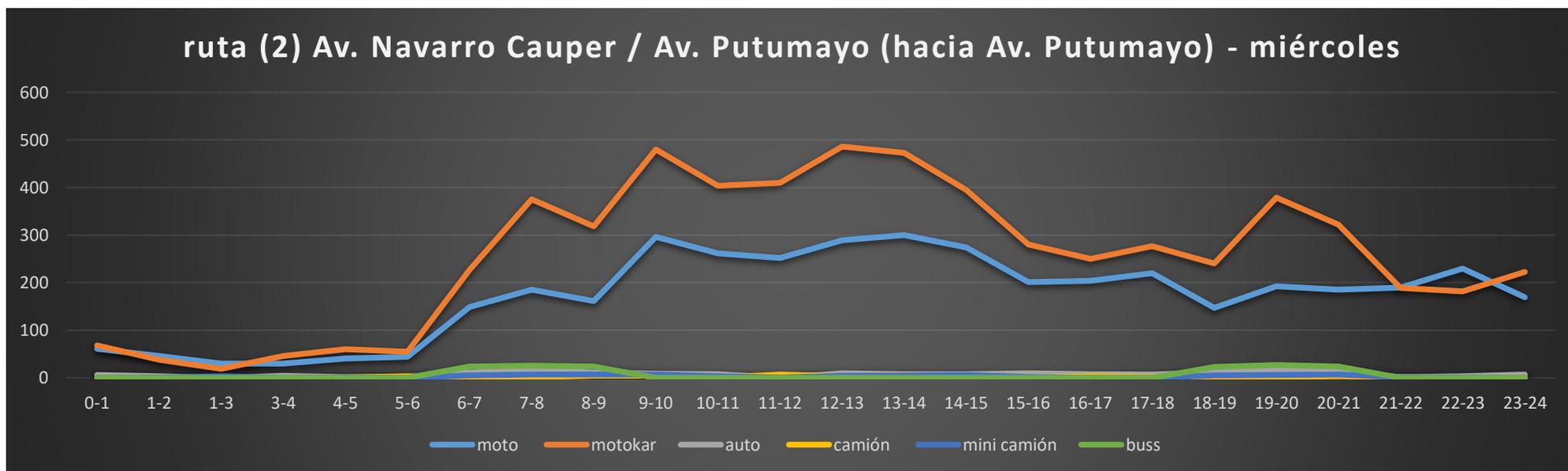
Tipo Vehículo	0-1	1-2	1-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
moto	89	77	63	32	43	40	35	53	87	81	188	246	182	224	239	204	201	186	109	124	120	150	164	150
motokar	87	77	71	52	62	55	149	280	195	261	344	379	426	420	331	282	249	276	223	300	219	173	161	164
auto	2	2	2	3	2	1	10	17	12	4	6	4	8	14	10	8	10	8	14	18	20	3	5	1
camión	0	0	0	0	1	3	2	2	2	4	1	7	3	6	3	0	3	2	2	2	2	2	0	1
mini camión	0	1	3	0	1	0	3	2	6	7	3	1	4	5	6	2	0	0	6	2	6	2	1	0
buss	0	0	0	0	0	0	14	19	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	17	6	0	0	0



4.1.4 ruta (2) Av. Navarro Cauper / Av. Putumayo (hacia Av. Putumayo) - miércoles

ruta (2) Av. Navarro Cauper / Av. Putumayo (hacia Av. Putumayo) - miércoles

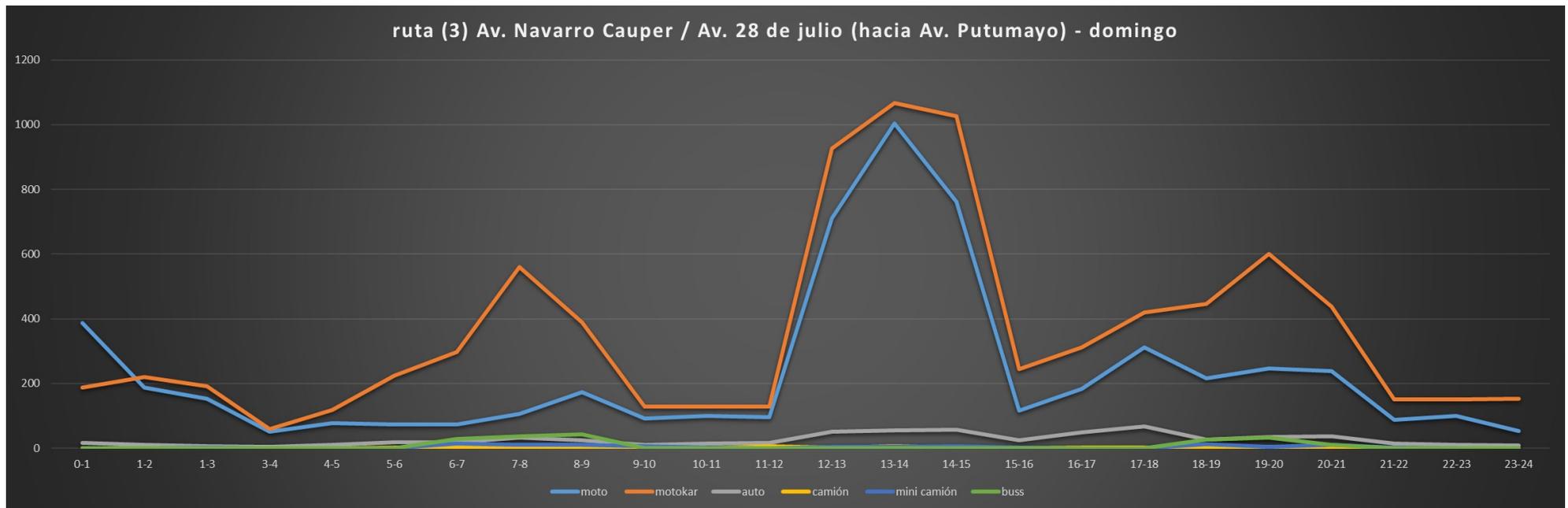
Tipo Vehículo	Horari	0-1	1-2	1-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
moto		61	46	30	30	41	44	149	185	161	296	262	252	289	300	274	201	204	220	147	192	185	190	230	169
motokar		68	38	19	46	60	55	227	375	318	480	404	410	486	473	395	280	250	277	240	379	322	189	182	223
auto		6	3	0	4	2	2	11	17	11	9	8	0	10	8	8	10	8	7	11	17	12	2	3	7
camión		0	0	0	0	1	3	2	2	4	4	1	7	3	6	3	0	3	2	2	2	3	2	0	1
mini camión		0	1	3	0	1	0	5	7	7	7	3	1	4	5	6	2	0	0	5	6	7	2	1	0
buss		0	0	0	0	0	0	24	26	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	27	24	0	0	0



4.1.5 ruta (3) Av. Navarro Cauper / Av. 28 de julio (hacia Av. Putumayo) - domingo

ruta (3) Av. Navarro Cauper / Av. 28 de julio (hacia Av. Putumayo) - domingo

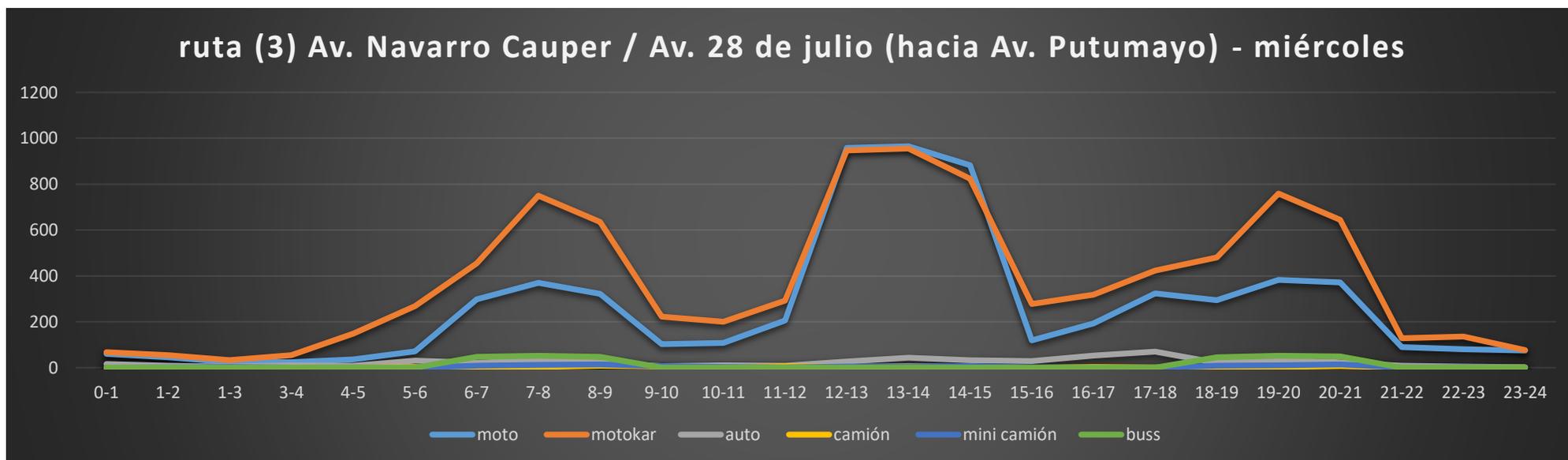
Tipo Vehículo	0-1	1-2	1-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
moto	388	188	154	52	78	74	74	106	173	92	100	97	711	1003	762	116	184	312	217	247	239	87	100	53
motokar	188	220	192	60	119	225	298	561	390	129	128	129	927	1066	1026	245	312	420	447	600	437	152	150	154
auto	17	10	7	5	10	19	19	33	24	11	14	16	52	55	57	25	49	68	27	36	38	14	11	8
camión	0	0	0	0	1	3	4	2	3	4	1	7	3	6	3	0	3	2	1	5	0	2	0	1
mini camión	0	1	3	0	1	0	14	10	11	7	3	1	4	5	6	2	0	0	12	4	11	2	1	0
buss	0	0	0	0	0	0	28	37	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	33	11	0	0	0



4.1.6 ruta (3) Av. Navarro Cauper / Av. 28 de julio (hacia Av. Putumayo) - miércoles

ruta (3) Av. Navarro Cauper / Av. 28 de julio (hacia Av. Putumayo) - miércoles

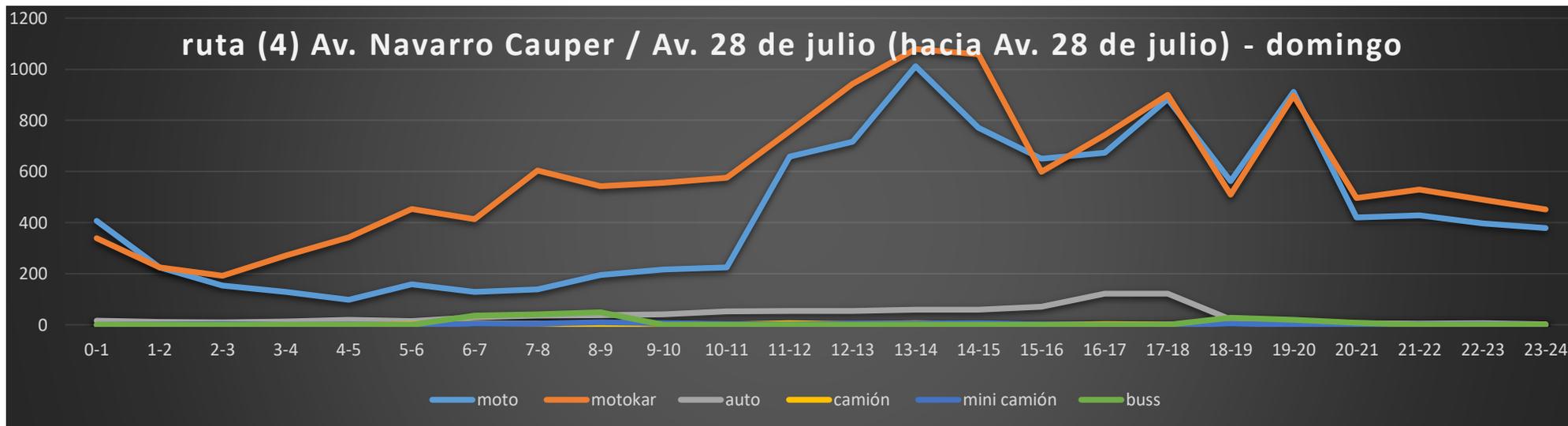
Horario	0-1	1-2	1-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
moto	61	46	24	24	36	72	297	369	321	103	108	205	958	965	882	119	192	323	294	382	371	90	80	75
motokar	68	55	33	55	149	268	454	750	635	223	200	293	947	955	823	277	318	423	480	758	644	129	135	77
auto	15	8	5	10	8	30	21	33	23	6	10	8	27	43	33	29	53	70	21	32	24	8	5	2
camión	0	0	0	0	1	3	3	3	8	4	1	7	3	6	3	0	3	2	2	3	6	2	0	1
mini camión	0	1	3	0	1	0	9	13	14	7	3	1	4	5	6	2	0	0	8	11	14	2	1	0
buss	0	0	0	0	0	0	48	52	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	52	49	0	0	0



4.1.7 ruta (4) Av. Navarro Cauper / Av. 28 de julio (hacia Av. 28 de julio) - domingo

ruta (4) Av. Navarro Cauper / Av. 28 de julio (hacia Av. 28 de julio) - domingo

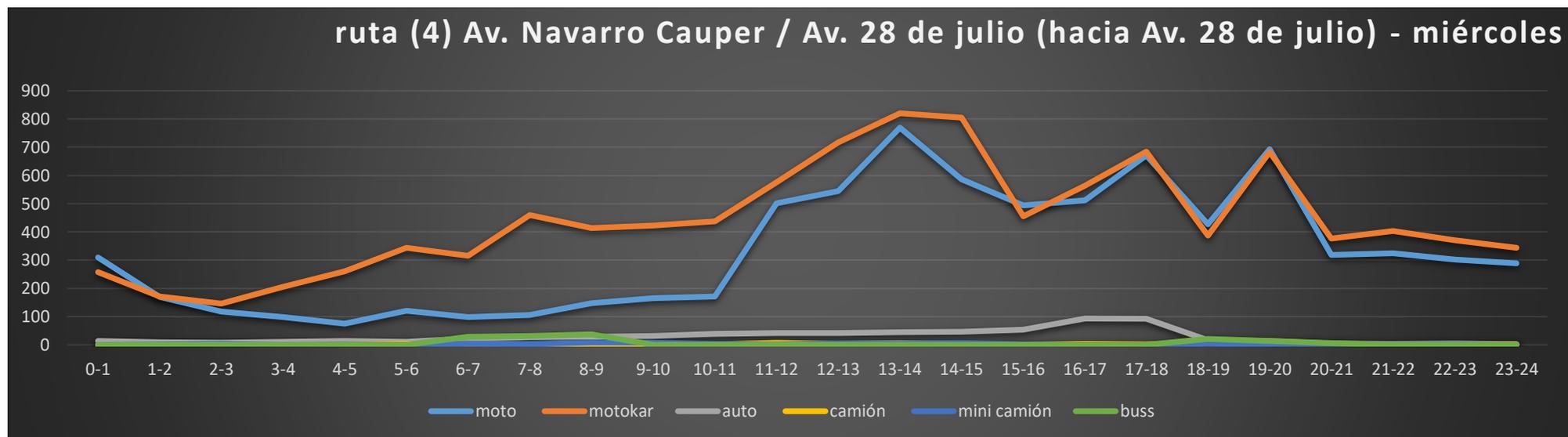
tipo Vehículo	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
moto	407	224	154	129	98	158	129	138	195	217	225	659	716	1012	771	650	674	883	562	912	420	428	397	378
motokar	339	225	192	271	342	453	414	604	543	556	576	757	943	1079	1059	598	743	900	509	897	496	530	489	451
auto	17	11	10	13	19	14	30	36	38	41	52	54	55	59	60	70	122	122	21	17	7	4	6	2
camión	0	0	0	0	1	3	6	4	2	4	1	7	3	6	3	0	3	2	8	5	1	2	0	1
mini camión	0	1	3	0	1	0	5	5	10	7	3	1	4	5	6	2	0	0	5	2	2	2	1	0
buss	0	0	0	0	0	0	36	41	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	19	8	0	0	0



4.1.8 ruta (4) Av. Navarro Cauper / Av. 28 de julio (hacia Av. 28 de julio) - miércoles

ruta (4) Av. Navarro Cauper / Av. 28 de julio (hacia Av. 28 de julio) - miércoles

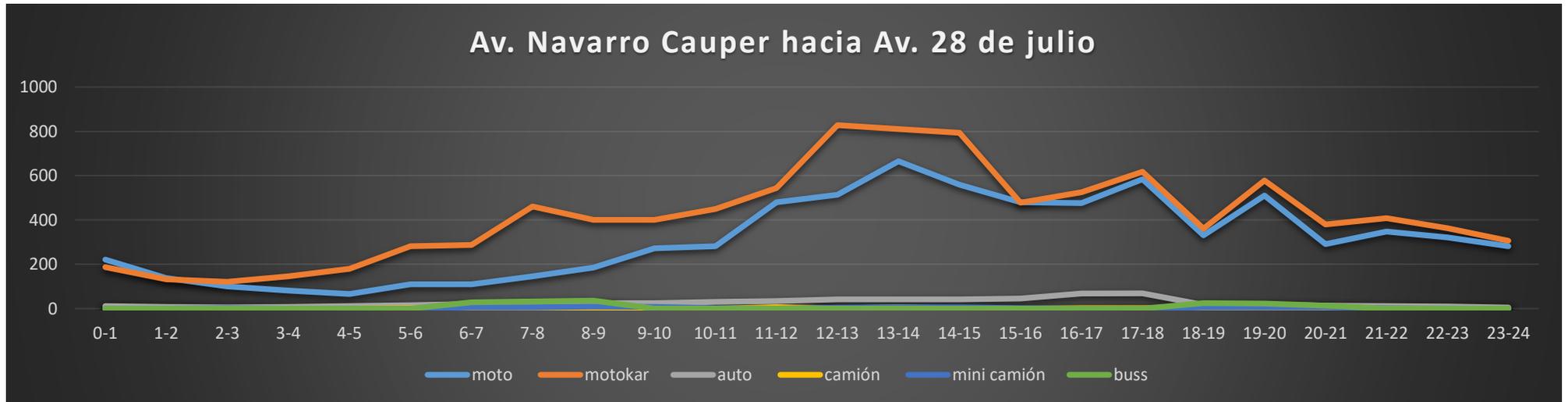
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
moto	309	170	117	98	75	120	98	105	148	165	171	501	544	769	586	494	512	671	427	693	319	325	302	288
motokar	258	171	146	206	260	344	315	459	413	422	438	575	717	820	805	455	564	684	387	682	377	403	371	343
auto	13	9	8	10	14	11	23	27	29	31	39	41	42	44	46	53	93	92	16	13	5	3	5	2
camión	0	0	0	0	1	3	5	3	1	4	1	7	3	6	3	0	3	2	6	4	1	2	0	1
mini camión	0	1	3	0	1	0	4	3	8	7	3	1	4	5	6	2	0	0	4	1	1	2	1	0
buss	0	0	0	0	0	0	28	31	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	14	6	0	0	0



4.1.9 Av. Navarro Cauper hacia Av. 28 de Julio

Av. Navarro Cauper hacia Av. 28 de julio

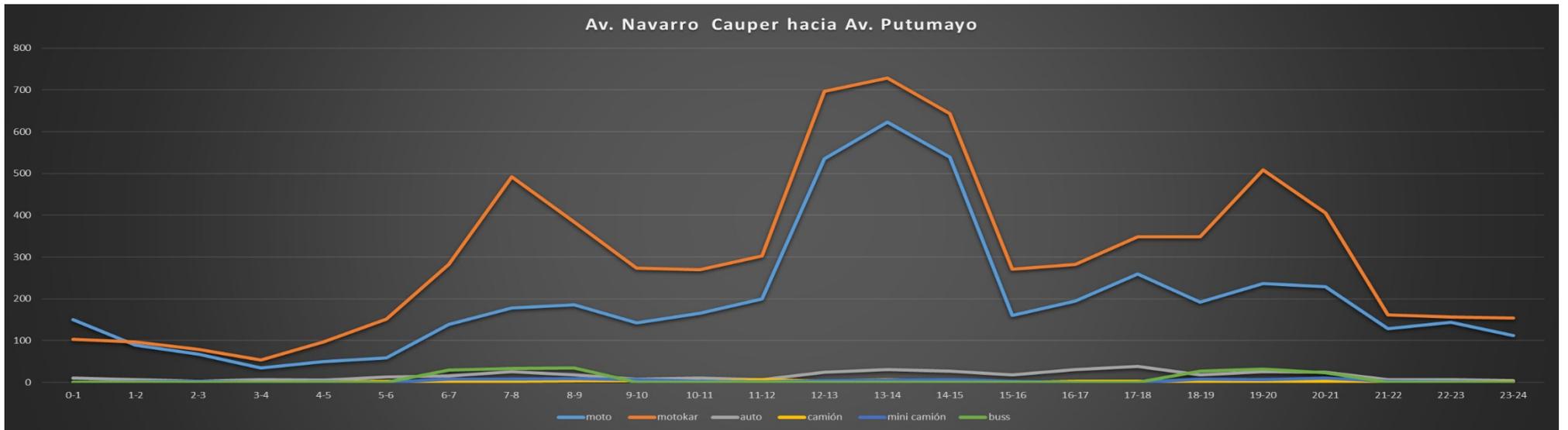
Tipo Vehículo \ Horario	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
moto	222	138	101	82	66	110	110	146	185	273	281	480	513	665	560	480	477	585	330	511	291	347	321	282	
motokar	187	133	121	146	179	281	288	461	400	400	449	545	828	810	793	478	525	618	361	579	380	409	362	307	
auto	12	7	7	8	11	15	21	27	25	25	30	35	41	41	41	45	68	69	17	19	14	11	9	5	
camión	0	0	0	0	1	3	4	3	3	4	1	7	3	6	3	0	3	2	5	3	3	2	0	1	
mini camión	0	1	3	0	1	0	6	6	9	7	3	1	4	5	6	2	0	0	6	5	5	2	1	0	
buss	0	0	0	0	0	0	28	32	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	22	14	0	0	0	
Total	421	279	232	236	258	409	457	675	658	709	764	1068	1389	1527	1403	1005	1073	1274	743	1139	707	771	693	595	18485
PROMEDIO POR HORA																								770	



4.1.10 Av. Navarro Cauper hacia Av. Putumayo

Av. Navarro Cauper hacia Av. Putumayo

Tipo Vehículo \ Horario	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
moto	150	89	68	35	50	58	139	178	186	143	165	200	535	623	539	160	195	260	192	236	229	129	144	112	
motokar	103	98	79	53	98	151	282	492	385	273	269	303	697	729	644	271	282	349	348	509	406	161	157	155	
auto	10	6	4	6	6	13	15	25	18	8	10	7	24	30	27	18	30	38	18	26	24	7	6	5	
camión	0	0	0	0	1	3	3	2	4	4	1	7	3	6	3	0	3	2	2	3	3	2	0	1	
mini camión	0	1	3	0	1	0	8	8	10	7	3	1	4	5	6	2	0	0	8	6	10	2	1	0	
buss	0	0	0	0	0	0	29	34	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	32	23	0	0	0	
Total	263	194	154	94	156	225	476	739	637	435	448	518	1263	1393	1219	451	510	649	596	812	695	301	308	273	12809
PROMEDIO POR HORA																								534	



4.1.11 Datos para PCI - Sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde Putumayo a 28 de julio

TESIS: El flujo vial y el deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022

Autores:

GARCÍA CHÁVEZ LUIS ROMARIO

RÍOS RAMÍREZ ANGELLO RODRIGO

Cálculo del Índice de Condición del Pavimento: PCI

Progresiva inicial	0+00,00	
Progresiva final	1+120,00	
Longitud de la vía en estudio	1 120,00	m
Ancho de la calzada	7,50	m
Área total de estudio	8 400,00	m²
Área de la unidad de muestreo	300,00	m²
Longitud de Unidad de Muestreo	40,00m	
Número de Unidades de Muestreo: N	28	und

4.1.12 Datos para PCI - Sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde 28 de julio a Putumayo

TESIS: El flujo vial y el deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022

Autores:

GARCÍA CHÁVEZ LUIS ROMARIO

RÍOS RAMÍREZ ANGELLO RODRIGO

Cálculo del Índice de Condición del Pavimento: PCI

Progresiva inicial	0+00,00		
Progresiva final	1+120,00		
Longitud de la vía en estudio		1 120,00	m
Ancho de la calzada	7,50		m
Área total de estudio	8 400,00		m²
Área de la unidad de muestreo	300,00		m²
Longitud de Unidad de Muestreo	40,00m		
Número de Unidades de Muestreo: N	28		und

4.1.13 Sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde Putumayo a 28 de julio

Resumen del Índice de Condición del Pavimento: PCI

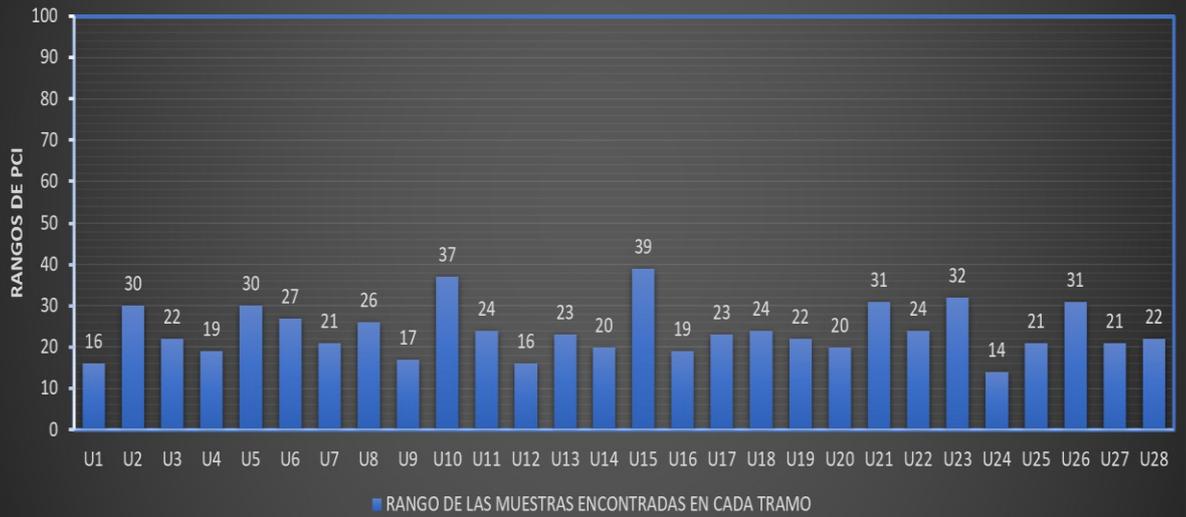
Tramo total **0+00,00 - 1+120,00**
 Longitud de Unidad de Muestreo 40 m
 Área de la unidad de muestreo 300 m²

UNIDAD DE MUESTREO	ÁREA m ²	PROGRESIVA		PCI	CLASIFICACIÓN
		INICIAL	FINAL		
1	300	0+00,00	0+040,00	16	Muy malo
2	300	0+040,00	0+080,00	30	Malo
3	300	0+080,00	0+120,00	22	Muy malo
4	300	0+120,00	0+160,00	19	Muy malo
5	300	0+160,00	0+200,00	30	Malo
6	300	0+200,00	0+240,00	27	Malo
7	300	0+240,00	0+280,00	21	Muy malo
8	300	0+280,00	0+320,00	26	Malo
9	300	0+320,00	0+360,00	17	Muy malo
10	300	0+360,00	0+400,00	37	Malo
11	300	0+400,00	0+440,00	24	Muy malo
12	300	0+440,00	0+480,00	16	Muy malo
13	300	0+480,00	0+520,00	23	Muy malo
14	300	0+520,00	0+560,00	20	Muy malo
15	300	0+560,00	0+600,00	39	Malo
16	300	0+600,00	0+640,00	19	Muy malo
17	300	0+640,00	0+680,00	23	Muy malo
18	300	0+680,00	0+720,00	24	Muy malo
19	300	0+720,00	0+760,00	22	Muy malo
20	300	0+760,00	0+800,00	20	Muy malo
21	300	0+800,00	0+840,00	31	Malo
22	300	0+840,00	0+880,00	24	Muy malo
23	300	0+880,00	0+920,00	32	Malo
24	300	0+920,00	0+960,00	14	Muy malo
25	300	0+960,00	1+000,00	21	Muy malo
26	300	1+000,00	1+040,00	31	Malo
27	300	1+040,00	1+080,00	21	Muy malo
28	300	1+080,00	1+120,00	22	Muy malo

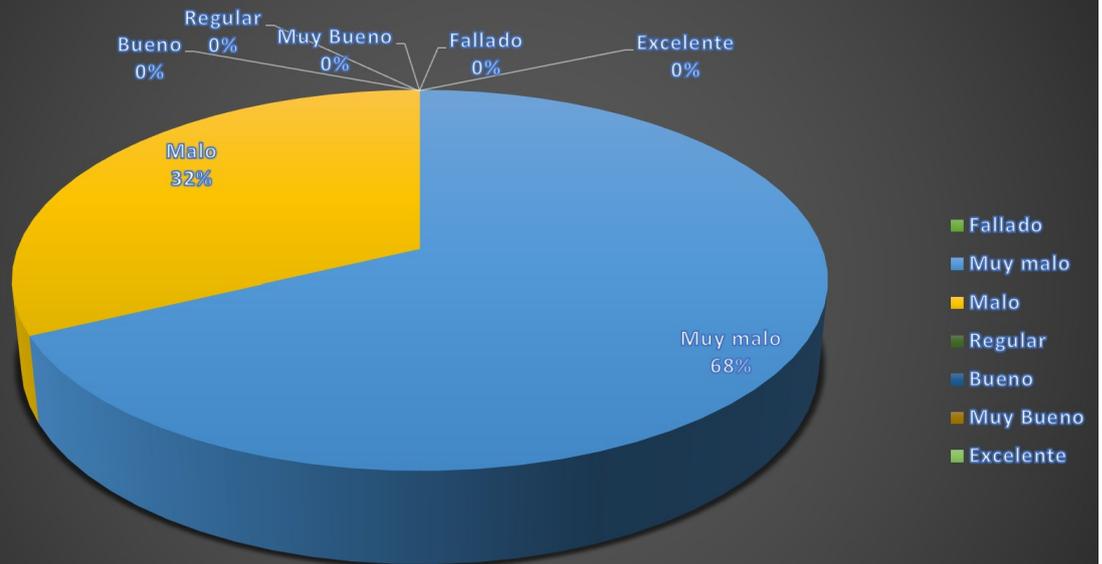
24 Muy malo

En todo el tramo evaluado, se tiene un PCI equivalente a 24, clasificado como Muy malo

PCI – AV. NAVARRO CAUPER DESDE AV. PUTUMAYO A AV. 28 DE JULIO



RESUMEN PORCENTUAL - AV. NAVARRO CAUPER DESDE AV. PUTUMAYO HACIA A AV. 28 DE JULIO



4.1.14 Sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde 28 de julio a Putumayo

Resumen del Índice de Condición del Pavimento: PCI

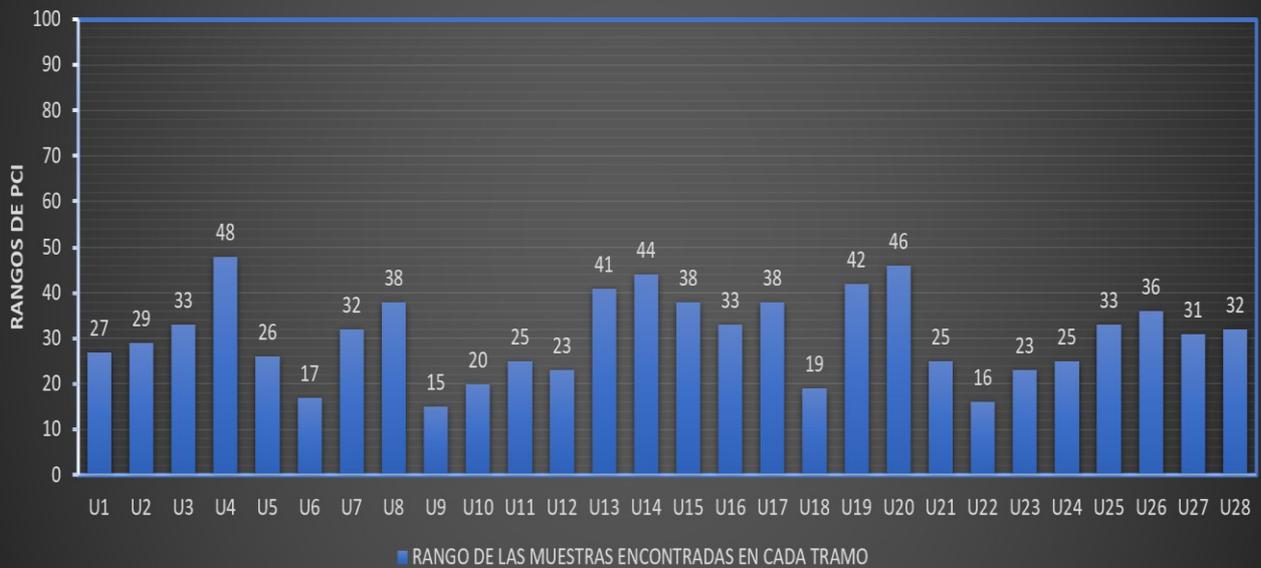
Tramo total **0+00,00 - 1+120,00**
 Longitud de Unidad de Muestreo 40 m
 Área de la unidad de muestreo 300 m²

UNIDAD DE MUESTREO	ÁREA m ²	PROGRESIVA		PCI	CLASIFICACIÓN
		INICIAL	FINAL		
1	300	0+00,00	- 0+040,00	27	Malo
2	300	0+040,00	- 0+080,00	29	Malo
3	300	0+080,00	- 0+120,00	33	Malo
4	300	0+120,00	- 0+160,00	48	Regular
5	300	0+160,00	- 0+200,00	26	Malo
6	300	0+200,00	- 0+240,00	17	Muy malo
7	300	0+240,00	- 0+280,00	32	Malo
8	300	0+280,00	- 0+320,00	38	Malo
9	300	0+320,00	- 0+360,00	15	Muy malo
10	300	0+360,00	- 0+400,00	20	Muy malo
11	300	0+400,00	- 0+440,00	25	Malo
12	300	0+440,00	- 0+480,00	23	Muy malo
13	300	0+480,00	- 0+520,00	41	Regular
14	300	0+520,00	- 0+560,00	44	Regular
15	300	0+560,00	- 0+600,00	38	Malo
16	300	0+600,00	- 0+640,00	33	Malo
17	300	0+640,00	- 0+680,00	38	Malo
18	300	0+680,00	- 0+720,00	19	Muy malo
19	300	0+720,00	- 0+760,00	42	Regular
20	300	0+760,00	- 0+800,00	46	Regular
21	300	0+800,00	- 0+840,00	25	Malo
22	300	0+840,00	- 0+880,00	16	Muy malo
23	300	0+880,00	- 0+920,00	23	Muy malo
24	300	0+920,00	- 0+960,00	25	Malo
25	300	0+960,00	- 1+000,00	33	Malo
26	300	1+000,00	- 1+040,00	36	Malo
27	300	1+040,00	- 1+080,00	31	Malo
28	300	1+080,00	- 1+120,00	32	Malo

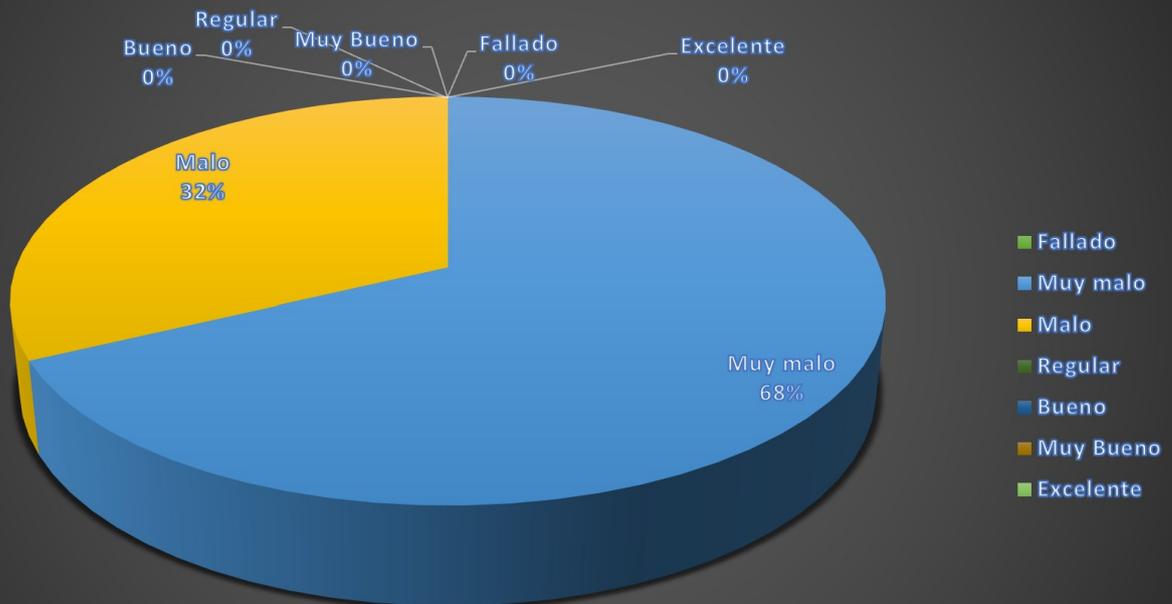
31 Malo

En todo el tramo evaluado, se tiene un PCI equivalente a 31, clasificado como Malo

PCI – AV. NAVARRO CAUPER DESDE AV 28 DE JULIO A AV. PUTUMAYO



RESUMEN PORCENTUAL - AV. NAVARRO CAUPER DESDE AV. PUTUMAYO HACIA A AV. 28 DE JULIO



4.1.15. Comprobación de la hipótesis

Para comprobar la hipótesis:

Una hipótesis estadística es una asunción relativa a una o varias poblaciones, que puede ser cierta o no. Las hipótesis estadísticas se pueden contrastar con la información extraída de las muestras y tanto si se aceptan como si se rechazan se puede cometer un error.

La hipótesis formulada con intención de rechazarla se llama hipótesis nula y se representa por H_0 . Rechazar H_0 implica aceptar una hipótesis alternativa (H_1).

Como en el presente estudio, se tiene la variable flujo vehicular que puede aumentar o disminuir la misma que se compara con la variable PCI.

Analizando el sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde Putumayo a 28 de julio se tiene un flujo vehicular de 770 veh/día y un PCI de 31

En el sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde 28 de julio a Putumayo, se tiene un flujo vehicular de 533 veh/ día y un PCI de 24.

Aquí se nota que si el flujo vehicular disminuye de 770 a 533 el PCI también disminuye de 31 a 24.

Capítulo V : DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Discusión

(CHAVEZ, 2015) **En su tesis titulada: “Las Fallas en el Pavimento Flexible de la Avenida Vía de Evitamiento Sur, Cajamarca”**, con el fin de obtener el título profesional de Ingeniero Civil, la Universidad Privada del Norte. Teniendo como objetivo general evaluar las fallas en el pavimento flexible de la avenida vía de evitamiento sur, Cajamarca. La metodología utilizada en la vía que contiene una distancia de 2394 metros lineales para cada carril, obteniendo 9576 metros a lo largo de los 4 vías examinados, por lo cual se tuvo que dividir por zonas de análisis para poder distinguir las diferentes fallas se encuentran en el pavimento, además de determinar qué proporción de falla con tiene el área total del tramo y de las zonas de estudio. Los resultados fueron divididos por grupos: Determinación del área dañada, la cantidad de fallas y la severidad por tipo por cada tramo, cada uno con cuadros estadísticos. Por lo que concluyó que el deterioro de las vías de la Avenida Vía de evitamiento sur se encuentra en un estado de severidad baja lo que quiere decir que presenta un pavimento en buen estado, obteniendo que el más frecuente parche (PCH), con una incidencia de 278.74 m².

5.2 Conclusiones

5.2.1 En el sentido hacia la avenida 28 de julio

El área del daño identificado como PIEL DE COCODRILO es de 390,1 m², representa el 4,64% del área total y está repartido en 26 unidades.

El área del daño identificado como EXUDACIÓN es de 100,5 m², representa el 1,2% del área total y está repartido en 9 unidades.

El área del daño identificado como AGRIETAMIENTO EN BLOQUE es de 149,3 m², representa el 1,78% del área total y está repartido en 14 unidades.

El área del daño identificado como ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS es de 111,3 m², representa el 1,33% del área total y está repartido en 12 unidades.

El área del daño identificado como CORRUGACIÓN es de 175,8 m², representa el 2,09% del área total y está repartido en 19 unidades.

El área del daño identificado como DEPRESIÓN es de 37,5 m², representa el 0,45% del área total y está repartido en 7 unidades.

El área del daño identificado como GRIETA DE BORDE es de 80,6 m², representa el 0,96% del área total y está repartido en 15 unidades.

El área del daño identificado como GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA es de 30,8 m², representa el 0,37% del área total y está repartido en 4 unidades.

El área del daño identificado como DESNIVEL CARRIL / BERMA es de 52,4 m², representa el 0,62% del área total y está repartido en 6 unidades.

El área del daño identificado como GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES. es de 26,6 m², representa el 0,32% del área total y está repartido en 7 unidades.

El área del daño identificado como PARCHEO es de 56,5 m², representa el 0,67% del área total y está repartido en 11 unidades.

El área del daño identificado como HUECOS es de 18,5 m², representa el 0,22% del área total y está repartido en 4 unidades.

El IMD de esta ruta es de 18476 vehículos diarios, con 770 vehículos por hora

En todo el tramo evaluado, se tiene un PCI equivalente a 24, clasificado como Muy malo

5.2.2 En el sentido hacia la avenida putumayo

El área del daño identificado como PIEL DE COCODRILO es de 221,8 m², representa el 2,64% del área total y está repartido en 14 unidades.

El área del daño identificado como EXUDACIÓN es de 192,8 m², representa el 2,3% del área total y está repartido en 13 unidades.

El área del daño identificado como AGRIETAMIENTO EN BLOQUE es de 233 m², representa el 2,77% del área total y está repartido en 11 unidades.

El área del daño identificado como ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS es de 345,5 m², representa el 4,11% del área total y está repartido en 15 unidades.

El área del daño identificado como CORRUGACIÓN es de 275,2 m², representa el 3,28% del área total y está repartido en 15 unidades.

El área del daño identificado como DEPRESIÓN es de 240,4 m², representa el 2,86% del área total y está repartido en 14 unidades.

El área del daño identificado como GRIETA DE BORDE es de 127,4 m², representa el 1,52% del área total y está repartido en 9 unidades.

El área del daño identificado como GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA es de 103,9 m², representa el 1,24% del área total y está repartido en 9 unidades.

El área del daño identificado como DESNIVEL CARRIL / BERMA es de 71,8 m², representa el 0,85% del área total y está repartido en 6 unidades.

El área del daño identificado como GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES. es de 73,3 m², representa el 0,87% del área total y está repartido en 6 unidades.

El área del daño identificado como PARCHEO es de 64,5 m², representa el 0,77% del área total y está repartido en 9 unidades.

El área del daño identificado como HUECOS es de 80,6 m², representa el 0,96% del área total y está repartido en 12 unidades.

El área del daño identificado como AHUELLAMIENTO es de 15,7 m², representa el 0,19% del área total y está repartido en 2 unidades.

El área del daño identificado como HINCHAMIENTO es de 59,5 m², representa el 0,71% del área total y está repartido en 7 unidades.

El área del daño identificado como DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS es de 99,8 m², representa el 1,19% del área total y está repartido en 12 unidades.

El IMD de esta ruta es de 12792 vehículos diarios, con 533 vehículos por hora

En todo el tramo evaluado, se tiene un PCI equivalente a 31, clasificado como Malo

Comparando resultados, se puede afirmar que donde hay más flujo vial, se incrementa el deterioro considerablemente

5.3. Recomendaciones

Se recomienda realizar un recapeo a la superficie de rodadura de la avenida Navarro Cauper, desde Av. Putumayo hacia la Av. 28 de julio y viceversa.

Mejorar la señalización de tránsito en la zona, debido a que se observa los semáforos no funcionan correctamente.

Implementar paraderos formalizados con la infraestructura reglamentaria.

El gobierno local debe tomar acciones para mantener ordenada y limpia la avenida Navarro Cauper.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arones, M., & Canchaya, P. (2019). Evaluación de Pavimento Flexible de la avenida la Marina entre Avenidas 28 de julio y los Rosales en Punchana 2018. Iquitos, Perú: Tesis Universidad Científica del Perú.
- Bañón Blazquez, L., & Breviá García, J. F. (2000). Manual de Carreteras. Alicante, España: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
- BORJA, S. M. (9 de MAYO de 2014). METODOLOGIA DE INVESTIGACION PARA INGENIERIA CIVIL. Obtenido de GOOGLE: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>
- CARDENAS CAPCHA, J. I. (2017). Influencia del tráfico vehicular con respecto a las deflexiones de los pavimentos flexibles en zona urbana de la ciudad de Huancayo. Universidad Ricardo Palma, Junin.
- CHAVEZ, C. (2015). Fallas en el pavimento Flexible de la via de evitamiento sur. Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- HUAMAN, J. (2011). La deformacion permanente de las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos Perú. Universidad Ricardo Palma, Lima.
- KENNETH LEON, A. (2017). Deformacion en Pavimentos.
- L., V. (2002). Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.
- MARRUGO MARTINEZ, C. E. (2014). Evaluación de la metodología vizir como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles. Universidad Militar Nueva Granada, Bogota.
- Ministero de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018. Lima, Perú: Editora Perú.
- MIRANDA REBOLLEDO, R. J. (2010). Los Deterioros en pavimentos flexibles y rigidos en Valdivia. Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de Pavimetos para carreteras (Tercera ed.). Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- MTC. (2006). Red Vial. Ministerios de Transporte y comunicaciones, Perú.
- MTC. (2013). pavimentacion . Ministerio de Trasportes y Comunicaciones, Peru.
- Prentice Teco, R. (2018). Determinacion y evaluacion de las patologias del pavimento flexible, para obtener el indice de integridad estructural y condicon operacional de la superficie de rodadura de la calle Tupac Amaru cuadras 1, 2, 3, 4 y 5. Universidad Catolica de los angeles de chimbote. Iquitos, Perú: ULADECH. Obtenido de <http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>
- PRUNELL, S. (2011). Estudios de Patologias en Pavimento Flexibles en la ciudad la Plata-Argentina. La plata.
- Rimapa Quesquén, J. A. (2021). Estudio del flujo vehiular y propuesta para evitar la congestión vehicular en la Av. Francisco Bolognesi, Lambayeque 2019. Lambayeque, Perú: Universidad Santo Toribio de Mogrovejo.
- Suarez Tong, C. V. (2019). Determinación del estado de deterioro del tramo de Av. Vice en Piura, aplicando el método PCI. Piura, Perú: Tesis en Universidad de Piura.

- Vásquez Varela, L. R. (Febrero de 2002). Manual Pavement Condition Index (PCI): Para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras. El Manual de daños en vías con superficie en concreto de Cemento Portland . Manizales.
- VASQUEZ VARELA, L. R. (2002). Pavement Condition Index(PCI) Para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de recolección de datos

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA			
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR		FECHA				
<input type="text"/>		<input type="text"/>				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
INSPECCIONADA POR			FECHA		
<input type="text"/>			<input type="text"/>		
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo		
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA
					o o o o o
					10
					o o o o o
					9
					o o o o o
					8
					o o o o o
					...
					o o o o o
					1 2 3 4

Fuente: (VASQUEZ VARELA, 2002) pg.3

Anexo 2. Matriz de Consistencia.

El flujo vial y el deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	JUSTIFICACIÓN	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema General:</p> <p>¿En qué medida el flujo vial influye en el deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022?</p> <p>Problema específico:</p> <p>- ¿De qué manera influye el flujo vial en las capas de rodadura del</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la influencia del flujo vial y deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022</p> <p>Objetivo específico:</p> <p>- Describir los tipos, nivel de deterioro del pavimento</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>“El flujo vial influye directamente en el deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022”</p> <p>hipótesis específica:</p> <p>- El deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en</p>	<p>Justificación:</p> <p>- La presente investigación se justifica por la necesidad de conocer la condición operacional del pavimento flexible distrito de Punchana, provincia de Maynas, Departamento de Loreto.</p> <p>- Según los tipos de patologías identificadas, se indicará el grado de afectación que cada</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>El flujo vial de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>deterioro del pavimento flexible de la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022</p>	<p>Tipo:</p> <p>Relacional</p> <p>Nivel:</p> <p>Descriptivo</p> <p>Diseño:</p> <p>Cuantitativo</p> <p>Población:</p> <p>La población de este proyecto es conformada por los deterioros de la Av. Navarro Cauper.</p> <p>Muestra:</p> <p>se tomó 1200 metros lineales de los</p>

<p>pavimento flexible, aplicando del método PCI de la Av. Alfonso Navarro Cauper?</p> <p>- ¿Cómo influirá el método de PCI para poder determinar y evaluar las patologías presentes en la capa del pavimento flexible, permitiendo conocer el estado actual de la Av. Alfonso Navarro Cauper?</p>	<p>flexible</p> <p>- Las causas que aporta el deterioro en el tránsito vial</p> <p>- Impulsar un mantenimiento pertinente en la Av. Navarro Cauper para satisfacción del entorno urbanístico</p>	<p>Maynas-Loreto 2022 causan molestias en los conductores de vehículos menores.</p> <p>- El flujo Vial de alto tránsito de vehículos mayores y menores en la Av. Navarro Cauper en Maynas-Loreto 2022 causan grietas y fisuras, lo que provoca un estado actual malo.</p>	<p>combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición de pavimento de distrito de Punchana, provincia de Maynas</p> <p>- El presente trabajo servirá de base para la toma de decisiones que pudiera realizar la municipalidad de la provincia de Maynas de reparar o renovar los tramos del pavimento de la Av. Alfonso Navarro Cauper en la del distrito de Punchana, Departamento de Loreto;</p>		<p>pavimentos flexibles para el muestreo de deterioro de la Av. Navarro Cauper, Provincia de Maynas</p> <p>Técnicas:</p> <p>Para el análisis de los datos de la investigación se hará mediante el uso de hojas de cálculo de Excel y el método de análisis e interpretación de la información al respecto a esta investigación se utilizó técnicas de la estadística descriptiva</p>
---	--	---	--	--	---

			de acuerdo al índice de la integridad estructural y la condición operacional de dichos pavimentos obtenidas como resultado del desarrollo del presente trabajo.		Instrumentos: Microsoft Excel
--	--	--	---	--	---

Anexo 3. IMÁGENES DE RECOLECCION DATOS EN AV. NAVARRO CAUPER



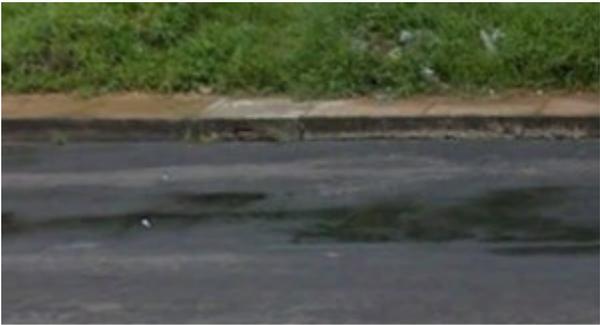
IMAGEN CON
DRON DE AV.
NAVARRO
CAUPER



HUECO



PARCHEO



DESNIVEL DE BERMA



PIEL DE COCODRILO



GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA



GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA



ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO



HUNDIMIENTO, CORRUGACION Y HUECO

Anexo 4. Sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde Putumayo a 28 de julio

Cálculo del Índice de Condición del Pavimento en tramo

Tramo total	0+00,00 -	1+120,00
Longitud de Unidad de Muestreo		40,00 m
Área de la unidad de muestreo		300,00 m ²
Área total de estudio		8 400,00 m ²

1	Progresiva	0+00,00 -	0+040,00	Tipo de daño	Severidad	Área m ²	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
				1 PIEL DE COCODRILO	H	10,80	3,60%	48,40	49,80	6	16,00	Muy malo
				3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	H	12,60	4,20%	18,60				
				4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H	8,90	2,97%	49,80				
				5 CORRUGACIÓN	H	4,80	1,60%	38,20				
				7 GRIETA DE BORDE	M	3,10	1,03%	6,03				

2	Progresiva	0+040,00 -	0+080,00	Tipo de daño	Severidad	Área m ²	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
				2 EXUDACIÓN	H	13,50	4,50%	14,00				
				4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H	8,40	2,80%	48,80				

5 CORRUGACIÓN	H	10,70	3,57%	47,27	48,80	6	30,00	Malo
7 GRIETA DE BORDE	M	5,90	1,97%	6,97				

3 Progresiva 0+080,00 - 0+120,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	H	16,00	5,33%	53,67	53,67	5	22,00	Muy malo
5 CORRUGACIÓN	H	9,10	3,03%	45,13				
6 DEPRESIÓN	H	10,80	3,60%	25,80				
7 GRIETA DE BORDE	M	5,90	1,97%	6,97				
10 GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M	2,50	0,83%	2,67				

4 Progresiva 0+120,00 - 0+160,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 EXUDACIÓN	H	19,50	6,50%	56,50				
5 CORRUGACIÓN	H	14,30	4,77%	51,30				

7	GRIETA DE BORDE	H	8,20	2,73%	12,20	56,50	5	19,00	Muy malo
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	H	5,90	1,97%	10,88				
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	H	2,70	0,90%	7,50				
11	PARCHEO	H	3,50	1,17%	21,00				

5 Progresiva 0+160,00 - 0+200,00

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1	PIEL DE COCODRILO	H	10,10	3,37%	47,47	47,47	6	30,00	Malo
5	CORRUGACIÓN	H	10,80	3,60%	47,40				
7	GRIETA DE BORDE	M	12,80	4,27%	9,27				
9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	H	6,00	2,00%	6,00				
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	H	3,10	1,03%	8,20				

6 Progresiva 0+200,00 - 0+240,00

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1	PIEL DE COCODRILO	H	15,80	5,27%	53,53				
5	CORRUGACIÓN	H	11,10	3,70%	47,80				

9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	H	9,40	3,13%	7,13	53,53	5	27,00	Malo
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M	4,40	1,47%	4,20				

7 Progresiva 0+240,00 - 0+280,00

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1	PIEL DE COCODRILO	H	14,80	4,93%	52,80	54,33	5	21,00	Muy malo
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H	11,60	3,87%	54,33				
9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	M	12,30	4,10%	5,05				
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M	5,60	1,87%	4,80				
11	PARCHEO	H	3,10	1,03%	20,20				

8 Progresiva 0+280,00 - 0+320,00

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1	PIEL DE COCODRILO	H	13,30	4,43%	51,30				
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H	9,20	3,07%	50,33				

7	GRIETA DE BORDE	H	9,70	3,23%	13,23	51,30	5	26,00	Malo
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	H	4,80	1,60%	11,60				
11	PARCHEO	M	2,60	0,87%	8,67				

9 Progresiva 0+320,00 - 0+360,00

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
5	CORRUGACIÓN	H	16,70	5,57%	52,57	65,13	4	17,00	Muy malo
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	H	12,70	4,23%	17,70				
11	PARCHEO	M	10,00	3,33%	18,00				
13	HUECOS	H	5,60	1,87%	65,13				

10 Progresiva 0+360,00 - 0+400,00

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1	PIEL DE COCODRILO	H	13,80	4,60%	51,80				
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	H	10,90	3,63%	17,27				

5 CORRUGACIÓN	M	12,50	4,17%	28,50	51,80	5	37,00	Malo
7 GRIETA DE BORDE	H	5,30	1,77%	9,77				

11	Progresiva	0+400,00	-	0+440,00
-----------	-------------------	-----------------	----------	-----------------

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	H	14,60	4,87%	52,60	52,60	5	24,00	Muy malo
8 GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	H	8,80	2,93%	13,80				
11 PARCHEO	H	10,00	3,33%	31,33				
13 HUECOS	M	4,40	1,47%	38,07				

12	Progresiva	0+440,00	-	0+480,00
-----------	-------------------	-----------------	----------	-----------------

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	H	16,80	5,60%	54,20				
9 DESNIVEL CARRIL / BERMA	M	8,20	2,73%	4,00				

11	PARCHEO	M	10,60	3,53%	18,60	66,07	4	16,00	Muy malo
13	HUECOS	H	5,80	1,93%	66,07				

13 Progresiva 0+480,00 - 0+520,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	H	18,00	6,00%	55,00	55,00	5	23,00	Muy malo
3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	H	10,90	3,63%	17,27				
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M	11,90	3,97%	25,87				
5 CORRUGACIÓN	H	4,10	1,37%	36,57				
7 GRIETA DE BORDE	M	3,20	1,07%	6,07				
11 PARCHEO	M	2,80	0,93%	9,33				

14 Progresiva 0+520,00 - 0+560,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	H	14,70	4,90%	52,70				
2 EXUDACIÓN	M	11,70	3,90%	6,90				

3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	H	9,40	3,13%	16,27	52,70	5	20,00	Muy malo
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H	5,60	1,87%	42,67				
5	CORRUGACIÓN	H	2,40	0,80%	32,00				

15 Progresiva 0+560,00 - 0+600,00

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1	PIEL DE COCODRILO	H	15,80	5,27%	53,53	53,53	5	39,00	Malo
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	H	12,40	4,13%	18,40				
9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	M	9,30	3,10%	4,10				
11	PARCHEO	H	4,00	1,33%	22,00				

16 Progresiva 0+600,00 - 0+640,00

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1	PIEL DE COCODRILO	H	12,20	4,07%	50,20				
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H	11,70	3,90%	54,50				

5 CORRUGACIÓN	M	11,70	3,90%	27,80	54,50	5	19,00	Muy malo
7 GRIETA DE BORDE	M	4,20	1,40%	6,40				

17 Progresiva 0+640,00 - 0+680,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	H	16,30	5,43%	53,87	53,87	5	23,00	Muy malo
2 EXUDACIÓN	H	13,20	4,40%	13,80				
3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	9,80	3,27%	8,53				
7 GRIETA DE BORDE	L	4,50	1,50%	2,25				
10 GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	H	3,50	1,17%	9,00				
13 HUECOS	H	2,70	0,90%	50,00				

18 Progresiva 0+680,00 - 0+720,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	H	19,70	6,57%	56,70				
3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	H	9,30	3,10%	16,20				

5	CORRUGACIÓN	H	11,40	3,80%	48,20	56,70	5	24,00	Muy malo
6	DEPRESIÓN	M	4,60	1,53%	9,93				
7	GRIETA DE BORDE	H	3,60	1,20%	9,20				

19 Progresiva 0+720,00 - 0+760,00

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1	PIEL DE COCODRILO	H	13,00	4,33%	51,00	53,67	5	22,00	Muy malo
2	EXUDACIÓN	H	8,00	2,67%	10,00				
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H	11,20	3,73%	53,67				
6	DEPRESIÓN	H	5,80	1,93%	19,80				
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	M	3,40	1,13%	3,27				

20 Progresiva 0+760,00 - 0+800,00

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1	PIEL DE COCODRILO	H	12,30	4,10%	50,30				
2	EXUDACIÓN	H	11,60	3,87%	12,73				

3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	H	11,80	3,93%	17,87	50,30	6	20,00	Muy malo
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H	4,20	1,40%	38,00				
5	CORRUGACIÓN	H	2,60	0,87%	32,67				
7	GRIETA DE BORDE	M	2,60	0,87%	5,57				

21	Progresiva	0+800,00	-	0+840,00
-----------	-------------------	-----------------	----------	-----------------

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1	PIEL DE COCODRILO	H	13,20	4,40%	51,20	51,20	5	31,00	Malo
2	EXUDACIÓN	H	11,20	3,73%	12,47				
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	H	12,50	4,17%	18,50				
5	CORRUGACIÓN	H	4,90	1,63%	38,43				

22	Progresiva	0+840,00	-	0+880,00
-----------	-------------------	-----------------	----------	-----------------

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1	PIEL DE COCODRILO	H	12,40	4,13%	50,40				
2	EXUDACIÓN	H	13,60	4,53%	14,07				

5	CORRUGACIÓN	H	15,30	5,10%	52,10	56,20	5	22,00	Muy malo
7	GRIETA DE BORDE	M	5,50	1,83%	6,83				
11	PARCHEO	M	2,50	0,83%	8,33				

Anexo 5. Sentido del tránsito en Av. Navarro Cáuper desde 28 de julio a Putumayo

Cálculo del Índice de Condición del Pavimento en tramo

Tramo total	0+00,00	-	1+120,00
Longitud de Unidad de Muestreo	40,00	m	
Área de la unidad de muestreo	300,00	m ²	
Área total de estudio	8 400,00	m ²	

1	Progresiva	0+00,00	-	0+040,00					
	Tipo de daño		Área m ²	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
	1	PIEL DE COCODRILO	H	19,50	6,50%	56,50			
	4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M	23,70	7,90%	36,70			
	6	DEPRESIÓN	M	20,30	6,77%	22,30			
	7	GRIETA DE BORDE	M	13,60	4,53%	9,53			

	H				56,50	5	27,00	Malo
	M							

2 Progresiva 0+040,00 - 0+080,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
2 EXUDACIÓN	M	17,80	5,93%	9,87	49,20	6	29,00	Malo
5 CORRUGACIÓN	M	16,40	5,47%	31,93				
6 DEPRESIÓN	L	16,80	5,60%	10,60				
8 GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	M	11,10	3,70%	7,40				
13 HUECOS	M	7,40	2,47%	49,20				
15 AHUELLAMIENTO	M	7,20	2,40%	27,60				

3 Progresiva 0+080,00 - 0+120,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	L	13,30	4,43%	4,43				
5 CORRUGACIÓN	M	15,80	5,27%	31,53				
7 GRIETA DE BORDE	L	21,40	7,13%	4,03				
8 GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	H	10,70	3,57%	15,70				

13 HUECOS	M	7,70	2,57%	50,10	50,10	6	33,00	Malo
15 AHUELLAMIENTO	L	8,50	2,83%	16,50				

4 Progresiva 0+120,00 - 0+160,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	L	14,50	4,83%	25,67	38,93	7	48,00	Regular
5 CORRUGACIÓN	M	28,40	9,47%	38,93				
7 GRIETA DE BORDE	M	21,30	7,10%	11,05				
9 DESNIVEL CARRIL / BERMA	H	12,90	4,30%	8,30				

5 Progresiva 0+160,00 - 0+200,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
2 EXUDACIÓN	M	15,40	5,13%	8,27				
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M	21,40	7,13%	34,40				
5 CORRUGACIÓN	M	18,20	6,07%	33,13				
7 GRIETA DE BORDE	H	12,00	4,00%	14,00				

13 HUECOS	M	5,80	1,93%	44,13	44,13	6	26,00	Malo
19 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M	8,30	2,77%	11,53				

6 Progresiva 0+200,00 - 0+240,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
2 EXUDACIÓN	M	10,80	3,60%	6,60	69,10	4	17,00	Muy malo
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M	22,80	7,60%	35,80				
5 CORRUGACIÓN	M	12,00	4,00%	28,00				
8 GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	M	11,50	3,83%	7,67				
13 HUECOS	H	6,70	2,23%	69,10				
19 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M	8,60	2,87%	11,73				

7 Progresiva 0+240,00 - 0+280,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
2 EXUDACIÓN	H	10,60	3,53%	12,07				
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M	28,40	9,47%	39,93				
6 DEPRESIÓN	M	13,10	4,37%	16,73				
10 GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	H	10,90	3,63%	18,90				

13 HUECOS	L	8,10	2,70%	34,20	39,93	7	32,00	Malo
19 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M	7,10	2,37%	10,73				

8 Progresiva 0+280,00 - 0+320,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
2 EXUDACIÓN	M	14,40	4,80%	7,80	52,03	5	38,00	Malo
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	L	14,80	4,93%	9,87				
5 CORRUGACIÓN	H	15,10	5,03%	52,03				
9 DESNIVEL CARRIL / BERMA	H	11,80	3,93%	7,93				
11 PARCHEO	M	7,80	2,60%	15,80				
19 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	L	6,80	2,27%	2,70				

9 Progresiva 0+320,00 - 0+360,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
2 EXUDACIÓN	M	15,40	5,13%	8,27				
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H	26,00	8,67%	69,33				
6 DEPRESIÓN	M	12,30	4,10%	16,20				
9 DESNIVEL CARRIL / BERMA	L	13,70	4,57%	2,57				

13 HUECOS	M	6,10	2,03%	45,30	69,33	4	15,00	Muy malo
18 HINCHAMIENTO	M	9,60	3,20%	22,40				

10 Progresiva 0+360,00 - 0+400,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	M	16,20	5,40%	38,80	52,33	5	20,00	Muy malo
3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	H	19,60	6,53%	23,60				
5 CORRUGACIÓN	H	16,00	5,33%	52,33				
10 GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M	12,90	4,30%	10,60				
11 PARCHEO	M	7,20	2,40%	15,20				
18 HINCHAMIENTO	M	8,30	2,77%	21,07				

11 Progresiva 0+400,00 - 0+440,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
2 EXUDACIÓN	M	11,70	3,90%	6,90				
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H	26,20	8,73%	69,47				
6 DEPRESIÓN	H	19,30	6,43%	35,30				
7 GRIETA DE BORDE	M	13,90	4,63%	9,63				

					69,47	4	25,00	Malo

12 Progresiva 0+440,00 - 0+480,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
2 EXUDACIÓN	M	14,00	4,67%	7,67	67,30	4	23,00	Muy malo
3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	27,00	9,00%	17,00				
6 DEPRESIÓN	M	23,70	7,90%	24,80				
7 GRIETA DE BORDE	H	11,50	3,83%	13,83				
13 HUECOS	H	6,10	2,03%	67,30				
19 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M	8,10	2,70%	11,40				

13 Progresiva 0+480,00 - 0+520,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
2 EXUDACIÓN	M	14,70	4,90%	7,90				
3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	L	28,20	9,40%	8,40				
5 CORRUGACIÓN	M	22,10	7,37%	35,73				
7 GRIETA DE BORDE	H	11,10	3,70%	13,70				

11	PARCHEO	H	5,50	1,83%	25,00	35,73	7	41,00	Regular
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	H	8,50	2,83%	23,33				

14 Progresiva 0+520,00 - 0+560,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	M	13,70	4,57%	36,70	36,87	7	44,00	Regular
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	L	19,40	6,47%	12,47				
5 CORRUGACIÓN	M	23,80	7,93%	36,87				
7 GRIETA DE BORDE	M	11,70	3,90%	8,90				

15 Progresiva 0+560,00 - 0+600,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	M	14,70	4,90%	37,70				
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M	22,00	7,33%	35,00				
6 DEPRESIÓN	M	21,40	7,13%	23,27				
8 GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	M	9,90	3,30%	6,60				

					37,70	7	38,00	Malo

16 Progresiva 0+600,00 - 0+640,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	M	14,10	4,70%	37,10	37,10	7	33,00	Malo
3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	H	14,80	4,93%	20,80				
6 DEPRESIÓN	M	12,20	4,07%	16,13				
9 DESNIVEL CARRIL / BERMA	L	10,30	3,43%	2,00				
11 PARCHEO	H	7,00	2,33%	27,33				
18 HINCHAMIENTO	M	8,40	2,80%	21,20				

17 Progresiva 0+640,00 - 0+680,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
2 EXUDACIÓN	L	16,80	5,60%	1,18				
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	L	24,50	8,17%	14,33				
5 CORRUGACIÓN	H	14,60	4,87%	51,60				
10 GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M	10,60	3,53%	9,07				

11	PARCHEO	M	8,00	2,67%	16,00	51,60	5	38,00	Malo
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	H	7,80	2,60%	22,40				

18 Progresiva 0+680,00 - 0+720,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	L	18,40	6,13%	28,27	70,90	4	19,00	Muy malo
3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	L	26,20	8,73%	7,73				
5 CORRUGACIÓN	L	20,60	6,87%	9,87				
8 GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	M	11,40	3,80%	7,60				
13 HUECOS	H	7,30	2,43%	70,90				
18 HINCHAMIENTO	M	9,50	3,17%	22,33				

19 Progresiva 0+720,00 - 0+760,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	L	16,80	5,60%	27,20				
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	L	26,50	8,83%	15,67				
5 CORRUGACIÓN	M	12,60	4,20%	28,60				
8 GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	M	14,40	4,80%	9,60				

11	PARCHEO	L	6,90	2,30%	5,60	28,60	8	42,00	Regular
18	HINCHAMIENTO	M	7,90	2,63%	20,53				

20 Progresiva 0+760,00 - 0+800,00

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1	PIEL DE COCODRILO	M	19,90	6,63%	41,27	41,27	6	46,00	Regular
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	H	21,20	7,07%	25,13				
6	DEPRESIÓN	M	13,30	4,43%	16,87				
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	L	10,70	3,57%	2,78				

21 Progresiva 0+800,00 - 0+840,00

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1	PIEL DE COCODRILO	L	16,10	5,37%	26,73				
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	23,30	7,77%	15,77				
6	DEPRESIÓN	H	22,30	7,43%	38,30				
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	M	10,00	3,33%	6,67				

13 HUECOS	M	8,00	2,67%	51,00	51,00	6	25,00	Malo
19 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	L	9,90	3,30%	2,79				

22 Progresiva 0+840,00 - 0+880,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	H	10,30	3,43%	47,73	63,10	4	16,00	Muy malo
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H	18,10	6,03%	63,10				
6 DEPRESIÓN	M	17,20	5,73%	19,47				
7 GRIETA DE BORDE	H	14,60	4,87%	15,73				
11 PARCHEO	M	7,90	2,63%	15,90				
19 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	L	8,60	2,87%	2,70				

23 Progresiva 0+880,00 - 0+920,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
2 EXUDACIÓN	L	19,90	6,63%	1,43				
3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	L	14,50	4,83%	4,83				
5 CORRUGACIÓN	H	18,30	6,10%	53,30				
10 GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M	13,90	4,63%	11,27				

13 HUECOS	M	6,20	2,07%	45,60	53,30	5	23,00	Muy malo
19 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	H	7,30	2,43%	21,73				

24 Progresiva 0+920,00 - 0+960,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	L	16,90	5,63%	27,27	64,67	4	25,00	Malo
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	L	25,60	8,53%	15,07				
6 DEPRESIÓN	M	18,10	6,03%	20,10				
8 GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	M	14,20	4,73%	9,47				
13 HUECOS	H	5,50	1,83%	64,67				
19 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	L	9,50	3,17%	2,75				

25 Progresiva 0+960,00 - 1+000,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	L	19,10	6,37%	28,73				
3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	L	17,70	5,90%	5,45				
6 DEPRESIÓN	M	17,30	5,77%	19,53				
9 DESNIVEL CARRIL / BERMA	M	10,60	3,53%	4,53				

13 HUECOS	M	5,70	1,90%	43,70	43,70	6	33,00	Malo
18 HINCHAMIENTO	M	8,40	2,80%	21,20				

26 Progresiva 1+000,00 - 1+040,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
2 EXUDACIÓN	L	17,90	5,97%	1,29	52,90	5	36,00	Malo
4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	L	25,00	8,33%	14,67				
5 CORRUGACIÓN	H	17,70	5,90%	52,90				
9 DESNIVEL CARRIL / BERMA	H	12,50	4,17%	8,17				
11 PARCHEO	H	7,00	2,33%	27,33				
19 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M	9,30	3,10%	12,10				

27 Progresiva 1+040,00 - 1+080,00

Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	PCI	Clasificación
1 PIEL DE COCODRILO	L	11,60	3,87%	23,60				
3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	L	27,20	9,07%	8,07				
5 CORRUGACIÓN	H	23,60	7,87%	57,73				
10 GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M	10,70	3,57%	9,13				

