

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“APLICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE PAVIMENTOS
PARA MEJORAR LA CONSERVACIÓN Y SERVICIABILIDAD
DEL PAVIMENTO - JULIACA - 2016”**

TESIS

PRESENTADO POR:

YONY FERNANDEZ VALERO

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO - PERU

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“APLICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE PAVIMENTOS
PARA MEJORAR LA CONSERVACIÓN Y SERVICIABILIDAD
DEL PAVIMENTO - JULIACA - 2016”

TESIS PRESENTADO POR:

YONY FERNANDEZ VALERO

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL



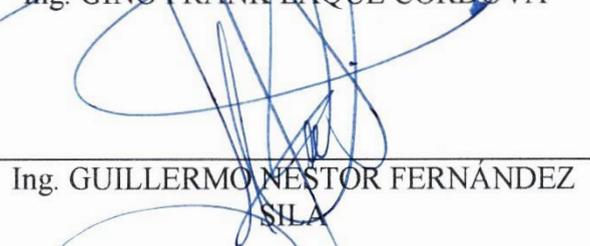
APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

Fecha de sustentación: 12 de Julio del 2018

PRESIDENTE


Ing. GINO FRANK LAQUE CÓRDOVA

PRIMER MIEMBRO


Ing. GUILLERMO NÉSTOR FERNÁNDEZ
SILA

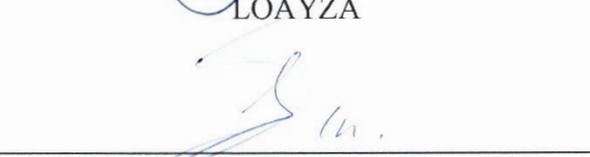
SEGUNDO MIEMBRO


Ing. WALTER HUGO LIPA CONDORI

DIRECTOR


Ing. MARIANO ROBERTO GARCÍA
LOAYZA

ASESOR


Ing. JULIO CESAR LAURA HUANCA

TEMA: Sistema de Gestión de Pavimento

AREA: Pavimento

LINEA DE INVESTIGACIÓN: Gestión del Pavimento

DEDICATORIA

*El presente trabajo está dedicado a mis padres,
Miguel y victoria, que me enseñaron siempre a
salir adelante ante las adversidades de la vida
diaria.*

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional del Altiplano, y la Facultad de Ingeniería Civil y en especial a la escuela profesional de Ingeniería Civil por mi formación profesional

Agradezco sinceramente a mi director de tesis, Ing. Mariano Roberto García Loayza, por su esfuerzo y dedicación para la culminación del presente trabajo.

A mis catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por haberme compartido sus conocimientos, experiencias profesionales y enseñanzas de valores que debo poner en práctica en mi vida diaria.

ÍNDICE

RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN.....	16
CAPITULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2.PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.3.PREGUNTAS ESPECÍFICAS.....	18
1.4.HIPOTESIS.....	19
1.5.JUSTIFICACION	19
1.6.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
CAPITULO II	
MARCO TEORICO	21
2.1.ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.2.SUSTENTO TEÓRICO	24
2.2.1.PAVIMENTO	24
2.2.2.CARACTERÍSTICA QUE DEBEN CUMPLIR UN PAVIMENTO.....	24
2.2.3.CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS.....	25
2.2.4.FUNCIONES DEL PAVIMENTO	26
2.2.5.FUNCIONES DE LAS CAPAS SUPERIORES.....	26
2.2.6.LA GESTION DE PAVIMENTOS	27
2.2.7.SISTEMA DE GESTION DE PAVIMENTOS (SGP)	27
2.2.8.LA GESTION DE PAVIMENTOS EN TERMINOS DE DOS NIVELES GENERALES	27
2.2.9.SISTEMA DE GESTION	28
2.2.10.LOS OBJETIVOS DE UN SISTEMA DE GESTION PARA LA CONSERVACION DE LOS PAVIMENTOS URBANOS.....	29
2.2.11.PLANIFICACION Y PROGRAMACION DE LAS ACTUACIONES DE CONSERVACION	30

2.2.12.CONCEPTO DE SISTEMA	30
2.2.13.INVENTARIO DE LA RED	31
2.2.14.REHABILITACION DE LOS PAVIMENTOS	32
2.2.15.CONDICION DE LOS PAVIMENTOS.....	32
2.2.16.ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.....	32
2.2.17.NECESIDADES DE LA RED.....	33
2.2.18.NIVELES DE SERVICIABILIDAD	33
2.2.19.PRIORIZACION DE OBRAS	36
2.2.20. DETERIOROS DE LOS PAVIMENTOS	37
2.2.21.ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	39
2.2.22. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	41
2.2.23.CÁLCULO PARA CARRETERAS CON CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA.....	45
2.2.24.CÁLCULO PARA PAVIMENTOS CON CAPA DE RODADURA EN CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND	46
2.2.25.TIPOS DE FALLAS EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE SEGUN PCI	47
2.2.26.TIPOS DE FALLAS EN UN PAVIMENTO CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND	76
2.3.MARCO NORMATIVO.....	101

CAPITULO III

DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN	104
3.1.TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	104
3.2.POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN	104
3.3.DESCRIPCIÓN DE POBLACIÓN	105
3.4.UBICACIÓN DE LA POBLACIÓN	106
3.5.MATERIALES	109
3.6.EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO	111
3.7.FICHA PROPUESTO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE PARA SU EVALUACIÓ	112
3.8.FICHA PARA LA EVALUACION DE LOS DRENAJES.....	116
3.9.FICHA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS VEREDAS	117
3.10.FICHA PARA LA EVALUACIÓN DE ÁREAS VERDES.....	118

3.11.FICHA PARA LIMPIEZA SOBRE EL PAVIMENTO	119
3.12.FICHA PARA LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTENCIÓNVIAL	121
3.13.FICHA PROPUESTO PARA PAVIMENTO RIGIDO PARA SU EVALUACIÓN	122
CAPITULO IV	
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN.....	132
4.1.ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	132
4.2. RESULTADO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) DE LOS TRAMOS EVALUADOS.....	148
4.3. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO POR TRAMOS SEGÚN EL MÉTODO PCI	151
4.4. EVALUACION DE PENDIENTE Y BOMBEO DE LOS TRAMOS EVALUADOS	158
4.5. PROPUESTA DE UN ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL PARA LA CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO	161
CAPITULO V	
CONCLUSIONES	163
5.1.CONCLUSIONES	163
CAPITULO VI	
RECOMENDACIONES	164
6.1.RECOMENDACIONES	164
CAPITULO VII	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	165
7.1.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	165
ANEXOS	166

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO II

Figura 2. 1.Propuesta de Gestión de Pavirmentos para la ciudad de Piura.....	21
Figura 2. 2.Propuesta de Gestión de Pavimentos para la ciudad de Piura.....	22
Figura 2. 3.Modelo general del sistema. (Montoya 2007).....	31
Figura 2. 4. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie	41
Figura 2. 5. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie	42
Figura 2. 6. Falla Piel de Cocodrilo, Avenida Tacna. (Fuente: Elaboración Propia).	48
Figura 2. 7.Falla Hundimiento, Avenida Tacna, (Fuente: Elaboración Propia)	53
Figura 2. 8.Falla Grieta de Borde, Avenida Circunvalación Sur.....	57
Figura 2. 9. Falla Grietas de Reflexión de Juntas, Avenida Mariano Núñez.....	58
Figura 2. 10. Falla Desnivel carril berma, Avenida Circunvalación Sur.....	60
Figura 2. 11.Falla Grietas Longitudinales y Transversales, Avenida Mariano Núñez. ..	61
Figura 2. 12. Falla Parcheo y Acometidas de servicio públicos, Avenida Tacna.....	63
Figura 2. 13.Falla Pulimento de Agregados, Avenida Mariano Núñez.....	65
Figura 2. 14. Falla Huecos, Avenida Circunvalación.....	66
Figura 2. 15. Falla Cruce de vía Férrea, Avenida Mariano Núñez.	68
Figura 2. 16. Falla Desprendimientos de Agregados, Avenida Mariano Núñez.	74
Figura 2. 17. Falla fisura transversal o diagonal, Av. circunvalacion Jose Ignacio Miranda (Fuente: Elaboracion propia)	77
Figura 2. 18.Falla fisura longitudinal, Av. circunvalación José Ignacio Miranda (Fuente: Elaboración propia).....	79

Figura 2. 19.Falla fisura de esquina, Av. circunvalación José Ignacio Miranda (Fuente: Elaboración propia).....	81
Figura 2. 20.Falla losas subdivididas, Av. circunvalación José Ignacio Miranda (Fuente: Elaboración propia).....	82
Figura 2. 21.Falla fisuras en bloque, Av. circunvalación José Ignacio Miranda	84
Figura 2. 22.Figura 2. 21. Falla levantamiento de losas, Av. Circunvalación.....	87
Figura 2. 23. Dislocamiento, Av. circunvalación José Ignacio Miranda.....	88
 CAPITULO III	
Figura 3. 1.Macrolocalización del Area de Estudio, (Fuente: Elaboración Propia)	107
Figura 3. 2. Microlocalización del Area de Estudio, (Fuente: Elaboración Propia).....	108
Figura 3. 3.Ficha para la evaluacion del pavimento (Fuente elaboracion propia)	109
Figura 3. 4. winchas de 5 y 50 metros lineales	110
Figura 3. 5. Evaluación del pavimento con una regla de aluminio.....	110
Figura 3. 6. cámara fotográfica (Fuente: Elaboración Propia)	111
Figura 3. 7. Representacion de grado de severidad de las fallas.....	113
Figura 3. 8.Ficha para la evaluación del pavimento (Fuente: Elaboración propia)	115
Figura 3. 9,Ficha para la evaluación de drenajes (Fuente: Elaboración propia).....	117
Figura 3. 10.Ficha para la evaluación de veredas (Fuente: Elaboración propia).....	118
Figura 3. 11.Ficha para la evaluación de Areas verdes (Fuente: Elaboración propia)	119
Figura 3. 12.Ficha para limpieza sobre el pavimento (Fuente: Elaboración propia)...	120
Figura 3. 13.Ficha para la evaluación del sistema de contención vial.....	122
Figura 3. 14.Representación de grado de severidad de las fallas en un pavimento rígido (Fuente: Elaboración propia)	124

Figura 3. 15. Ficha para la evaluación del pavimento rígido.....	126
Figura 3. 16. Resultado del sistema de gestión de pavimento propuesto en el programa.....	127
Figura 3. 17. Tabla de atributo del Sistema de Gestión de Pavimento propuesto	128
Figura 3. 18. El Programa Arcgis hipervincula su base de datos con la fichas de	129
Figura 3. 19.Resultado del sistema de gestión de pavimento propuesto en el programa.....	130
Figura 3. 20. Evaluación de pavimentos rígidos (Fuente: Elaboracion propia).....	131

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO II

Tabla 2. 1. Escala de calificación de la Serviciabilidad (AASHTO 1962).....	35
Tabla 2. 2. Clasificación general de los deterioros de los pavimentos asfálticos.	38
Tabla 2. 3. Rangos de Clarificación del PCI, (Fuente: Vásquez Varela, 2002).....	40
Tabla 2. 4. : Niveles de Severidad para Huecos (PCI).	67

CAPITULO IV

Tabla 4. 1. Resultado de la evaluación de los pavimentos rígidos, con su grado de severidad y el número de fallas por severidad, y su tipo de falla (Fuente: Elaboración propia).....	133
Tabla 4. 2. Resultado de la evaluación de los pavimentos flexible por tramos, con su grado de severidad y el número de fallas por severidad, y su tipo de falla (Fuente: Elaboración propia).....	141
Tabla 4. 3. Resultado del Índice de condición del pavimento de la Avenida Mariano Nuñez (Fuente: Elaboración propia)	148
Tabla 4. 4. Resultado del Índice de condición del pavimento de la Avenida Tacna	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. 5. Resultado del Índice de condición del pavimento de la Avenida Circunvalación José Ignacio Miranda (Fuente: Elaboración propia).....	149
Tabla 4. 6. Resultado del Índice de condición del pavimento de la Autopista Mártires del 4 de Noviembre (Fuente: Elaboración propia).....	150

ÍNDICE DE GRAFICOS

CAPITULO IV

Grafica 4. 1.Fallas de pavimento rígido tipo Figura transversal o Diagonal	134
Grafica 4. 2. Falla en pavimento rígido tipo Figura Longitudinal	134
Grafica 4. 3.Fallas de pavimento rígido tipo Figura de Esquina	135
Grafica 4. 4,Fallas de pavimento rígido tipo Losas Subdivididas	135
Grafica 4. 5. Fallas de pavimento rígido tipo Fisura en Bloque	136
Grafica 4. 6, Fallas de pavimento rígido tipo Fisura Inducidas	136
Grafica 4. 7. Fallas de pavimento rígido tipo Hundimiento	137
Grafica 4. 8. Fallas de pavimento rígido tipo Descascaramiento F. Capilares	138
Grafica 4. 9.Fallas de pavimento rígido tipo Peladuras	138
Grafica 4. 10. Fallas de pavimento rígido tipo Parchados y Reparaciones para servicios (Fuente: Elaboración Propia)	139
Grafica 4. 11.Fallas de pavimento rígido según baches	139
Grafica 4. 12. Resultados por tramos del tipo de falla Piel de Cocodrilo.....	142
Grafica 4. 13. Resultados por tramos del tipo de falla Agrietamiento en Bloque (Fuente: Elaboración propia).....	143
Grafica 4. 14.Resultados por tramos del tipo de falla Abultamiento y Hundimientos (Fuente: Elaboración propia).....	143
Grafica 4. 15.Resultados por tramos del tipo de falla Grieta de Borde	144
Grafica 4.16.Resultados por tramos del tipo de falla Grieta Longitudinal y Transversal.....	145

Grafica 4. 17. Resultados por tramos del tipo de falla Parcheo.....	145
Grafica 4. 18.Resultados por tramos del tipo de falla Huecos.....	146
Grafica 4. 19. Resultados por tramos del tipo de falla Ahuellamiento.....	147
Grafica 4.20.Resultados por tramos del tipo de falla Desprendimiento de Agregados	148
Grafica 4. 21. Numero de losas su grado de severidad.....	150

RESUMEN

La infraestructura vial urbana constituye el desarrollo social, económico de la población

Una eficiente gestión de pavimentos flexibles y rígidos para su mantenimiento, rehabilitación y en su proceso constructivo, depende de varios factores, uno de ellos es el inventario de los daños visibles que es, generalmente, el primero de un conjunto de pasos necesarios para evaluar la condición global de un pavimento en su estado actual, para dar una solución adecuada, así asegurar la durabilidad, serviciabilidad y vida útil proyectado del pavimento. Esta investigación tiene como objetivo primordial crear un sistema de gestión de pavimentos con la finalidad de tener una base de datos grafica con su estado actual de los pavimentos, con sus diferentes tipos de fallas y niveles de severidad así como también su drenaje que presenta estos tramos, gracias a este trabajo nosotros podremos tomar decisiones ingenieriles con la base de datos actualizados que tengamos, de los tramos que evaluamos inicialmente.

La condición del pavimento que se obtiene con la evaluación describiremos por tramos: tramo 1, Avenida Mariano Nuñez se encuentra en una condición Bueno. Tramo 2, Avenida Tacna con una condición Bueno. Tramo 3, Avenida Circunvalación José Ignacio Miranda con una condición Bueno. Tramo 4, Avenida Circunvalación José Ignacio Miranda Norte con una condición Malo. Tramo 5, Avenida Huancané con una condición Buena. Tramo 6, Autopista Mártires del 4 de Noviembre con una condición Bueno.

Palabra clave: Evaluación de pavimento, cálculo del Índice de Condición del Pavimento, Aplicación de la gestión de pavimento.

ABSTRACT

The urban road infrastructure constitutes the social, economic development of the population.

An efficient management of flexible and rigid pavements for its maintenance, rehabilitation and in its construction process, depends on several factors, one of them is the visible damage inventory that is, generally, the first of a set of steps necessary to evaluate the global condition of a pavement in its current state, to give an adequate solution, so secure the durability, serviceability and projected useful life of the pavement. The main objective of this research is to create a pavement management system with the purpose of having a graphical database with its current state of the pavements, with its different types of faults and levels of severity as well as its drainage that presents these stretches, thanks to this work we can make engineering decisions with the updated database that we have, of the sections that we initially evaluated.

The condition of the pavement obtained with the evaluation will be described by sections: section 1, Mariano Nuñez Avenue is in one condition: Good. Section 2, Tacna Avenue with one condition: Good. Section 3, bypass José Ignacio Miranda Avenue with one condition: Good. Section 4, José Ignacio Miranda Avenue North bypass with one condition: Bad. Section 5, Huancané Avenue with one condition: Good. Section 6, freeway Mártires of November 4 with one condition: Good.

Key words: Pavement evaluation, calculation of the Pavement Condition Index, Application of pavement management.

INTRODUCCIÓN

Los pavimentos en la ciudad de Juliaca se deterioran muy rápidamente, por no hacer un mantenimiento en el inicio de las fallas en el pavimento. Este trabajo de investigación propone una gestión de pavimento para la intervención de dichas fallas según su severidad de la falla que lo clasificamos en severidad baja, media, y alta.

Con la gestión de pavimento propuesto, mejoraremos la serviciabilidad que brinda el pavimento al usuario, también se disminuirá el deterioro de los vehículos, y se alargara la vida útil del pavimento

En la presente investigación, la evaluación de los pavimentos se hizo por el método del índice de condición del pavimento (PCI), y los tipos de fallas en pavimentos rígidos y flexibles según el índice de condición del pavimento

Para el presente trabajo se propone algunas fichas que detallan la parte técnica de cada falla, y su respectiva solución para su mantenimiento de la falla encontrada durante la evaluación.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la ciudad de Juliaca, sus pavimentos flexibles y rígidos, se encuentran en mal estado por causas de las precipitaciones pluviales y el volumen de vehículos, por estas causas reducen su vida útil del pavimento y la serviciabilidad, según Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) plantea que la vida útil del pavimento flexible debe ser de 20 años, pero en cambio que los pavimentos en la ciudad de Juliaca tienen una vida útil de 5 a 10 años.

Las precipitaciones pluviales, trae como consecuencia las inundaciones de ciertas zonas por la mala proyección de los drenajes pluviales en la ciudad de Juliaca, y esto trae como consecuencia la falla estructural, funcional o superficial del pavimento y la disminución sustancial de su serviciabilidad, y la vida útil del pavimento.

La no existencia de una planificación para el mantenimiento rutinarios o periódicos de los pavimentos urbanos de la ciudad de Juliaca, esto trae como consecuencia, el deterioro prematuro de los elementos que compone el pavimento.

El pavimento es una de las pocas estructuras civiles que tiene un periodo de diseño finito, por lo que su falla está prevista al término de esta. Esto significa que durante el periodo de vida de una estructura de pavimento, la misma iniciara un proceso de deterioro tal que al final de su vida útil manifestara un conjunto de fallas que reducirán su calidad de rodaje y en definitiva incrementaran los costos de los usuarios en el tiempo de recorrido y los costos de mantenimiento por parte de la municipalidad.

En la ciudad de Juliaca, los trabajos ejecutados por la municipalidad, en cuanto a los pavimentos para el transporte urbano no tiene la efectividad que permita proporcionar el nivel de servicio para la cual fueron diseñadas, de manera que muchas calles de la ciudad de Juliaca, se encuentran por debajo de lo deseable o conveniente, por la falta de una planificación de conservación. Como consecuencia, se producen pérdidas anuales debido a sobre costos de operación vehicular y reconstrucciones, la que hubieran podido evitarse con una adecuada conservación de los pavimentos, utilizando nuevas tecnologías.

La conservación de los pavimentos tiene el objetivo de preservar las inversiones efectuadas en la construcción, la rehabilitación y el mantenimiento periódico de los caminos; garantizar la transitabilidad permanente con comodidad, seguridad y economía.

Conocer el nivel de deterioro de las avenidas asfaltadas o pavimentadas en la ciudad de Juliaca es de vital importancia, mediante el método PCI, en las superficies de las capas asfálticas y rígidas, en el cual se identificarán tipos de deterioros, severidad y cantidad de área fallada, permitiendo identificar las posibles causas de su deterioro.

1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Es posible planificar la conservación y la buena serviciabilidad del pavimento aplicando el Sistema de Gestión de Pavimentos en las Avenidas de la ciudad de Juliaca periodo 2016?

1.3. PREGUNTAS ESPECÍFICAS.

- ¿La aplicación del Sistema de Gestión de Pavimentos mejoraría la planificación, para la conservación de los pavimentos en las avenidas de la ciudad de Juliaca?
- ¿Es posible que el pavimento brinde una buena serviciabilidad con la aplicación del Sistema de Gestión de Pavimentos en las Avenidas de la ciudad de Juliaca?

1.4. HIPOTESIS

➤ HIPÓTESIS GENERAL

La aplicación del Sistema de Gestión de Pavimentos mejorara la planificación, para la conservación y la buena serviciabilidad del pavimento en las Avenidas de la ciudad de Juliaca

➤ HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) El Sistema de Gestión de Pavimentos mejora la planificación para la conservación del pavimento en las Avenidas de la ciudad de Juliaca.
- b) La aplicación del Sistema de Gestión de Pavimentos urbanos mejorara la serviciabilidad del pavimento en las Avenidas de la ciudad de Juliaca.

1.5. JUSTIFICACION

El sistema de gestión de pavimentos es una herramienta fundamental para mejorar la planificación de los trabajos de mejoramiento, limpieza de los drenajes, señalizaciones, y rehabilitación vial. También ofrecerá un índice de condición del pavimento.

El problema del deterioro de la infraestructura vial en la ciudad de Juliaca y las consecuencias que este a provocado son tan notorias que no se puede dejar pasar más tiempo, y debemos hacer notar que estamos dispuestos a aportar ideas para mejorar esta situación que padecemos ya más de 15 años.

Más del 60% de los pavimentos en la ciudad de Juliaca se encuentran deterioradas.

El 90% de las calles ejecutadas por la municipalidad de San Román, han presentado deterioros en menos de 1 año de haberse ejecutado.

Se observa también como la Serviciabilidad de los pavimentos para el transporte urbano ha decaído mucho en la ciudad de Juliaca, a consecuencia de esto los vehículos no brindan el confort y seguridad de los ciudadanos y el tiempo de llegada se han incrementado. Por ello el costo de operación de los vehículos se incrementa día a día y uno de sus causales más fuertes es la infraestructura vial.

1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- OBJETIVO GENERAL

Aplicar el Sistema de Gestión de Pavimentos para la planificación de la conservación y la buena serviciabilidad del pavimento en las Avenidas de la ciudad de Juliaca

- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Mejorar la planificación para la conservación del pavimento con la aplicación del Sistema de Gestión de Pavimentos en las Avenidas de la ciudad de Juliaca.
- b) Mejorar la serviciabilidad del pavimento con la aplicación del Sistema de Gestión de Pavimentos en las Avenidas de la ciudad de Juliaca.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Señala que a fines del año 2001 y a inicios del año 2002, la infraestructura vial en la ciudad de Piura aqueja de muchos problemas en los transportistas, para dar una solución el sistema de gestión de pavimentos propuesto será una nueva herramienta orientada a ordenar el funcionamiento de las entidades encargadas de la infraestructura vial en la ciudad de Piura.

El sistema de gestión ha propuesto los siguientes pasos:

- Creación de una base de datos.
- Implementación metodológica de evaluación del pavimento flexible urbano.
- Implementar estrategias para optimizar la inversión y programar el mantenimiento del pavimento flexible urbano. (Castro Arballo, 2003)

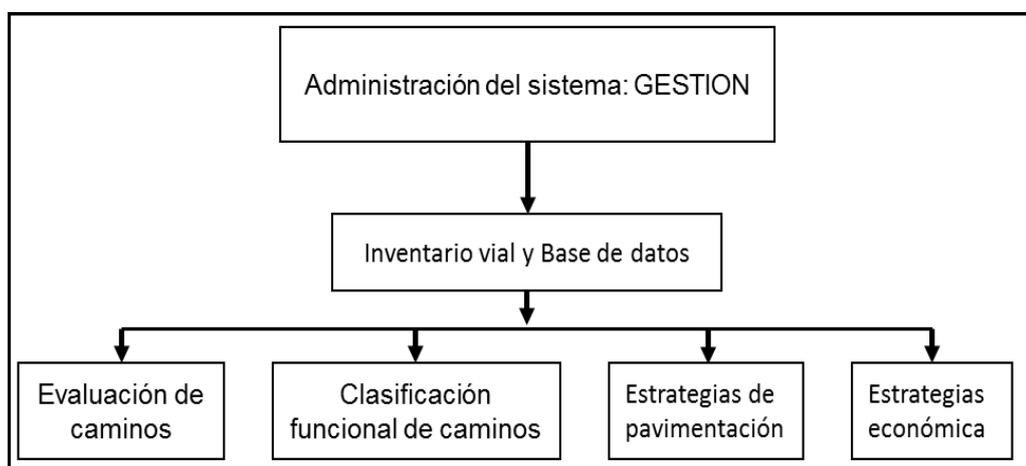


Figura 2. 1.Propuesta de Gestión de Pavirmentos para la ciudad de Piura.
(Castro Arballo, 2003).

Un inventario vial correctamente ejecutado. Permite conocer, entre otras cosas, las rutas que integran la red, la longitud que ellas poseen, su tipo y ancho de pavimento, el ancho de la zona del pavimento, las alcantarillas, los puentes y todo aquel dato que se desee obtener de acuerdo a los fines del estudio.

Con el apoyo de programas de computación y de actualización de datos se procesa la información obtenida, disponiéndose finalmente del inventario vial, el cual nos permite, conocer la red que vamos a evaluar.

La propuesta del sistema de gestión de pavimentos para su mejor manejo.

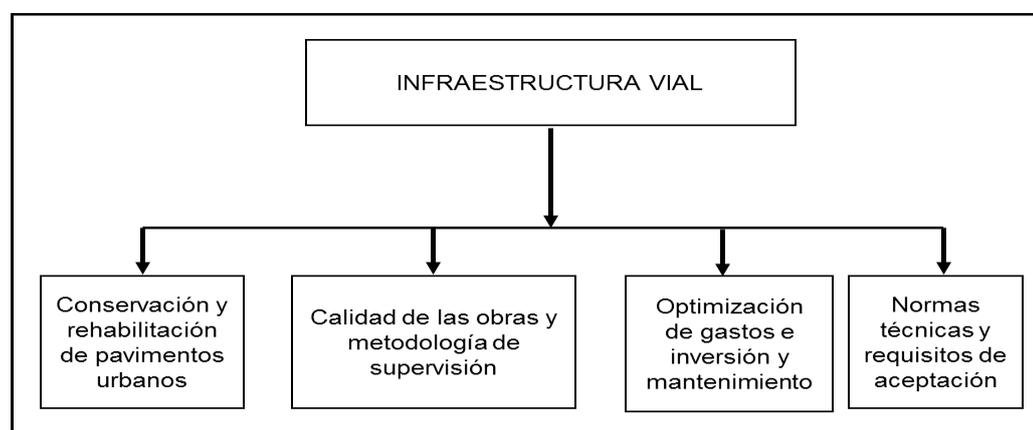


Figura 2. 2.Propuesta de Gestión de Pavimentos para la ciudad de Piura (Castro Arballo, 2003).

Alternativas de solución con la propuesta del (SGP). Con los siguientes pasos.

Aseguramiento de la calidad de obras viales. Se basa en la elaboración de un sistema de aseguramiento de la calidad de las obras viales, con vistas a obtener el nivel de calidad, de servicio adecuado para estas obras.

Para lograr esto se debe imponer un plan de confección y elaboración de instrucciones metodológicas y procedimientos.

Para lograr el objetivo expuesto se debe seguir los siguientes pasos:

- Revisión de las normas e instrucciones técnicas existentes.
- Captación del personal tanto en el referente a los sistemas de calidad, como a la aplicación de las instrucciones y metodologías.

Considera el sistema de gestión vial y de espacio público trabaja bajo los siguientes parámetros:

- Inventario físico y geométrico de los elementos que componen la infraestructura administrativa.
- Estado de condición superficial y estructural de los pavimentos, elementos de espacio público y puentes vehiculares y peatonales.
- Modelo de deterioro de la estructura del pavimento, con el objeto de poder proyectar el estado de condición superficial y estructural en cualquier momento a través del tiempo.
- Alternativas de intervención basadas en los conceptos de mantenimiento rutinario, periódico, rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura gestionada con miras a obtener un cierto nivel de servicio durante un horizonte de tiempo dado.
- Determinar las actividades de mantenimiento rutinario, periódico o rehabilitación necesarias en cualquier elemento de la malla vial, espacio público o puentes de Bogotá, con base en un nivel de servicio deseado.

(Benzadón, 2007)

Argumenta que el sistema de gestión de la infraestructura vial de el salvador (SIGESVIES). Ha sido implementado por el ministerio de obras públicas con el soporte del consorcio consultora técnica – TNM. Dicho sistema sirve como herramienta para

apoyar la planificación de las intervenciones a realizar en las carreteras para su mantenimiento rehabilitación y construcción, priorizando las intervenciones sobre una base eminentemente técnica. En cuanto a los caminos administrados por gobiernos municipales, el mantenimiento de estos se realiza por medio de una metodología de respuesta, en aquellas vías cuya importancia amerite una intervención inmediata, mientras que en caminos de menor categoría el mantenimiento es aplicado en periodos de tiempo muy extensos o no se aplican. (Flores, 2008)

2.2. SUSTENTO TEÓRICO

2.2.1. PAVIMENTO

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que recibe en forma directa las cargas del tránsito y las transmite a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodadura, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con áreas verdes agradables para no provocar fatiga.

2.2.2. CARACTERÍSTICA QUE DEBEN CUMPLIR UN PAVIMENTO

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos.

- Ser resistente a la acción de 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, por cuanto a ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal y longitudinal, que permite una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de las velocidades de circulación.
- Debe ser durable.
- Presenta condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan a los usuarios, así como en el exterior, que influye en el entorno, debe adecuadamente moderado.
- Debe ser económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

2.2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

Pavimento flexible. Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base. No obstante puede prescindir de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

Pavimento mixto. Este pavimento guarda la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se flexible, una de sus capas se encuentra rigidizadas artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsiones, cemento, cal, y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de

las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción.

Pavimento rígidos. Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa hidráulica, apoyada sobre la sub rasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina sub base del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico así como su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la sub rasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.

2.2.4. FUNCIONES DEL PAVIMENTO

- Proporcionar una rodadura segura, cómoda y permanente.
- Adsorber las cargas del tráfico (vehículos pesados) sin perder su integridad.
- Proteger la sub rasante (o en su caso el tablero de la estructura) de la intemperie.

2.2.5. FUNCIONES DE LAS CAPAS SUPERIORES

- Proporcionar características funcionales.
- Absorber parte de los esfuerzos verticales.
- Impermeabilizar.

2.2.6. LA GESTION DE PAVIMENTOS

En su sentido más amplio, se relaciona con todas las actividades involucradas en el planteamiento, diseño, construcción, mantenimiento, evaluación y rehabilitación de una porción de pavimentos de un programa público de trabajo. (Castro Arballo, 2003)

2.2.7. SISTEMA DE GESTION DE PAVIMENTOS (SGP)

Se desarrolló en los años 60's y años 70's. Desde entonces se ha reconocido a los SGP como la manera más eficaz de seleccionar las estrategias rentables para construir y mantener los pavimentos en condiciones útiles dentro de los apremios de fondos disponibles. Esto es un logro notable, en la década de los años 80's, el concepto de los SGP no era sabido ni fue aceptado extensamente por la mayoría de las agencias de la carretera.

2.2.8. LA GESTION DE PAVIMENTOS EN TERMINOS DE DOS NIVELES

GENERALES

El primero es el nivel de gestión de la red general, a veces llamado el nivel del programa para las redes de carreteras; y el segundo es el nivel de gestión de proyecto, donde se toman decisiones técnicas para proyectos específicos. Algunos desarrollos de sistemas formales de gestión de pavimentos se han dado a nivel de proyectos. Más recientemente, un desarrollo extenso en la gestión del mantenimiento y la información de metodologías de gestión, proporcionan la oportunidad para el desarrollo de sistemas de gestión de pavimentos más comprensivos, en los que se puede incluir un mayor número de actividades, correlacionándolas mediante interfaces explícitas con los otros niveles de la red (Castro Arballo, 2003)

2.2.9. SISTEMA DE GESTION

La noción de gestión va asociada en cualquier ámbito a la administración de unos recursos para alcanzar unos objetivos determinados. Cuando las actividades y por tanto se desarrollan de acuerdo con un plan preestablecido en el cual las distintas fases están interrelacionadas se habla entonces de sistemas de gestión.

se define el sistema de gestión de la conservación como el procedimiento consistente en coordinar y controlar todas las actividades encaminadas a conservar los pavimentos, asegurando la mejor utilización posible de los recursos disponibles, es decir, haciendo máximo el beneficio para la sociedad (Castro Arballo, 2003)

La gestión del pavimento debe ser entonces, el primer paso para alcanzar una adecuada gestión de la infraestructura vial, y debe contemplar la planificación, ejecución, y un adecuado control de las diversas acciones de desarrollo y mantenimiento aplicadas en el tiempo; con la finalidad de mantener un nivel de servicio adecuado para los usuarios.

Se denomina así al procedimiento consistente en administrar el presupuesto asignado a la conservación de los pavimentos (calzadas, aceras y vías peatonales) y que, basándose en una información básica (características geométricas, secciones estructurales, tipos de tráfico etc.) y en la información de los estados de los pavimentos, evolución de sus deterioros y en el comportamiento de los firmes, permite a los técnicos de conservación, definir los tratamientos adecuados para cada caso, orden de prioridad (actuación inmediata o a medio o largo plazo), valorar las correspondientes operaciones de conservación y coordinar y controlar las mismas, para así poder obtener el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles (Rama Labrador, 2013)

2.2.10. LOS OBJETIVOS DE UN SISTEMA DE GESTION PARA LA CONSERVACION DE LOS PAVIMENTOS URBANOS.

- Conocer las características geométricas, secciones estructurales, tipos de tráfico, niveles de ruido, evolución según las características de los firmes.
- Disponer de la información necesaria sobre el estado de los pavimentos, deterioros, evolución según las características de los firmes.
- Análisis de las causas que pueden producir los deterioros.
- Poder relacionar datos entre sí de forma rápida y eficaz.
- Establecer indicadores que permitan conocer tramos de vía con características y comportamiento que previsiblemente evolucionan con el transcurso del tiempo de igual manera en otras vías.
- Definir las operaciones de conservación más adecuadas para cada vía y tratar de homogeneizar con otras.
- Valoración de las distintas actuaciones optimizando la distribución de la asignación presupuestaria.
- Redacción de los proyectos de conservación.
- Previsión de presupuestos que deben establecerse a medio o a largo plazo.
- Coordinar y control de las operaciones de conservación.
- Beneficiar al usuario ofreciéndose unas vías cómodas y seguras.
- Mantener el valor patrimonial de la red viaria urbana (Rama Labrador, 2013)

2.2.11. PLANIFICACION Y PROGRAMACION DE LAS ACTUACIONES DE CONSERVACION

Una vez evaluado el estado de la red viaria en función de los deterioros, causas que los producen, evolución de los mismos, es posible combinarlos de la forma más conveniente para planificar y programar cualquier actuación sobre la red, de tal manera que no solo se corrija el deterioro sino que se prevenga o retrase lo más posible su aparición de nuevo.

Para la planificación y programación se deben distinguir dos tipos de actuaciones.

- Actuaciones prioritarias: se refieren a los desperfectos que debido al pliego que entrañan tanto para peatones como para vehículos o por su evolución rápida, deben ser reparados de inmediato.
- Actuaciones a medio o a largo plazo: se refieren a las operaciones de conservación de carácter renovado y preventivo para impedir la evolución de los deterioros que supondrían la degradación total de los firmes.

2.2.12. CONCEPTO DE SISTEMA

En un sistema es un “modelo de ordenamiento que se aplica en una determinada organización que opera en un entorno cambiante” y comprende una colección de elementos interrelacionados, los cuales operan en conjunto para lograr el objetivo. La efectividad de cada uno de dichos elementos depende de cómo actúa cada uno en el conjunto. Al aplicar la teoría del sistema se logra simplificar una situación para poder analizar y comprender sus implicancias en el entorno. A fin de explicar un poco más la idea, se muestra en la figura.

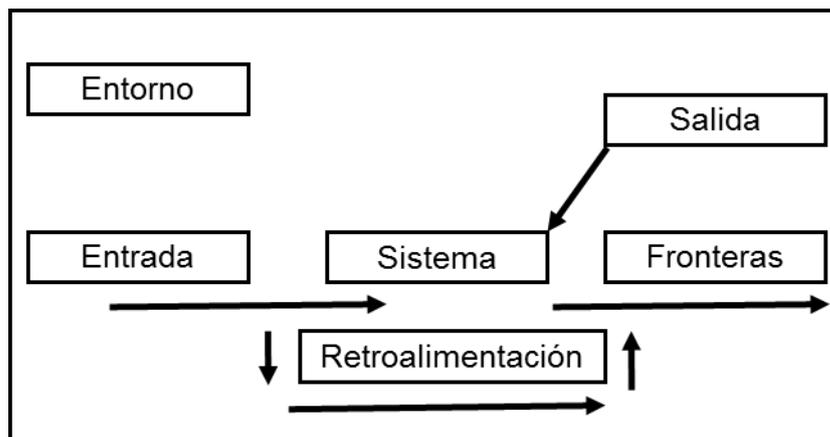


Figura 2. 3. Modelo general del sistema. (Montoya 2007).

- Entorno: es el medio en que está inserto el sistema en cuestión.
 - Fronteras: Corresponden a las restricciones o limitaciones que distinguen al sistema de su entorno, definen que pertenece o no al mismo.
 - Entradas: son los elementos que ingresan al sistema. Corresponde a los necesarios para este cumpla con sus objetivos.
 - Salidas: son los resultados que otorga el sistema, en base a los datos de entrada.
 - Proceso: es la actividad que transforma las entradas en salidas dentro del sistema.
 - Retroalimentación: es la información que el sistema recibe del entorno una vez entregadas las salidas y es el mecanismo para corregir el desempeño del mismo.
- (Montoya Goicochea, 2007)

2.2.13. INVENTARIO DE LA RED

En este se encuentran definidas características de la red de caminos y sus tramos componentes. Contienen información permanente de las rutas como por ejemplo: su clasificación, longitud, tipo de pavimento, ancho y número de carriles, características planimétricas y altimétricas, tipo y espesor de capas del pavimento, características de los materiales de las capas, tipo de drenaje, historial de construcción y mantenimiento, factores climáticos (temperatura, precipitaciones, etc.), y las características del tránsito.

2.2.14. REHABILITACION DE LOS PAVIMENTOS

Una vez identificados aquellos tramos que presentan deficiencias, en base a la evaluación de las características geométricas de la red y del estado de sus pavimentos, corresponde definir, sobre estos tramos, las mejoras a efectuarse; en otras palabras, corresponde efectuar sobre los tramos seleccionados, las tareas de ingeniería de proyecto conducentes al diseño de las mejoras necesarias (Castro Arballo, 2003)

2.2.15. CONDICION DE LOS PAVIMENTOS

Define la calidad del pavimento con base en diversos indicadores, con el objetivo de conocer su situación real y evaluar así la condición o estado de este. Los indicadores o parámetros básicos son los siguientes: deterioros superficiales en el pavimento que influyen sobre la circulación, calidad de la rodadura (rugosidad), capacidad estructural, textura superficial (Castro Arballo, 2003)

2.2.16. ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

Son los tipos de acciones de mantenimiento y rehabilitación que usa el organismo administrador de la red vial, de acuerdo al estado de los pavimentos. Estas acciones están definidas por la FHWA y son las siguientes:

- a) No acción: Se refiere a pavimentos en excelentes estado, es decir, recientemente construidos.
- b) Mantenimiento de Rutinas: Este conserva el pavimento en buen estado general, se encarga de problemas localizados como sellado de grietas o bacheo; así como de operaciones de limpieza de drenaje, hombros y taludes.
- c) Mantenimiento preventivo (Periódicos): Contrarresta el deterioro antes que sea significativo, mediante actividades como lechadas asfálticas y sellos superficiales

(en pavimentos bituminosos); reparaciones de espesor parcial o total, restauración de la transferencia de carga y cepillado (en pavimentos de concreto hidráulico).

d) Rehabilitación: Se aplica cuando el pavimento alcanza una condición entre regular y mala, y comprende actividades de refuerzo.

e) Reconstrucción: Puede hacerse un reemplazo total o parcial del pavimento. Además, incluye otras mejoras como realineamiento, ensanchamiento, etc.

2.2.17. NECESIDADES DE LA RED

Su determinación implica un análisis de la condición de los pavimentos para determinar las acciones de mantenimiento, rehabilitación o construcción que deberían ejecutarse. Se selecciona la estrategia de conservación más apropiada para cada tramo, tomando como base el estudio de su condición. Los factores que definen las necesidades de la red son: condición (serviciabilidad, capacidad estructural, índices de deterioro), tránsito, clasificación del camino, factores políticos, y seguridad (Castro Arballo, 2003)

2.2.18. NIVELES DE SERVICIABILIDAD

El nivel de serviciabilidad es el grado en el cual un pavimento logra cumplir con su función de permitir la circulación de vehículos de una forma fácil, cómoda, rápida y segura. El nivel de serviciabilidad disminuye a través del tiempo una vez puesto en servicio el pavimento. Debido a las solicitaciones sobre este, ya sea de las cargas circulantes como de los agentes meteorológicos. Flores E. (2008).

La serviciabilidad de pavimentos es la percepción que tiene los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad.

La medición de la serviciabilidad de los pavimentos, también puede ser considerada como una evaluación de la superficie, pero hay tener presente que esta no es una evaluación completa.

La serviciabilidad de los pavimentos ha sido representada en un índice, derivado de los resultados de la prueba de AASHO, en la cual se realiza la evaluación mediante una escala que varía de 0 a 5, siendo 5 el valor para pavimentos con una superficie perfecta y 0 para un pavimento con una superficie en malas condiciones. En la siguiente tabla se presenta la escala de calificación de la serviciabilidad según la norma AASHO.

Tabla 2. 1. Escala de calificación de la Serviciabilidad

CALIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
NUMERICA	VERBAL	
5.0 - 4.0	Muy Buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioros para calificar en sus categoría. La parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se califican como muy buenos.
4.0-3.0	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los “Muy Buenos”, entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como desconches y fisuras menores.
3.0-2.0	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
2.0-1.0	Mala	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde puedan afectar la velocidad del tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye perdidas de áridos, agrietamiento y ahuellamiento; y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas escalonamiento, parches, agrietamientos y bombeos.
1.0-0.0	Muy Mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75% o más de la superficie.

Fuente: (AASHTO 1962).

2.2.19. PRIORIZACION DE OBRAS

Define los factores que determinan la secuencia que seguirá la realización de diferentes proyectos en un periodo determinando, es imprescindible cuando hay restricciones presupuestarias en un proceso de selección de proyectos. Los criterios de priorización pueden ser los siguientes: Índices Individuales de Deterioro (grietas, baches, rugosidad), Índice combinado de Deterioro (función de varios índices). (Flores, 2008)

- a) Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo. Son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodamiento bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento de inicia en el fondo de la capa asfáltica (base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda.
- b) Índice de Rugosidad. La irregularidad o rugosidad de la superficie de un camino refleja adecuadamente el grado de comodidad del tránsito: se ha desarrollado una gran variedad de equipos para medir la regularidad superficial de los pavimentos y se ha adoptado mundialmente un índice único conocido como “Índice de Rugosidad Internacional”.
- c) textura de la superficie del pavimento. Es el único factor que puede ser controlado por el ingeniero de pavimentos, ya que el mismo está relacionado con el origen mineralógico de la fuente de agregados seleccionados para la producción de las mezclas a ser empleadas en la capa de rodamiento.
- d) Baches. Son huecos de tamaño variable en la capa de rodamiento, causados por la desintegración del concreto asfáltico, que es producida por el mal drenaje y agravado por las cargas del tráfico.

2.2.20. DETERIOROS DE LOS PAVIMENTOS

Existen muchos tipos de deterioros en los pavimentos asfálticos y diferentes niveles de gravedad para cada tipo. Estos deterioros se deben identificar considerando tres factores

- **Tipo.** Los deterioros se agrupan esencialmente en categorías, de acuerdo con los mecanismos que los originan. Como un primer paso, se pueden clasificar de acuerdo con su causa primaria posible, sea esta la acción del tránsito, sea la acción climática, sean los materiales o el proceso de construcción, como se resume en la tabla siguiente.

Tabla 2. 2. Clasificación general de los deterioros de los pavimentos asfálticos

<i>Clase</i>	<i>Tipo de deterioro</i>	<i>Causado originalmente por el tránsito</i>	<i>Causado originalmente por los materiales, el clima o la construcción</i>
Fisuramientos	Fisuramiento por fatiga (grietas longitudinales en la huella y piel de cocodrilo)	X	X
	Fisuramiento en bloque		X
	Fisuramiento de borde		X
	Fisuramiento longitudinal (no de fatiga)		X
	Fisuramiento transversal		X
	Fisura parabólicas	X	X
	Fisuras de reflexión		X
Deformaciones	Ahuellamiento	X	
	Abultamiento		X
	Depresiones (baches)		X
	Desplazamiento de borde		X
	Deterioro de parches		X
	Expansiones	X	X
Desprendimientos	Separación entre calzada y berma		X
	Pulimento de agregados		
	Ojos de pescado		
	Descascaramiento		X
	Perdida de películas de ligante	X	X
	Perdida de agregados	X	X
Afloramiento	Exudación		X
	Afloramiento de agua		X
	Afloramiento de finos	X	X
Otros deterioros	Desintegración de los bordes del pavimento		X
	Escalonamiento entre calzada y berma	X	X
	Erosión de las bermas		X
	segregación		X

Fuente: Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras.

Los deterioros de los pavimentos de acuerdo al comportamiento estructural, se distinguen dos casos.

Los deterioros estructurales. Comprenden aquellos defectos de la superficie cuyo origen es la degradación de una o más capas constructivas de la calzada, es una magnitud tal, que se puede considerar que se ha vencido o está por vencer el periodo de diseño de la estructura en las zonas afectadas.

Los deterioros funcionales. Que pueden estar acompañados o no de los anteriores, comprenden defectos asociados fundamentalmente con la capa asfáltica superficial que, aunque no guardan relación con el comportamiento estructural de la calzada, si le impide cumplir la función prevista, causando peligros o incomodidades a los usuarios.

- **Gravedad.** Representa el nivel de severidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el deterioro, mas importante deberán ser las medidas para su corrección.
- **Extensión.** Se refiere a la proporción del tramo evaluado que es afectada por un determinado tipo de deterioro. Esta proporción puede estar referida a longitud o área, dependiendo de la metodología de evaluación que se utilice y del tipo de deterioro identificado. Así mismo, la extensión de algunos deterioros se define por el número de veces en que ellos se presentan en el tramo sometidos a evaluación.

2.2.21. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. 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 un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación

que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro siguiente que se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima. (Vásquez Varela, 2002)

Tabla 2. 3.Rangos de Clarificación del PCI

Rango	Clasificación	Representación
100-85	Excelente	Verde
85-56	Bueno	Amarillo
55-26	Regular	Naranja
40-25	Malo	Rojo

Fuente: Vásquez Varela, 2002.

2.2.22. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. Las Figuras que se muestran a continuación ilustran los formatos para la inspección de pavimentos asfálticos y de concreto, respectivamente. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

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	Parqueo.			
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

Figura 2. 4. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica, (Fuente: Vásquez Varela).

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA	ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS		
INSPECCIONADA POR			FECHA		
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

Figura 2. 5. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie en concreto hidráulico PCI-02, (Fuente: Vásquez Varela).

UNIDADES DE MUESTREO

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- a. El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$.
- b. Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Portland

El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 20 ± 8 losas.

DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA EVALUACIÓN

En la “Evaluación De Una Red” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N * s^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + s^2} \dots \dots \dots \text{Ecuación 1.}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

s: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco (n < 5), todas las unidades deberán evaluarse.

CÁLCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

2.2.23. CÁLCULO PARA CARRETERAS CON CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA

Cálculo de los Valores Deducidos:

- a. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.
- b. Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- c. Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m).

- a. Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos b. y c.
- b. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- a. Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.
- b. Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- c. Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- d. Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.
- e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en el ítem anterior.

2.2.24. CÁLCULO PARA PAVIMENTOS CON CAPA DE RODADURA EN CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND

Cálculo de los Valores Deducidos.

- a. Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato PCI-02.
- b. Divida el número de LOSAS contabilizado en a. entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%) Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.
- c. Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

Cálculo del número Admisible Máximo de Deducidos (m).

Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, como se describió anteriormente.

Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, pero usando la curva correspondiente a pavimentos de concreto.

2.2.25. TIPOS DE FALLAS EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE SEGUN PCI

Las fallas de pavimentos es un deterioro simple el mismo que está asociado al nivel de servicio de las vías. Las fallas de los pavimentos pueden dividirse en tres grupos:

Falla por insuficiencia estructural: es una deficiencia del pavimento, originando reducción para soportar la capacidad de carga. Estas fallas se presentan comúnmente en pavimentos contruidos con material inapropiado que no posee resistencia, o con material de buena calidad con espesores insuficientes.

Falla por defecto constructivo. Se presentan en los pavimentos bien proporcionados y con materiales de buena calidad pero que en su construcción se cometieron errores, tales como baja compactación de la sub rasante, no cumplir con el espesor establecido, falta de afinidad del material pétreo.

Falla por fatiga. Este tipo de falla se encuentra en pavimentos que inicialmente estuvieron bien proporcionados y contruidos, pero con el paso del tiempo y la continua repetición de cargas sufre efectos de fatiga, degradación estructural, pérdida de resistencia y acumulación de deformaciones. (Vásquez Varela, 2002)

PIEL DE COCODRILO



Figura 2. 6. Falla Piel de Cocodrilo, Avenida Tacna. (Fuente: Elaboración Propia).

Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m.

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. (Un patrón de grietas producido sobre un área no sujeta a cargas se denomina como “grietas en bloque”, el cual no es un daño debido a la acción de la carga).

La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

Niveles de severidad.

L (Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.

M (Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

H (Alto): Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

Medida

Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

Opciones de reparación.

L: No se hace nada, sello superficial. Sobre carpeta.

M: Parcheo parcial o en toda la profundidad. Sobre carpeta. Reconstrucción.

H: Parcheo parcial o total. Sobre carpeta. Reconstrucción.

EXUDACION

La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

Niveles de severidad.

L: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

M: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

H: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

Medida Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Se aplica arena / agregados y cilindrado.

H: Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).

AGRIETAMIENTO EN BLOQUE

Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente.

Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa).

Niveles de severidad.

L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.

M: Bloques definidos por grietas de severidad media

H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

Medida

Se mide en pies cuadrados (metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente.

Opciones de reparación

L: Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.

M: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobre carpeta.

H: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobre carpeta.

ABULTAMIENTO (BUMPS) Y HUNDIMIENTO (SAGS)



Figura 2. 7.Falla Hundimiento, Avenida Tacna, (Fuente: Elaboración Propia)

Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

1. Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Portland con una sobre carpeta de concreto asfáltico.
2. Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
3. Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito.

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.

Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” (hinchamiento: swelling).

Niveles de severidad

L: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

H: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

Medida

Se miden en pies lineales, metros lineales. Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

H: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobre carpeta.

CORRUGACIONES

La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si

los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.

Niveles de severidad

L: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.

H: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

Se mide en pies cuadrados, metros cuadrados de área afectada.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Reconstrucción.

H: Reconstrucción.

DEPRESION

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros”. En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la sub rasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidropelano.

Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel.

Niveles de severidad.

Máxima profundidad de la depresión:

L: 13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm.

H: Más de 51.0 mm.

Medida

Se mide en pies cuadrados, metros cuadrados del área afectada.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo.

GRIETAS DE BORDE



Figura 2. 8.Falla Grieta de Borde, Avenida Circunvalación Sur.
(Fuente: Elaboración Propia)

Descripción: Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la sub rasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

Niveles de severidad.

L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

Medida

La grieta de borde se mide en pies lineales, metros lineales.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.

H: Parcheo parcial – profundo.

GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA (DE LOSAS DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND)

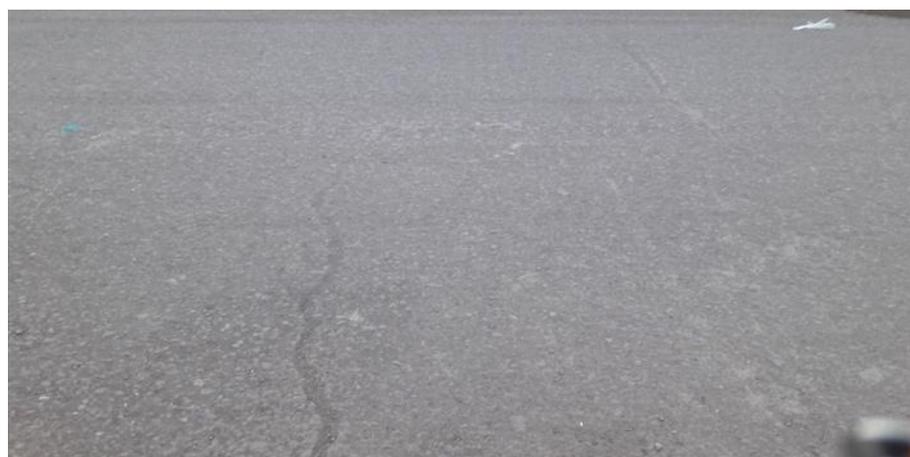


Figura 2. 9. Falla Grietas de Reflexión de Juntas, Avenida Mariano Núñez.
(Fuente: Elaboración Propia).

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Portland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Portland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños.

Niveles de Severidad

L: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeado de un ligero agrietamiento aleatorio.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).

Medida

La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales, metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta

de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

Opciones de Reparación.

L: Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.

H: Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.

DESNIVEL CARRIL BERMA



Figura 2. 10. Falla Desnivel carril berma, Avenida Circunvalación Sur.
(Fuente: Elaboración Propia).

El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobre carpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

Niveles de severidad.

L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.

M: La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.

H: La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.

Medida

El desnivel carril / berma se miden en pies lineales, metros lineales.

Opciones de reparación

L, M, H: Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.

GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

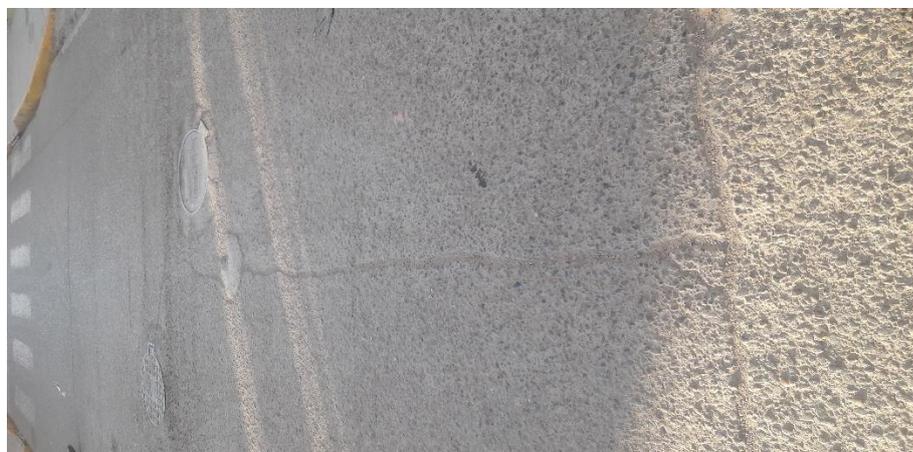


Figura 2. 11.Falla Grietas Longitudinales y Transversales, Avenida Mariano Núñez.
(Fuente: Elaboración Propia)

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

1. Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
2. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.

3. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Portland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga.

Niveles de Severidad

L: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.
3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.

3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

Medida

Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales, metros lineales. La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo parcial.

PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS



Figura 2. 12. Falla Parcheo y Acometidas de servicio públicos, Avenida Tacna.
(Fuente: Elaboración Propia).

Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño.

Niveles de Severidad.

L: El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.

M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.

H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

Medida.

Los parches se miden en pies cuadrados, metros cuadrados de área afectada. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m² puede tener 0.9 m² de severidad media y 1.35 m² de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Sustitución del parche.

H: Sustitución del parche.

PULIMENTO DE AGREGADOS



Figura 2. 13.Falla Pulimento de Agregados, Avenida Mariano Núñez
(Fuente: Elaboración Propia).

Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.

Niveles de severidad.

No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

Medida

Se mide en pies cuadrados, metros cuadrados de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

Opciones de reparación

L, M, H: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Fresado y sobre carpeta.

HUECOS



Figura 2. 14. Falla Huecos, Avenida Circunvalación.
(Fuente: Elaboración Propia).

Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos

se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la sub rasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización.

Niveles de severidad

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con el Cuadro siguiente, Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados, metros cuadrados y dividirla entre 5 pies² (0.47 m²) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

Tabla 2. 4. : Niveles de Severidad para Huecos (PCI).

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

Fuente: Manual del Índice de Condición del Pavimiento (PCI).

Medida

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.

M: Parcheo parcial o profundo.

H: Parcheo profundo.

CRUCE DE VIA FERREA



Figura 2. 15. Falla Cruce de vía Férrea, Avenida Mariano Núñez.
(Fuente: Elaboración Propia).

Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

Niveles de severidad

L: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

M: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

H: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.

Medida

El área del cruce se mide en pies cuadrados, metros cuadrados de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

H: Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

AHUELLAMIENTO

El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la sub rasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del

tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Niveles de severidad

Profundidad media del ahuellamiento:

L: 6.0 a 13.0 mm.

M: >13.0 mm a 25.0 mm.

H: > 25.0 mm.

Medida

El ahuellamiento se mide en pies cuadrados, metros cuadrados de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Fresado y sobre carpeta.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobre carpeta.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobre carpeta.

DESPLAZAMIENTO

El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables emulsión.

Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Portland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Portland se incrementa causando el desplazamiento.

Niveles de severidad

L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

Los desplazamientos se miden en pies cuadrados, metros cuadrados de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

H: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

GRIETAS PARABOLICAS

Las grietas parabólicas por deslizamiento son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada.

Nivel de severidad

L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

Medida

El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados, metros cuadrados y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Parcheo parcial.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.

HINCHAMIENTO

El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la sub rasante o por suelos potencialmente expansivos.

Nivel de severidad

L: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

El hinchamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reconstrucción.

H: Reconstrucción.

METEORIZACION / DESPRENDIMIENTOS DE AGREGADOS



Figura 2. 16. Falla Desprendimientos de Agregados, Avenida Mariano Núñez.
(Fuente: Elaboración Propia).

La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

Niveles de severidad

L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

Medida

La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados, metros cuadrados de área afectada.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.

M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

H: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Para los niveles M y H, si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial.

2.2.26. TIPOS DE FALLAS EN UN PAVIMENTO CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND

Son los siguientes:

FISURA TRANSVERSAL O DIAGONAL

Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos.

Son causadas por una combinación de los siguientes factores: excesivas repeticiones de cargas pesadas (fatiga), deficiente apoyo de las losas, asentamientos de la fundación, excesiva relación longitud / ancho de la losa o deficiencias en la ejecución de éstas.

La ausencia de juntas transversales o bien losas con una relación longitud / ancho excesivos, conducen a fisuras transversales o diagonales, regularmente distribuidas o próximas al centro de las losas, respectivamente. Variaciones significativas en el espesor de las losas provocan también fisuras transversales.



Figura 2. 17. Falla fisura transversal o diagonal, Av. circunvalacion Jose Ignacio Miranda
(Fuente: Elaboracion propia)

Niveles de Severidad: Se definen tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) de acuerdo a las características de las fisuras, según la siguiente guía:

B (Bajo) Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

M (Mediano) Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm.
- Fisuras de 10 mm de ancho con despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con material de sello en condición insatisfactoria y/o despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

A (Alto) Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras activas de ancho promedio mayor de 10 mm.
- Fisuras selladas, con despostillamientos severos y/o dislocamiento mayor de 10 mm.

Medición: Una vez identificada la severidad de la fisura, esta puede medirse:

En metros lineales, totalizando metros lineales en sección o muestra.

Registrándola por losa, totalizando el número de losas afectadas por fisuras transversales y/o longitudinales.

Si existen dos fisuras en una misma losa, se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante.

FISURA LONGITUDINAL

Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la misma en dos planos.

Son causadas por la repetición de cargas pesadas, pérdida de soporte de la fundación, gradientes de tensiones originados por cambios de temperatura y humedad, o por las deficiencias en la ejecución de éstas y/o sus juntas longitudinales.

Con frecuencia la ausencia de juntas longitudinales y/o losas, con relación ancho / longitud excesiva, conducen también al desarrollo de fisuras longitudinales.



Figura 2. 18. Falla fisura longitudinal, Av. circunvalación José Ignacio Miranda
(Fuente: Elaboración propia)

Niveles de Severidad: Se definen tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) de acuerdo al ancho de la fisura, condición y estado de los bordes, según la siguiente guía

B (Bajo) Existen algunas de las condiciones siguientes: • Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm. • Fisuras selladas de cualquier ancho, con el material de sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento y/o dislocamiento.

M (Mediano) Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm.
- Fisuras de hasta 10 mm de ancho acompañadas de despostillamiento y dislocamiento de hasta 10 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con material de sello en condición insatisfactoria y/o despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

A (Alto) Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras de ancho mayor de 10 mm.
- Fisuras selladas o no, de cualquier ancho, con despostillamientos severos y/o dislocamiento mayor de 10 mm.

Medición: Una vez identificada la severidad de la fisura, esta puede ser medida:

En metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra.

En términos de número de losas afectadas, totalizando el número de estas que evidencien fisuras longitudinales.

Si existen dos fisuras en una misma losa, se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante.

FISURA DE ESQUINA.

Es una fisura que intersecta la junta o borde que delimita la losa a una distancia menor de 1.30 m a cada lado medida desde la esquina. Las fisuras de esquina se extienden verticalmente a través de todo el espesor de la losa.

Son causadas por la repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto) combinadas con la acción drenante, que debilita y erosiona el apoyo de la fundación, así como también por una deficiente transferencia de cargas a través de la junta, que favorece el que se produzcan altas deflexiones de esquina.



Figura 2. 19.Falla fisura de esquina, Av. circunvalación José Ignacio Miranda
(Fuente: Elaboración propia)

Niveles de Severidad: Se definen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) considerando la severidad misma de la fisura que la origina, como el estado del pavimento comprendido por la misma y los bordes de la losa, de acuerdo con la siguiente guía:

B (Bajo) El fracturamiento es definido por una fisura de severidad baja y el área entre ésta y las juntas no se encuentra fisurado o bien hay alguna pequeña fisura.

M (Mediano) El fracturamiento es definido por una fisura de severidad moderada y el área entre ésta y las juntas se encuentra medianamente fisurada.

A (Alto) El fracturamiento es definido por una fisura de severidad alta y el área entre ésta y las juntas se encuentra muy fisurada o presenta hundimientos Ver " Fisuras

Longitudinales" Medición: Las fisuras de esquina son medidas contando el número total que existe en una sección o muestra, generalmente en término de número de losas afectadas por una o más fisuras de esquina. Se contabiliza como una losa cuando ésta:

- Contiene una única fisura de esquina.
- Contiene más de una fisura del mismo nivel de severidad.

- Contiene dos o más fisuras de diferentes niveles de severidad.
- En este caso se registra el nivel de severidad correspondiente a la más desfavorable.
- También puede medirse en metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra evaluada.

LOSAS SUBDIVIDIDAS

Fracturamiento de la losa de concreto conformando una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales y/o diagonales, subdividiendo la losa en cuatro o más planos.

Son originadas por la fatiga del concreto, provocadas por la repetición de elevadas cargas de tránsito y/o deficiente soporte de la fundación, que se traducen en una capacidad de soporte deficiente de la losa.



Figura 2. 20.Falla losas subdivididas, Av. circunvalación José Ignacio Miranda
(Fuente: Elaboración propia)

Niveles de Severidad: Se definen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano, Alto) en base a la severidad de las fisuras que detienen la malla y el número de paños en que queda dividida la losa, de acuerdo a la siguiente tabla:

Clase	Nivel de Severidad de la Fisura	N° de Paños en que se divide la losa
B	Bajo	4 o 5
M	Mediano	De 6 a 8
A	Alto	Más de 8

Se miden contando la cantidad total que existe en una sección muestra, en términos del número de losas afectadas según su severidad. Si se registró como de severidad mediana a alta, no se cuenta otros daños que pudieran evidenciar la losa. El registro se lleva separadamente para cada nivel de severidad.

FISURAS EN BLOQUE

Fracturamiento que subdividen generalmente una porción de la losa en planos o bloque pequeños de área inferior a 1 metro cuadrado.

Son causadas por la repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto), el equivocado diseño estructural y las condiciones de soporte deficiente. Es la evolución final del proceso de fisuración, que comienza formando una malla más o menos cerrada; el tránsito y el continuo deflexionar de los planos aceleran la subdivisión en bloques más pequeños, favoreciendo el despostillamiento de sus bordes. De no tomarse medidas correctivas el deterioro progresa formando a corto plazo un bache. Pueden presentar diversas formas y aspectos, pero con mayor frecuencia son delimitados por una junta y una fisura.



Figura 2. 21.Falla fisuras en bloque, Av. circunvalación José Ignacio Miranda
(Fuente: Elaboración propia)

Niveles de Severidad: Se establecen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) en base a la severidad de las fisuras que detienen la malla, de acuerdo con la siguiente guía:

B (Bajo) Bloques definidos por fisuras de severidad baja; los planos relativamente amplios y se mantienen ligados.

M (Mediano) Bloques definidos por fisuras de severidad moderada; los planos son más pequeños evidenciándose un moderado despostillamiento de los bordes de las fisuras.

A (Alto) Bloques definidos por fisuras de severidad alta; los planos son más pequeños evidenciándose un severo despostillamiento de los bordes de las fisuras, con tendencia a formar bache.

Medición: Una vez identificada la severidad de la falla, ésta puede ser medida:

En metros cuadrados, totalizando metros cuadrados en la sección o muestra.

En términos de cantidad de losas afectadas, totalizando el número en la sección o muestra; de existir en una misma losa dos manifestaciones se adopta el nivel de severidad de la

fisura predominante. En ambos casos se registran separadamente las fallas según su severidad.

FISURAS INDUCIDAS

Se incluyen bajo esta denominación un conjunto de fisuras de forma errática cuyo desarrollo en el pavimento es indicado por factores relativos a una inadecuada distribución de juntas o inapropiada inserción de estructuras u otros elementos dentro de las losas.

Cuando el arreglo de juntas en un carril no es respetado en el carril contiguo, es muy probable que induzcan o reflejen en éste, fisuras que den continuidad a las juntas existentes. Esta situación se presenta también con frecuencia cuando se ejecutan parchados y el diseño de sus bordes o juntas, sus dimensionamientos o inclusive distancias mínimas o juntas existentes, no son respetados; eventualmente este fisuramiento puede continuar subdividiendo los planos resultantes identificándose este caso particularmente como "Fisuras en Bloques"

Fisuras alrededor de estructuras pueden inducirse cuando no se proveen elementos de aislamiento que eviten restricción en el movimiento de las losas.

Niveles de Severidad: Se establecen tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) considerando ancho, condición y estado de los bordes de la fisura, de acuerdo con la siguiente guía:

B (Bajo) Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm.

- Fisuras selladas de cualquier ancho, con el material de sello en condición satisfactoria.
- No hay signos visibles de despostillamiento y/o dislocamiento

M (Mediano) Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras de ancho promedio entre 3 y 10 mm.
- Fisuras selladas, de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria.
- No hay signos visibles de despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

A (Alto) Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras de ancho promedio mayor de 10 mm.
- Fisuras selladas o no, con despostillamiento severo y/o dislocamiento mayor de 10 mm.

Medición: Una vez identificada la severidad de la fisura, esta puede ser medida:

- En metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra.
- Registrándola por losa, totalizando el número de losas afectadas por "Fisuras Inducidas".

LEVANTAMIENTO DE LOSAS

Sobre-elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o fisura transversal.

Son causadas por falta de libertad de expansión de las losas de concreto, las mismas que ocurren mayormente en la proximidad de las juntas transversales. La restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano

de la junta. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas.



Figura 2. 22.Figura 2. 21. Falla levantamiento de losas, Av. Circunvalación José Ignacio Miranda (Fuente: Elaboración propia)

Niveles de Severidad: Según la incidencia en la comodidad de manejo, se diferencian tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) de acuerdo con la siguiente guía:

B (Bajo) Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a velocidad de operación promedio.

M (Mediano) Moderada incidencia en la comodidad de manejo, genera incomodidad y obliga a disminuir velocidad de circulación.

A (Alto) El levantamiento causa un excesivo salto del vehículo, generando la pérdida de control del mismo, una sustancial incomodidad, y/o riesgo para la seguridad y/o daños al vehículo, siendo necesario reducir drásticamente la velocidad.

Medición: Los levantamientos se miden contando y registrando separadamente según su severidad, en general en términos de la cantidad existente de losas afectadas en una sección o muestra, de acuerdo con las premisas siguientes:

- Levantamiento en fisura cuenta como una losa afectada.
- Levantamiento en juntas se cuenta como dos losas afectadas.

DISLOCAMIENTO

Es una falla provocada por el tránsito en la que una losa del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina; también puede manifestarse en correspondencia con fisuras.

Es el resultado en parte del ascenso a través de la junta o grieta del material suelto proveniente de la capa inferior de la losa (en sentido de la circulación del tránsito) como también por depresión del extremo de la losa posterior, al disminuir el soporte de la fundación. Son manifestaciones del fenómeno de bombeo, cambios de volumen que sufren los suelos bajo la losa de concreto y de una deficiente transferencia de carga entre juntas.



Figura 2. 23. Dislocamiento, Av. circunvalación José Ignacio Miranda (Fuente: Elaboración propia)

Niveles de severidad: La severidad se determina en función del desnivel medido en correspondencia con las juntas, se diferencian tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) de acuerdo con la siguiente guía:

B (Bajo) Diferencia de nivel de 3 a 10 mm.

M (Mediano) Diferencia de nivel de 10 a 20 mm.

A (Alto) Diferencia de nivel mayor de 20 mm.

Medición: Los dislocamientos se miden contando y registrando separadamente según su severidad, la cantidad existente en una sección o muestra, generalmente en términos de número de losas afectadas, de acuerdo a las siguientes premisas:

El dislocamiento a través de una junta, se cuenta como una losa.

El dislocamiento a través de una grieta es una falla combinada; no se computa como dislocamiento pero se considera al definir la severidad de la grieta.

La medición se efectúa a una distancia de 0.30 a 0.50 metros del borde externo de las losas. No se efectúa la medición en juntas afectadas por parchados temporales.

HUNDIMIENTO

Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo; puede estar acompañado de un fisuramiento significativo, debido al asentamiento del pavimento.

Este tipo de deformación permanente del pavimento, con o sin agrietamiento puede ocurrir cuando se producen asentamiento o consolidación en la sub rasante, por ejemplo, en terraplenes cuando existen condiciones muy desfavorables para la fundación, o bien

en zonas contiguas a una estructura de drenaje o de retención donde puede ocurrir el asentamiento del material de relleno por deficiente compactación inicial o bien por movimiento de la propia estructura. También pueden ser originadas por deficiencias durante el proceso de construcción de las losas.

Niveles de severidad: Siendo en general de gran longitud de onda, se pueden diferenciar tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) según su incidencia en la comodidad de manejo, de acuerdo con la siguiente guía:

B (Bajo) El hundimiento causa al vehículo un balanceo o salto característico, sin generar incomodidad.

M (Mediano) El hundimiento causa a los vehículos un significativo salto o balanceo, que genera incomodidad.

A (Alto) El hundimiento causa un excesivo salto que provoca una pérdida de control de los vehículos, siendo necesario recurrir a una reducción de velocidad.

Medición: Los hundimientos se miden contando y registrando separadamente según su severidad, la cantidad existente en una sección o muestra. Los resultados pueden computarse sobre la base de:

Los metros cuadrados afectados.

El número de losas afectadas.

Simplemente el número de daños observados.

Tratándose de una falla de tipo puntual, originada en causas localizadas, suele excluirse de los procedimientos para inventarios de condición, limitándose a informar su existencia.

DESCASCARAMIENTO Y FISURAS CAPILARES

Descascaramiento es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto. Por fisuras capilares se refiere a una malla o red de fisuras superficiales muy finas, que se extiende solo a la superficie del concreto. Las mismas que tienden a intersectarse en ángulos de 120°.

Las fisuras capilares generalmente son consecuencia de un exceso de acabado del concreto fresco colocado, produciendo la exudación del mortero y agua, dando lugar a que la superficie del concreto resulte muy débil frente a la retracción. Las fisuras capilares pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascaramiento de la superficie, posibilitando un desconchado que progresa tanto en profundidad como en área. También pueden observarse manifestaciones de descascaramiento en pavimentos de concreto armado, cuando las armaduras se colocan muy próximas a la superficie.

Niveles de severidad: Se diferencian tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) según el tipo de daño y el área de la losa afectada, de acuerdo con la siguiente guía:

B (Bajo) Fisuras capilares se extienden sobre toda la losa; la superficie se encuentra en buena condición sin descascaramiento.

M (Mediano) La losa evidencia descascaramiento, pero estas son de reducida área, afectando menos del 10% de la losa.

A (Alto) La losa evidencia descascaramiento en áreas significativas, afectando más del 10% de la losa.

Medición: Se miden en términos de número de losas afectadas. Una vez identificada la severidad de la falla se registra como una losa, con su nivel de severidad correspondiente. Se totaliza el número de losas afectadas en la muestra o sección, para cada nivel de severidad.

PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE

Superficie de rodamiento excesivamente lisa por efecto del pulimiento de los agregados que la componen.

Esta deficiencia es causada principalmente por el tránsito, el mismo que produce el desgaste superficial de los agregados de naturaleza degradable, particularmente cuando el concreto es de calidad pobre y favorece la exposición de los mismos. Cuando el agregado en la superficie favorece la exposición de los mismos.

Cuando el agregado en la superficie llega a ser muy suave al tacto, la adherencia con las llantas de los vehículos se reduce considerablemente. La reducción de la fricción o resistencia al deslizamiento, puede alcanzar niveles de riesgo para la seguridad del tránsito. El pulimiento de los agregados puede ser considerado cuando un examen de cerca revela que el número de contactos con el agregado sobre la superficie es muy reducido y este presenta una superficie suave al tacto.

Niveles de severidad: No se definen niveles de severidad. El grado de pulimiento de la superficie debe ser significativo para ser informado.

Medición: De ser necesario puede medirse en metros cuadrados de superficie afectada.

PELADURAS

Progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena cemento del concreto, provocando una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades.

Son causadas por el efecto abrasivo del tránsito sobre concretos de calidad pobre, ya sea por el empleo de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, exceso de agua, agregados de inapropiada granulometría), o bien por deficiencias durante su ejecución (segregación de la mezcla, insuficiente densificación, curado defectuoso, etc.).

Niveles de severidad: Se diferencian tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) según la magnitud de los desprendimientos, de acuerdo con la siguiente guía:

B (Bajo) Pequeñas peladuras muy superficiales, puntuales o concentradas en pequeñas áreas, como remiendos.

M (Mediano) Peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una textura abierta, pero los desprendimientos se limitan a material fino, solo superficialmente.

A (Alto) Peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una superficie muy rugosa, con desprendimiento de agregado grueso formando cavidades o pequeños baches superficiales.

Medición: Se miden en términos de losas afectadas. Una vez identificada la severidad de la falla, se registra como una losa con su grado de severidad correspondiente. Se totaliza el número de losas afectadas en la muestra o sección para cada nivel de severidad.

BACHE

Descomposición o desintegración la losa de concreto y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares.

Los baches se producen por conjunción de varias causas: fundaciones y capas inferiores inestables; espesores del pavimento estructuralmente insuficientes; defectos constructivos; retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas. La acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento, originando un bache.

Niveles de severidad; Se definen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano, Alto) en función del área afectada y de la profundidad del bache, asociada ya sea a hundimientos como a la pérdida de material, de acuerdo a la siguiente tabla:

Profundidad máxima (cm)	Diámetro Promedio del Bache (cm)	
Menor a 70	70 - 100	Mayor a 100
Menor de 2.5 -5.0 B	B	M
De 2.5 – 5.0 B	M	A
Mayor de 5.0 M	M	A

Medición: Los baches descubiertos pueden medirse alternativamente:

- Contando el número de baches por cada nivel de severidad y registrando estos separadamente.

- Computando éstos en metros cuadrados de superficie afectada, registrando separadamente las áreas, según su nivel de severidad.

DEFICIENCIAS EN MATERIAL DE SELLO

Descripción: Se refiere a cualquier condición que posibilite la acumulación de material en las juntas o permita una significativa infiltración de agua. La acumulación de material incompresible impide el movimiento de la losa, posibilitando que se produzcan fallas, como levantamiento o despostillamientos de juntas.

Las causas más frecuentes para que el material de sello sea deficiente, son:

- Endurecimiento por oxidación del material de sello.
- Pérdida de adherencia con los bordes de las losas.
- Levantamiento del material de sello por efecto del tránsito y movimientos de las losas.
- Escasez o ausencia del material de sello
- Material de sello inadecuado

Niveles de severidad: Se diferencian tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) de acuerdo con la siguiente guía:

B (Bajo) El material de sello se encuentra en general en buena condición en toda la sección o muestra evaluada; pueden presentarse, pero solo en cantidad reducida, algunos de los defectos arriba indicados, pero no existe riesgo de infiltración de material incompresible.

M (Mediano) El material de sello se encuentra en general en condición regular, en toda la sección o muestra; uno o más defectos de la relación arriba indicados ocurren en grado moderado; el material de sello necesita ser reemplazado en un período de dos años.

A (Alto) El material de sello se encuentra en general en condición pobre, o bien no existe; en toda la sección o muestra, uno o más defectos de la relación arriba indicada ocurren con grado de severidad alto, las juntas requieren ser selladas o reselladas a la brevedad.

Medición: Las deficiencias del material de sello no se contabilizan de losa en losa. La calificación asignada se refiere a la condición del material de sello en toda el área.

DESPOSTILLAMIENTO

Rotura, fracturación o desintegración de los bordes de las losas dentro de los 0.60 metros de una junta o una esquina y generalmente no se extiende más allá de esa distancia. Además no se extiende verticalmente a través de la losa sino que intersectan la junta en ángulo

Los despostillamientos se producen como consecuencia de diversos factores que pueden actuar aislada o combinadamente; excesivas tensiones en las juntas ocasionadas por las cargas del tránsito y/o por infiltración de materiales incompresibles; debilidad del concreto en la proximidad de la junta debido a un sobre acabado y excesiva disturbación durante la ejecución de la junta; deficiente diseño y/o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta; acumulación de agua a nivel de las juntas.

Niveles de severidad: Se definen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) combinando el estado de las "piezas" que se forman por el fracturamiento en contacto con la junta, así como el ancho y longitud afectada, de acuerdo con la siguiente guía:

B (Bajo) Pequeños fracturamientos, que no se extienden más de 8 cm a cada lado de la junta, dan lugar a pequeñas piezas que se mantienen bien firmes, aunque ocasionalmente algún pequeño trozo puede faltar.

M (Mediano) Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 8 cm a cada lado de la misma, dando origen a piezas o trozos relativamente sueltos, que pueden ser removidos; algunos o todos los trozos pueden faltar, pero su profundidad es menor de 25 mm.

A (Alto) Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 8 cm a cada lado de la misma, las piezas o trozos han sido removidos por el tránsito y tienen una profundidad mayor de 25 mm.

Medición: Se miden contando y registrando el número de juntas afectadas con cada nivel de severidad, expresándolos en términos de números de losas afectadas, de acuerdo a las siguientes premisas:

- Si el despostillamiento afecta un solo borde de la losa se controla como una losa con despostillamiento.
- Si el despostillamiento ocurre a cada lado de la junta, afectando dos losas adyacentes, se registra como 2 losas.
- Si el despostillamiento se observa en más de un borde de la misma losa se registra como una losa indicando el nivel de severidad correspondiente al borde más dañado.

FISURAS POR MAL FUNCIONAMIENTO DE JUNTAS

Fisuras sinuosas aproximadamente paralelas a la junta, en algunos casos transversalmente y en forma de arcos erráticos, localizados muy próximas a las mismas.

La falta de verticalidad y la inadecuada inserción de los elementos empleados para inducir el corte de la junta, cortes poco profundos, excesiva disturbación durante la ejecución de las juntas son algunas causas frecuentes que provocan una fisura paralela muy próxima a las mismas (doble junta).

Típicamente, la colocación de barras pasadores mal alineados, el empleo de barras de insuficiente diámetro y/o longitud, o bien la corrosión de éstas, impiden el movimiento normal de las juntas, provocando fisuras próximas a la junta transversal, a una distancia de 0.20 a 0.40 metros.

Niveles de severidad: Se definen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) según las características de las fisuras y el estado del pavimento entre éstas y la junta correspondiente, de acuerdo con la siguiente guía:

B (Bajo) Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras finas bien delgadas, de ancho menos de 3 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento y/o dislocamiento.

M (Mediano) Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras de ancho promedio de 3 a 10 mm.
- Fisuras hasta 10 mm con despostillamiento y/o dislocamiento hasta 10 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición insatisfactoria.

- Por despostillamiento, el área entre la fisura y la junta ha comenzado a fracturarse en trozos pequeños.

A (Alto) Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras de ancho promedio mayor de 10 mm.
- Fisuras, selladas o no, con despostillamiento y/o dislocamiento mayor de 10 mm.
- El área entre las fisuras y la junta se ha fracturado en trozos pequeños que se encuentran sueltos y/o removidos por el tránsito.

Medición: Una vez identificada la severidad del daño, se mide contabilizando el número existente en una muestra o sección, en términos de juntas afectadas. Se totaliza el número de juntas que presentan este daño para cada nivel de severidad.

PARCHADOS Y REPARACIONES PARA SERVICIOS PÚBLICOS

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parchado por reparación de servicios públicos es un parche que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo.

Los parchados disminuyen la serviciabilidad de la pista, al tiempo que pueden constituir indicadores, tanto de la intensidad de mantenimiento demandado por una carretera, como la necesidad de reforzar la estructura de la misma. En muchos casos, los parchados, por deficiente ejecución dan origen a nuevas fallas. Si bien los parches por reparaciones en servicios públicos se deben a causas bien diferentes, los niveles de severidad se definen en forma idéntica.

Niveles de severidad: Se definen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) de acuerdo con la siguiente guía:

B (Bajo) El parche se comporta satisfactoriamente, con muy poco deterioro.

M (Mediano) El parche se encuentra moderadamente deteriorado: se evidencia un moderado deterioro o descascaramiento alrededor de sus bordes y/o existe un pequeño desnivel con el pavimento continuo; si se presentan daños en su interior, éstos afectan su superficie.

A (Alto) El parche está severamente dañado. La extensión o importancia de estos daños indican una condición de falla, siendo el reemplazo del parche necesario.

Medición: Se miden contando separadamente según su nivel de severidad, el número de losas afectadas en una determinada sección o muestra, de acuerdo a las siguientes premisas:

- Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa conteniendo esa falla.
- Si una losa tiene parches con más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad observado.

2.3. MARCO NORMATIVO

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

Norma CE.010. Pavimentos Urbanos

Capítulo 6

Mantenimiento de pavimentos

Este capítulo tiene por objeto regular los aspectos técnicos relacionados con el mantenimiento de los pavimentos, con la finalidad de conservar la infraestructura urbana, manteniendo el orden, la circulación y el tránsito; así como uniformizar los criterios de mantenimiento y rehabilitación.

Responsabilidad por la gestión de mantenimiento

Corresponde a las municipalidades y compromete principalmente cinco responsabilidades:

- Planeamiento del programa anual, incluyendo la previsión de los recursos y el presupuesto necesario.
- Disponer que los fondos sean asignados adecuadamente en toda la Red Vial y decidir las prioridades.
- Programar y autorizar los trabajos.
- Responsabilizarse de que las cuadrillas involucradas en el mantenimiento lo hagan de manera adecuada y efectiva.
- Monitorear la calidad y efectividad de las actividades de mantenimiento.

DREANAJE

El termino drenaje se aplica al proceso de remover el exceso de agua para prevenir el inconveniente público y proveer protección contra la perdida de la propiedad y de la vida.

El drenaje urbano, tiene por objetivo el manejo racional del agua de lluvia en las ciudades, para evitar daños en las edificaciones y obras públicas (pistas, redes de agua, redes eléctricas, etc.), así como la acumulación del agua que pueda constituir focos de contaminación y/o transmisión de enfermedades.

Toda nueva habilitación urbana ubicada en localidades, en donde se produzcan precipitaciones frecuentes con lluvia, iguales o mayores a 10 mm en 24 horas, debe contar en forma obligatoria con un sistema de alcantarillado pluvial

En el diseño de pista se deberá prever pendientes longitudinales (SJ y transversales) a fin de facilitar la concentración de agua que incide sobre el pavimento hacia los extremos o bordes de la calzada. Las pendientes a considerar son:

- Pendiente longitudinal > 0.501
- Pendiente transversal de 2% a 4%

Bombeo

La pendiente de las secciones transversales en tramos rectos o “bombeo” tiene por objeto facilitar el drenaje superficial. Esta inclinada puede ser constante en todo el ancho o presentar discontinuidad en el eje de la simetría para que el drenaje se produzca hacia ambos bordes. La magnitud del bombeo dependerá del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona

Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal	Bombeo %	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento superior	2	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5 - 3
Afirmado	3 - 3.5	3 - 4.9

CAPITULO III

DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación, corresponde al método descriptivo, donde las unidades de análisis son identificadas y descritas para explicar e interpretar sistemáticamente el hecho, sus formas de operaciones, recogiendo datos sobre las situaciones ocurridas con el objeto de examinarlos, analizarlos, describirlos y explicar los detalles y con ello determinar su incidencia y características de la investigación.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

Población

La población para el presente estudio está representado por los pavimentos de la ciudad de Juliaca

Muestra

La muestra está representada por las principales Avenidas con pavimentos Rígidos, Flexibles, Mixto (ejecutado primero Rígido y Flexible) de la ciudad de Juliaca, como son:

1. Avenida Huancané
2. Avenida Circunvalación José Ignacion Miranda Lado Norte
3. Autopista Mártires del 4 de Noviembre
4. Avenida Tacna
5. Avenida Mariano Nuñez Butron

3.3. DESCRIPCIÓN DE POBLACIÓN

Avenida Huancané. Esta avenida es uno de los límites entre los distritos de Juliaca y el distrito de San Miguel, y empieza con la intercepción de la avenida circunvalación hasta el puente Independencia con una calzada de 11 metros, con una longitud del carril izquierdo de 2.98 km. Transitan vehículos livianos y pesados, la estructura de la vía es rígido fue ejecutado el 2017.

Avenida Circunvalación José Ignacio Miranda Lado Norte. Avenida principal para la salida de vehículos pesados de la ciudad de Juliaca, que empieza, al finalizar la avenida circunvalación, hasta la avenida Tacna con dos carriles de pavimento Mixto, con un ancho de la calzada de 10.5 metros con una longitud de 3.5 Km. El segundo tramo empieza de la intercepción de la avenida Tacna hasta el ovalo de la salida Puno, con pavimento rígido con un ancho de calzada de 7 metros con una longitud de 11.2 Km.

Autopista Mártires del 4 de Noviembre. Esta autopista es una de las principales salidas de vehículos livianos y pesados de la ciudad de Juliaca, que empieza de la Intercepción de la avenida Tacna hasta el ovalo de la salida Puno, para la evaluación del proyecto de estudio se tomara el margen izquierdo, que cuenta con 3 carriles con pavimento flexible, con un ancho de la calzada de 15 metros con una longitud de 3.1 Km.

Avenida Tacna. Esta avenida es la conexión entre la autopista Mártires y la Avenida circunvalación Norte, para la ejecución del proyecto se tomaron los 2 márgenes, con un ancho de la calzada de 8.15 metros cada uno, con una longitud de 1.01 Km.

Avenida Mariano Nuñez Butron. En esta avenida circulan vehículos livianos, que pasa por el centro de la ciudad de Juliaca, que empieza desde el ovalo de la salida

cuzco hasta el inicio de la Autopista Mártires, que cuenta con un pavimento Mixto, con un ancho de calzada de 7.5 metros con una longitud de 2.54 Km.

3.4. UBICACIÓN DE LA POBLACIÓN

UBICACIÓN

Ubicación Geográfica

El proyecto de investigación se ubica en:

Departamento : Puno

Provincia : San Román

Distrito : Juliaca

Las avenidas para su evaluación

MACROLOCALIZACIÓN

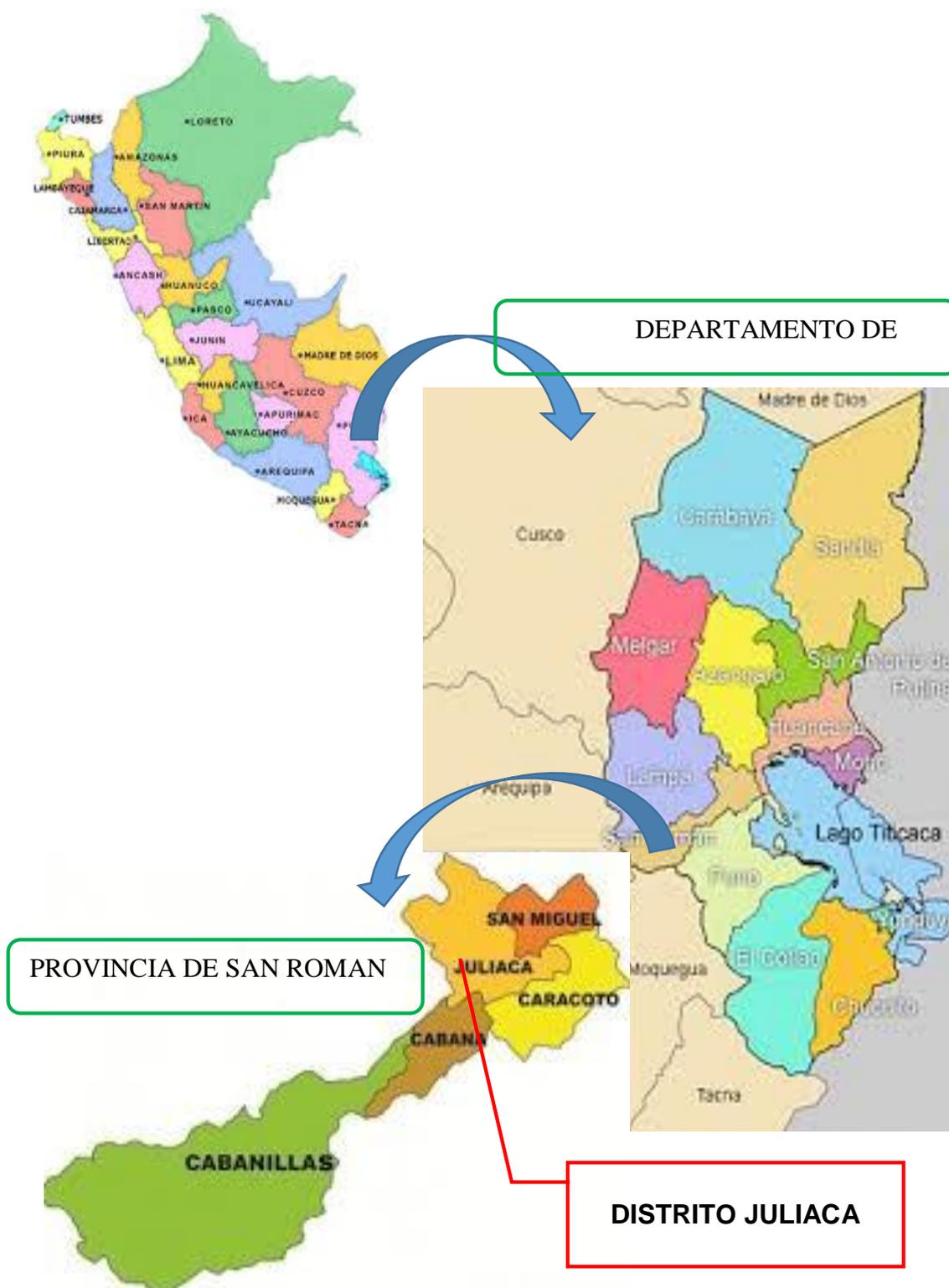


Figura 3. 1.Macrolocalización del Area de Estudio, (Fuente: Elaboración Propia)

MICROLOCALIZACIÓN

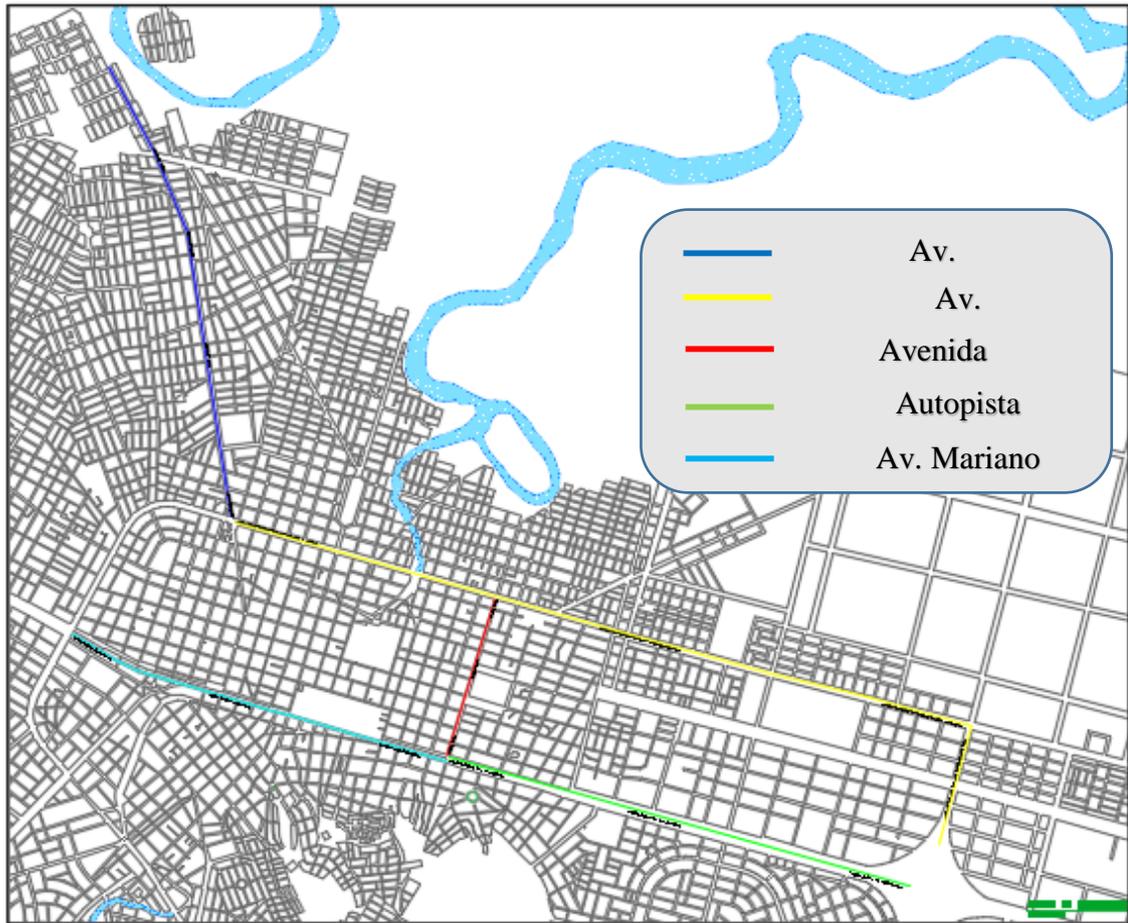


Figura 3. 2. Microlocalización del Area de Estudio, (Fuente: Elaboración Propia).

3.5. MATERIALES

Hoja de registro de datos: documento donde se registrara la información obtenida durante la evaluación del pavimento los datos como son: georefernciacion, severidad del pavimento (Bajo, Medio, Alto), si progresiva del inicio y fin del área de falla del pavimento, fecha de día de la evaluación. Etc.

IMAGEN DE LA EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)			
Evaluado por	Tesisista Bach. Yony Fernandez Valero		
Dirección	Av, Tacna	N° de Tramo	1
Tipo de Pavimento	Flexible	Longitud de Tramo (ml)	2.50
Clase	Vías Colectoras	Ancho de Vía (ml)	1.50
Abscisa Inicial	1+310	Area de Muestra (m2)	3.75
Abscisa Final	1+313	Fecha	22/09/17
TIPOS DE FALLAS			
1.- Piel de Cocodrilo	m2	11.- Parcheo	m2
2.- Exudación	m2	12.- Pulimento de agregados	m2
3.- Agrietamiento en Bloque	m2	13.- Huecos	und
4.- Abultamientos y Hundimientos	ml	14.- Cruce de vía férrea	m2
5.- Corrugación	m2	15.- Ahuellamiento	m2
6.- Depresión	m2	16.- Desplazamiento	m2
7.- Grietas de Borde	ml	17.- Grieta parabólica	m2
8.- Grietas de reflexión de junta	ml	18.- Hinchamiento	m2
9.- Desnivel de carril / berma	ml	19.- Desprendimiento de agregados	m2
10.- Grietas long. Y transversal	ml		
DATOS		IMAGEN	
1.- Perimetro m:	8.01		
2.- Area m2:	3.75		
3.- Severidad:	Bajo		
4.- Estrategia:	No Acción		
5.- Estrategia de solución:	Ninguna		
6.- Año de construcción:			

Figura 3. 3.Ficha para la evaluacion del pavimento (Fuente elavoracion propia)

Wincha: para la obtención de las medidas de las áreas de las fallas.

Se utilizó winchas de 5 y de 50 metros lineales.



Figura 3. 4. winchas de 5 y 50 metros lineales
(Fuente: Elaboracion propia)

Regla de aluminio: se utilizó para medir las deformaciones que se encontraron durante la evaluación en el pavimento.

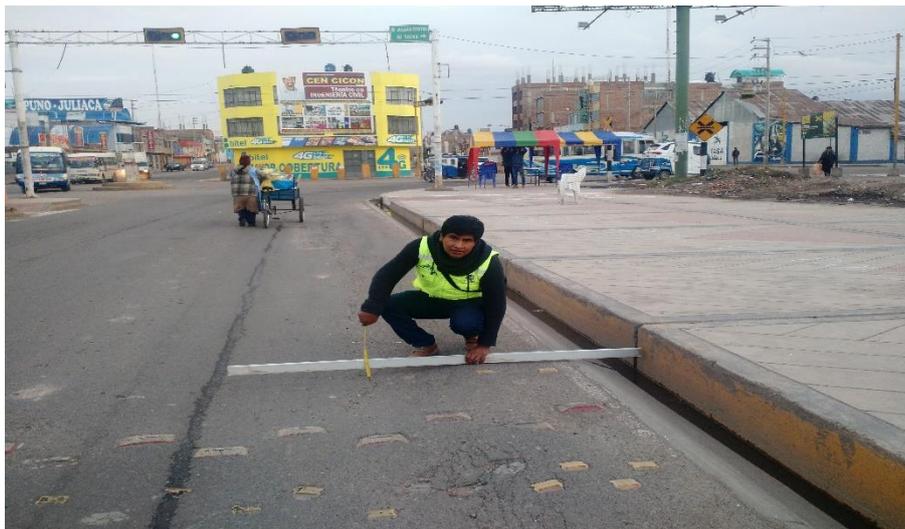


Figura 3. 5. Evaluación del pavimento con una regla de aluminio
(Fuente: Elaboración propia)

Cámara fotográfica: la cámara se utilizó para dejar un registro fotográfico de las áreas afectadas del pavimento, que se detallara en las fichas que se utilizó para la evaluación

de las fallas del pavimento, con finalidad de tener una imagen que detallara el grado de severidad de la falla.



Figura 3. 6. cámara fotográfica (Fuente: Elaboración Propia)

3.6. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO

Se evaluaron los pavimentos en el distrito de Juliaca, para generar un sistema de gestión de pavimento con la finalidad de conservar el pavimento, para generar una base de datos de todas las fallas existentes en los pavimentos de los siguientes tramos:

Tramo	Dirección	Carril		Distancia	Tipo de Pav.
1.	Av. Mariano Núñez Butrón	Izq.	De.	3067	Mixto
2.	Avenida Tacna	Izq.	De.	2148	Flexible
3.	Av. Circunvalación Norte	Izq.	De.	3444	Flexible
4.	Av. Cir. José Ignacio Miranda	Izq.	De.	8382	Rígido
5.	Avenida Huancané	Izq.	De.	5912	Rígido
6.	Autopista Mártires del 4 de Noviembre		De.	3087	Flexible
Total: 26040 ml					

Cuadro 3. 1. Tramos que se evaluarán en el presente trabajo de investigación (Fuente: Elaboración propia)

3.7. FICHA PROPUESTO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE PARA SU

EVALUACIÓN

Información básica

- Nombre del responsable que evaluara el pavimento
- Tipo de pavimento
- Clase de vía
 - Vía expresa
 - Vías arteriales
 - Vías colectoras
 - Vías locales
 - Vías especiales
- Progresiva inicial y final del área afectada del pavimento
- Numero de tramo
- Área de la falla del pavimento
- Fecha de la evaluación

Tipos de fallas en un pavimento flexible

- Piel de Cocodrilo
- Exudación
- Agrietamiento en Bloque
- Abultamientos y Hundimientos
- Corrugación
- Depresión
- Grietas de Borde
- Grietas de reflexión de junta
- Grietas long. Y transversal

- Parqueo
- Pulimento de agregados
- Huecos
- Cruce de vía férrea
- Ahuellamiento
- Desplazamiento
- Grieta parabólica
- Hinchamiento
- Desprendimiento de agregados

Representación de los resultados obtenidos durante la evaluación del pavimento en las fichas propuestas

- Grado de severidad de las fallas obtenidas del pavimento

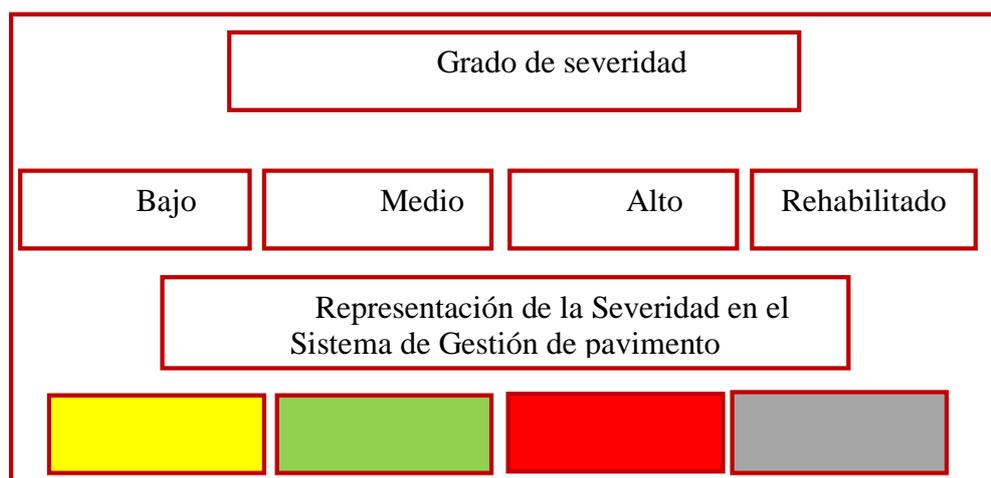


Figura 3. 7. Representación de grado de severidad de las fallas
(Fuente: Elaboración propia)

Estrategias de mantenimiento

- No Acción
- Mantenimiento de Rutina
- Mantenimiento Periodico
- Rehabilitación
- Reconstrucción
- Rehabilitado

Estrategias de solución

- Sellado de Grietas
- Parchado Superficial
- Parchado Profundo
- Sellos Bituminosos
- Fresado
- Sellado de Grietas mayores a 3mm
- Sustitución del Parche
- Tratamiento Superficial
- Reconstrucción del Cruce
- Año de construcción. Información necesaria para saber de cuantos años se presentaran las primeras fallas en el pavimento, esta cantidad de años se contarán a partir de la inauguración del pavimento.

IMAGEN DE LA EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)			
Evaluado por	Tesisista Bach. Yony Fernandez Valero		
Dirección	Av, Tacna	N° de Tramo	1
Tipo de Pavimento	Mixto	Longitud de Tramo (ml)	1.50
Clase	Vías Colectoras	Ancho de Via (ml)	1.00
Abscisa Inicial	1+340	Area de Muestra (m2)	1.50
Abscisa Final	1+342	Fecha	22/09/17
TIPOS DE FALLAS			
1.- Piel de Cocodrilo	m2	11.- Parcheo	m2
2.- Exudación	m2	12.- Pulimento de agregados	m2
3.- Agrietamiento en Bloque	m2	13.- Huecos	und
4.- Abultamientos y Hundimientos	ml	14.- Cruce de vía férrea	m2
5.- Corrugación	m2	15.- Ahuellamiento	m2
6.- Depresión	m2	16.- Desplazamiento	m2
7.- Grietas de Borde	ml	17.- Grieta parabólica	m2
8.- Grietas de reflexión de junta	ml	18.- Hinchamiento	m2
9.- Desnivel de carril / berma	ml	19.- Desprendimiento de agregados	m2
10.- Grietas long. Y transversal	ml		
DATOS		IMAGEN	
1.- Perimetro m:	5		
2.- Area m2:	1.50		
3.- Severidad:	Alto		
4.- Estrategia:	Rehabilitación		
5.- Estrategia de solución:	Parchado Profundo		
6.- Año de construcción:	2003		

Figura 3. 8.Ficha para la evaluación del pavimento (Fuente: Elaboración propia)

3.8. FICHA PARA LA EVALUACION DE LOS DRENAJES

La evaluación de los drenajes es muy importante

Contiene la siguiente información:

Información básica

- Nombre del evaluador responsable
- Dirección del tramo evaluado
- Identidad que se encarga de la evaluación de los drenajes
- Numero de tramo
- Fecha del día de la evaluación

Estado del drenaje evaluado

- Limpieza
- Mantenimiento
- Reconstrucción
- Bueno

FICHA PARA LA EVALUACIÓN DE DRENAJES			
Evaluado por	T esista Bach. Yony Fernandez Valero		
Dirección	Jr. Mariano Nuñez Butron	N° de Tramo	3
Identidad	UNA	Fecha	22/09/17
ESTADO DEL DRENAJE EVALUADO			
Limpieza	Mantenimiento	Reconstrucción	Bueno
IMAGEN DEL DRENAJE EVALUADO			

Figura 3. 9,Ficha para la evaluación de drenajes (Fuente: Elaboración propia)

3.9. FICHA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS VEREDAS

Información básica

- Nombre del evaluador responsable
- Dirección del tramo evaluado
- Identidad que se encarga de la evaluación de los drenajes
- Numero de tramo
- Fecha del día de la evaluación

Estado de la vereda evaluado

- Bueno
- Mantenimiento
- Reconstrucción

FICHA PARA LA EVALUACIÓN DE VEREDAS			
Evaluado por	Tesisista Bach. Yony Fernandez Valero		
Dirección	Jr. Mariano Nuñez Butron	N° de Tramo	3
Identidad	UNA	Fecha	22/09/17
ESTADO DE LA VEREDA EVALUADO			
Bueno	Mantenimiento	Reconstrucción	
IMAGEN DE LA EVALUACIÓN DE LAS VEREDAS			

Figura 3. 10.Ficha para la evaluación de veredas (Fuente: Elaboración propia)

3.10. FICHA PARA LA EVALUACIÓN DE ÁREAS VERDES

Información básica

- Nombre del evaluador responsable
- Dirección del tramo evaluado
- Identidad que se encarga de la evaluación de los drenajes
- Numero de tramo
- Fecha del día de la evaluación

Estado de la vereda evaluado

- Bueno
- Mantenimiento
- Malo no existe

FICHA PARA LA EVALUACIÓN DE AREAS VERDES			
Evaluado por	T esista Bach. Yony Fernandez Valero		
Dirección	Av. Tacna	Area de Muestra (m2)	
Identidad	UNA	Fecha	01/10/17
ESTADO DEL AREA VERDE EVALUADO			
Bueno	Mantenimiento	Malo	No existe
IMAGEN DE LA EVALUACIÓN DEL AREA VERDE			

Figura 3. 11.Ficha para la evaluación de Areas verdes (Fuente: Elaboración propia)

3.11. FICHA PARA LIMPIEZA SOBRE EL PAVIMENTO

Información básica

- Nombre del evaluador responsable
- Dirección del tramo evaluado
- Identidad que se encarga de la evaluación de los drenajes

- Numero de tramo
- Fecha del día de la evaluación

Estado del pavimento evaluado

- Realizar limpieza
- Limpieza realizada

FICHA PARA LIMPIEZA SOBRE EL PAVIMENTO			
Evaluado por	T esista Bach. Yony Fernandez Valero		
Dirección	Jr. Mariano Ñuñez Butron	Area de Muestra (m2)	
Identidad	UNA	Fecha	24/09/17
ESTADO DEL PAVIMENTO EVALUADO			
Realizar limpieza		Limpieza realizada	
IMAGEN DE LA EVALUACIÓN DE LA LIMPIEZA SOBRE EL PAVIMENTO			

Figura 3. 12.Ficha para limpieza sobre el pavimento (Fuente: Elaboración propia)

3.12. FICHA PARA LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN VIAL

Información básica

- Nombre del evaluador responsable
- Dirección del tramo evaluado
- Identidad que se encarga de la evaluación de los drenajes
- Numero de tramo
- Fecha del día de la evaluación

Estado del pavimento evaluado

- Mantenimiento
- Reemplazar
- Bueno

FICHA PARA LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN VIAL			
Evaluado por	Tesisista Bach. Yony Fernandez Valero		
Dirección	Autopista Mártires del 4 de Nov	N° de Tramo	6
Identidad	UNA	Fecha	10/10/17
ESTADO DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN VIAL			
Mantenimiento	Reemplazar	Bueno	
IMAGEN DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN VIAL			
			

Figura 3. 13.Ficha para la evaluación del sistema de contención vial
(Fuente: Elaboración propia)

3.13. FICHA PROPUESTO PARA PAVIMENTO RIGIDO PARA SU EVALUACIÓN

Información básica

- Nombre del responsable que evaluara el pavimento
- Dirección del pavimento a ser evaluada
- Tipo de pavimento
- Clase de vía
 - Vía expresa
 - Vías arteriales
 - Vías colectoras
 - Vías locales

- Numero de tramo
- Área de la falla del pavimento
- Fecha de la evaluación

Tipos de fallas en un pavimento flexible

- Fisura Transversal o Diagonal
- Fisura longitudinal
- Fisura de Esquina
- Losas Subdivididas
- Fisura en Bloque
- Fisura Inducidas
- Levantamiento de Losas
- Dislocamiento
- Hundimiento
- Descascaramiento F. Capilares
- Pulimento de la Superficie
- Peladuras
- Baches
- Deficiencias en el material de sello
- Despostillamiento
- Fisuras por el mal funcionamiento de J.
- Parchados y Reparaciones para servicios

Representación de los resultados obtenidos durante la evaluación del pavimento en las fichas propuestas

- Grado de severidad de las fallas obtenidas del pavimento

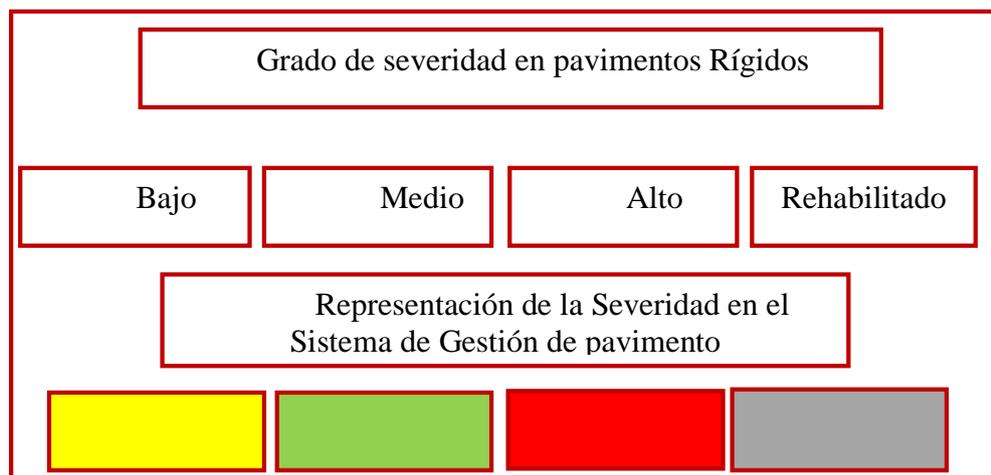


Figura 3. 14. Representación de grado de severidad de las fallas en un pavimento rígido
(Fuente: Elaboración propia)

Estrategias de mantenimiento

- No Acción
- Mantenimiento de Rutina
- Mantenimiento Periodico
- Rehabilitación
- Reconstrucción
- Rehabilitado

Estrategias de solución

- Sellado de Juntas y Grietas hasta 12 mm
- Sellado de Juntas y Grietas de 12 a 20 mm
- Sellado de Juntas y Grietas de 20 a 30 mm
- Sellado de Juntas y Grietas mas de 30 mm
- Reparación en todo el espesor de la losa
- Reparación parcial de la losa
- Fresado de la superficie de la losa

- Nivelación de bermas
- Rehabilitado
- Año de construcción. Información necesaria para saber de cuantos años se presentaran las primeras fallas en el pavimento, esta cantidad de años se contarán a partir de la inauguración del pavimento.

IMAGEN DE LA EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)					
Evaluado por	Tesisista Bach. Yony Fernandez Valero				
Dirección	Av. Cir. Jose Ingnación Miranda	N° de Tramo	4		
Tipo de Pavimento	Rigido	Area de Muestra (m2)	14.68		
Clase	Vías Arteriales	Fecha	03/03/17		
TIPOS DE FALLAS					
1.-	Fisura Transversal o Diagonal	und	10.-	Descascaramiento F. Capilares	und
2.-	Fisura longitudinal	und	11.-	Pulimento de la Superficie	und
3.-	Fisura de Esquina	und	12.-	Peladuras	und
4.-	Losas Subdivididas	und	13.-	Baches	und
5.-	Fisura en Bloque	und	14.-	Deficiencias en el material de sell	und
6.-	Fisura Inducidas	und	15.-	Despostillamiento	und
7.-	Levantamiento de Losas	und	16.-	Fisuras por el mal funcionamiento de	und
8.-	Dislocamiento	und	17.-	Parchados y Reparaciones para servicios	und
9.-	Hundimiento	und			
DATOS					
1.-	Perimetro m:	15.34	Año de construcción:	1990	
2.-	Area m2:	14.68			
3.-	Severidad:	Alto			
4.-	Estrategia:	Reconstrucción			
5.-	Tipo de solución:				
	Reparación en todo el espesor de la losa				
IMAGEN					

Figura 3. 15. Ficha para la evaluación del pavimento rígido
(Fuente: Elaboración propia)

Procedimiento del manejo de datos de la evaluación del pavimento

La evaluación de los tramos y llenado las fichas de la evaluación del pavimento, drenajes, limpieza, áreas verdes, veredas, y sistema de contención vial. Con esta información se procedió a la transferencia a la base de datos del sistema de gestión de pavimento propuesto.

El sistema de gestión de pavimento propuesto está diseñada en el programa Arcgis versión 10.3, en este programa podremos transferir toda la información que se recopiló durante la evaluación del pavimento para nosotros poder organizarlo, administrarlo, analizarlo para la toma de decisión para su mantenimiento futuro de las áreas del pavimento dañado, con la finalidad de conservar el pavimento, que se muestra a continuación:

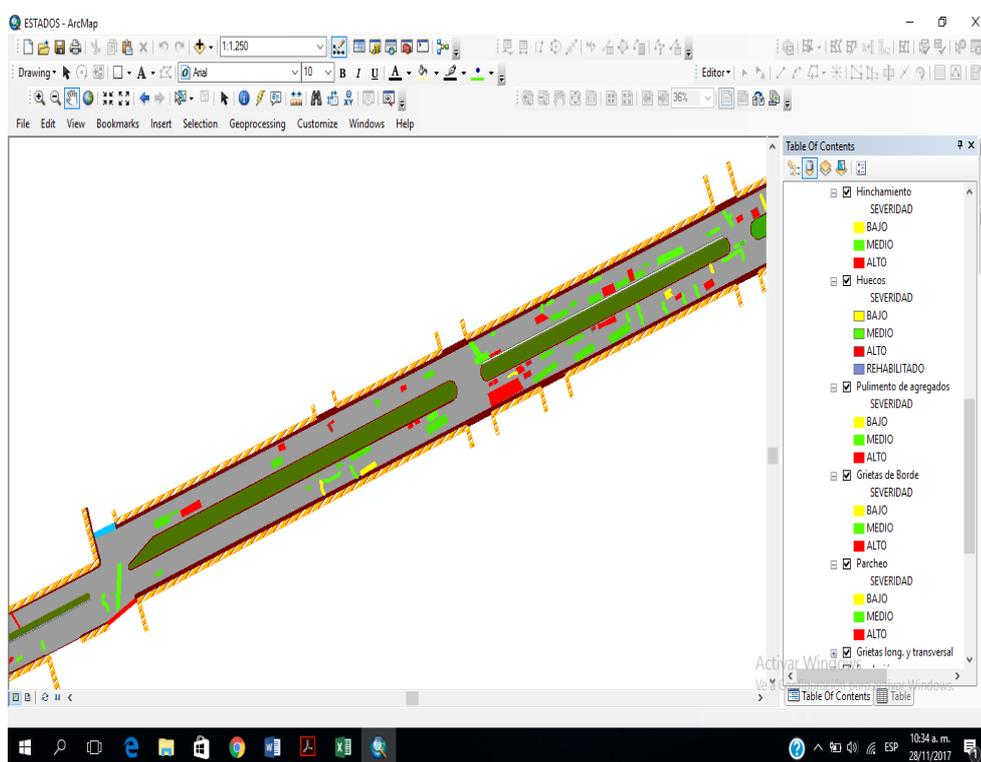
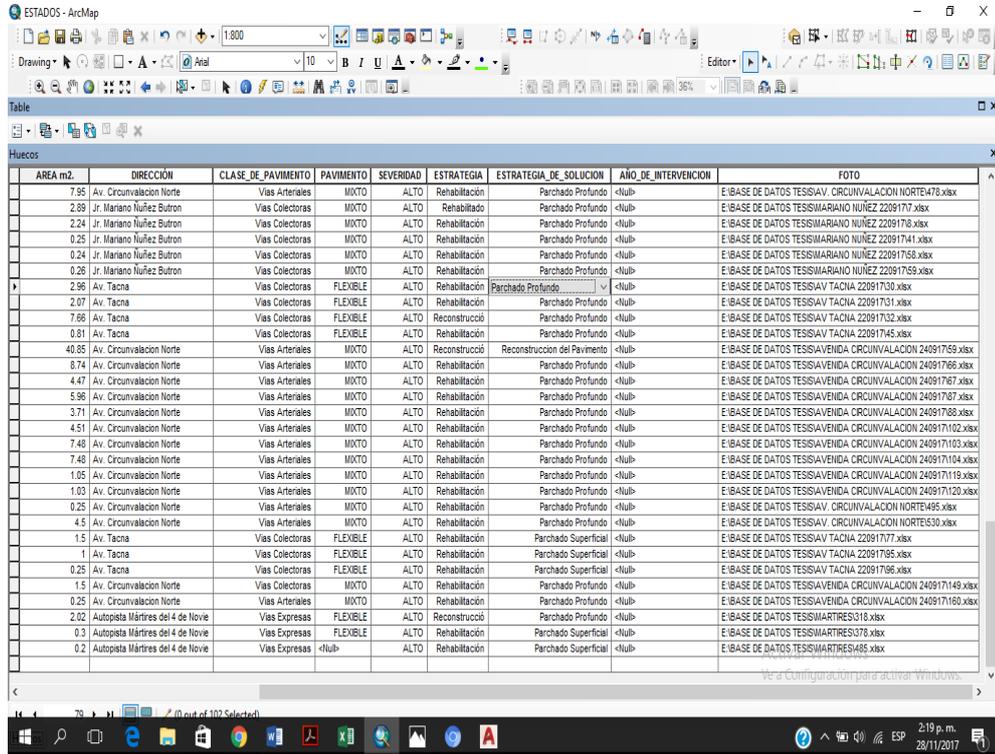


Figura 3. 16. Resultado del sistema de gestión de pavimento propuesto en el programa Arcgis, donde se muestra las fallas con su correspondiente grado de severidad (Fuente: Elaboracion Propia)

El software Arcgis, nos mostrara toda la información de cada uno de las fallas encontradas durante la evaluación del pavimento, que hemos almacenado en el software mencionado, que se muestra a continuación:



AREA m2.	DIRECCIÓN	CLASE DE PAVIMENTO	PAVIMENTO	SEVERIDAD	ESTRATEGIA	ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN	AÑO DE INTERVENCIÓN	FOTO
7.95	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AV. CIRCUNVALACION NORTE/478.xlsx
2.89	Jr. Mariano Nuñez Bultron	Vias Colectoras	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/MARIANO NUÑEZ 22091707.xlsx
2.24	Jr. Mariano Nuñez Bultron	Vias Colectoras	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/MARIANO NUÑEZ 22091708.xlsx
0.25	Jr. Mariano Nuñez Bultron	Vias Colectoras	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/MARIANO NUÑEZ 22091741.xlsx
0.24	Jr. Mariano Nuñez Bultron	Vias Colectoras	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/MARIANO NUÑEZ 22091758.xlsx
0.26	Jr. Mariano Nuñez Bultron	Vias Colectoras	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/MARIANO NUÑEZ 22091759.xlsx
2.96	Av. Tacna	Vias Colectoras	FLEXBLE	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AV TACNA 22091730.xlsx
2.07	Av. Tacna	Vias Colectoras	FLEXBLE	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AV TACNA 22091731.xlsx
7.66	Av. Tacna	Vias Colectoras	FLEXBLE	ALTO	Reconstrucción	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AV TACNA 22091732.xlsx
0.81	Av. Tacna	Vias Colectoras	FLEXBLE	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AV TACNA 22091745.xlsx
40.85	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Reconstrucción	Reconstrucción del Pavimento	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AVENIDA CIRCUNVALACION 24091769.xlsx
8.74	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AVENIDA CIRCUNVALACION 24091766.xlsx
4.47	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AVENIDA CIRCUNVALACION 24091767.xlsx
5.96	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AVENIDA CIRCUNVALACION 24091767.xlsx
3.71	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AVENIDA CIRCUNVALACION 24091768.xlsx
4.51	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AVENIDA CIRCUNVALACION 240917102.xlsx
7.48	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AVENIDA CIRCUNVALACION 240917103.xlsx
7.48	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AVENIDA CIRCUNVALACION 240917104.xlsx
1.05	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AVENIDA CIRCUNVALACION 240917119.xlsx
1.03	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AVENIDA CIRCUNVALACION 240917120.xlsx
4.5	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AV. CIRCUNVALACION NORTE/495.xlsx
1.5	Av. Tacna	Vias Colectoras	FLEXBLE	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AV. CIRCUNVALACION NORTE/530.xlsx
1	Av. Tacna	Vias Colectoras	FLEXBLE	ALTO	Rehabilitación	Parchado Superficial	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AV TACNA A 22091707.xlsx
0.25	Av. Tacna	Vias Colectoras	FLEXBLE	ALTO	Rehabilitación	Parchado Superficial	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AV TACNA A 22091708.xlsx
1.5	Av. Circunvalacion Norte	Vias Colectoras	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Superficial	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AV TACNA 22091708.xlsx
0.25	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AVENIDA CIRCUNVALACION 240917149.xlsx
0.25	Av. Circunvalacion Norte	Vias Arteriales	MXTO	ALTO	Rehabilitación	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/AVENIDA CIRCUNVALACION 240917160.xlsx
2.02	Autopista Mártires del 4 de Novie	Vias Expresas	FLEXBLE	ALTO	Reconstrucción	Parchado Profundo	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/WARTRES/318.xlsx
0.3	Autopista Mártires del 4 de Novie	Vias Expresas	FLEXBLE	ALTO	Rehabilitación	Parchado Superficial	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/WARTRES/378.xlsx
0.2	Autopista Mártires del 4 de Novie	Vias Expresas	<Null>	ALTO	Rehabilitación	Parchado Superficial	<Null>	E:BASE DE DATOS TESIS/WARTRES/495.xlsx

Figura 3. 17. Tabla de atributo del Sistema de Gestión de Pavimento propuesto donde se encuentra toda la información de cada falla y su respectiva solución propuesta, que se encontró durante la evaluación del pavimento (Fuente: Elaboración propia)

La aplicación del sistema gestión de pavimentos propuesta, proporciona la información en un solo grupo de archivos, con la opción de Hipervincular la ficha de evaluación de la falla, con la información almacenada en el software Arcgis, que se muestra a continuación:

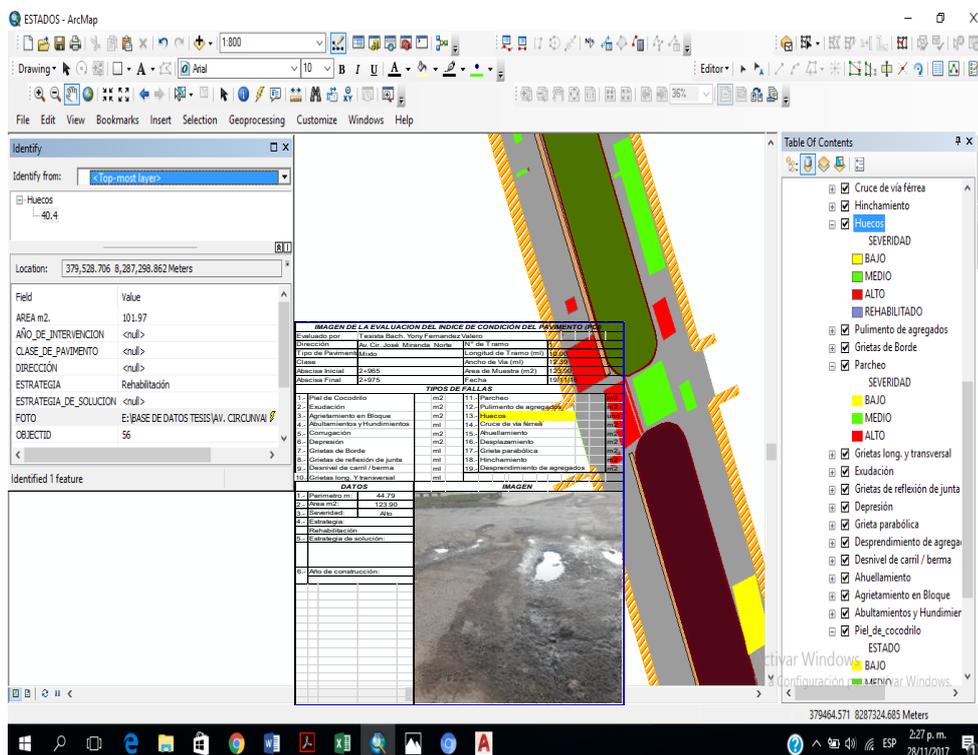


Figura 3. 18. El Programa Arcgis hipervincula su base de datos con la fichas de cada uno de las áreas afectadas en el pavimento (Fuente: Elaboración propia)

El sistema de gestión de pavimento propuesta no solo da importancia al pavimento evaluado sino también a los drenajes que existe paralelo al tramo evaluado, porque el drenaje cumple una función principal de evacuar las aguas pluviales que son un peligro para el pavimento, estos drenajes deben estar limpios para la buena evacuación de las aguas pluviales, que se muestra a continuación:

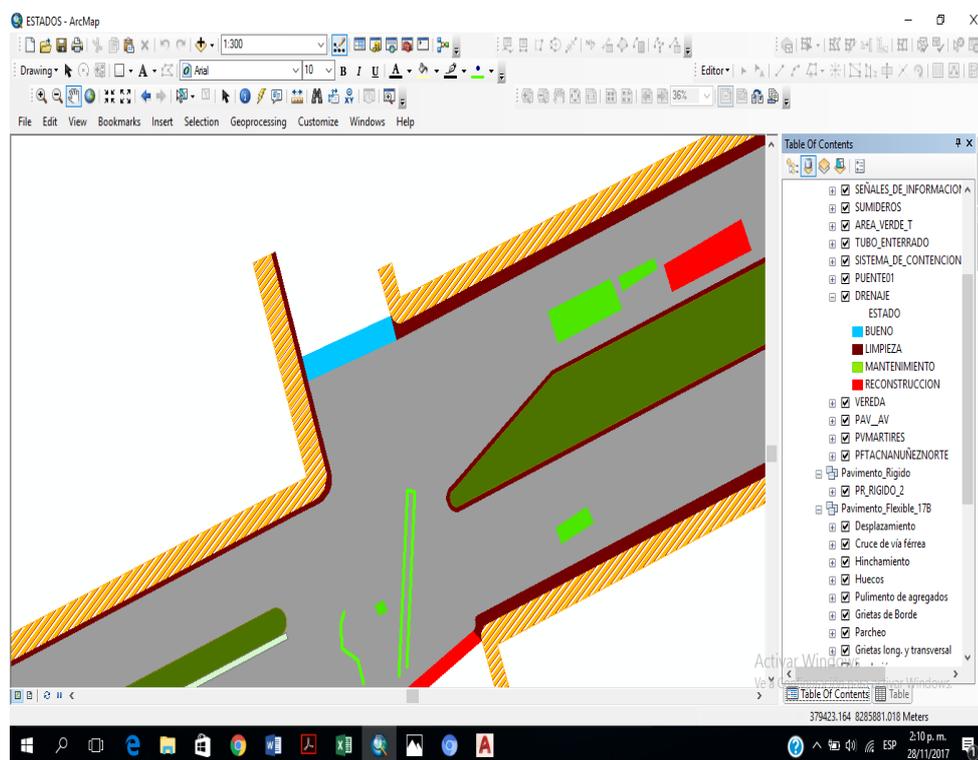


Figura 3. 19.Resultado del sistema de gestión de pavimento propuesto en el programa Arcgis, donde se muestra los drenajes de aguas pluviales con su correspondiente grado de falla (Fuente: Elaboración Propia)

En la figura 3.20. Se muestra la evaluación del pavimentos rígidos en la Avenida circunvalación José Ignacio miranda que cuenta con 2030 losas. Que se muestra a continuación.

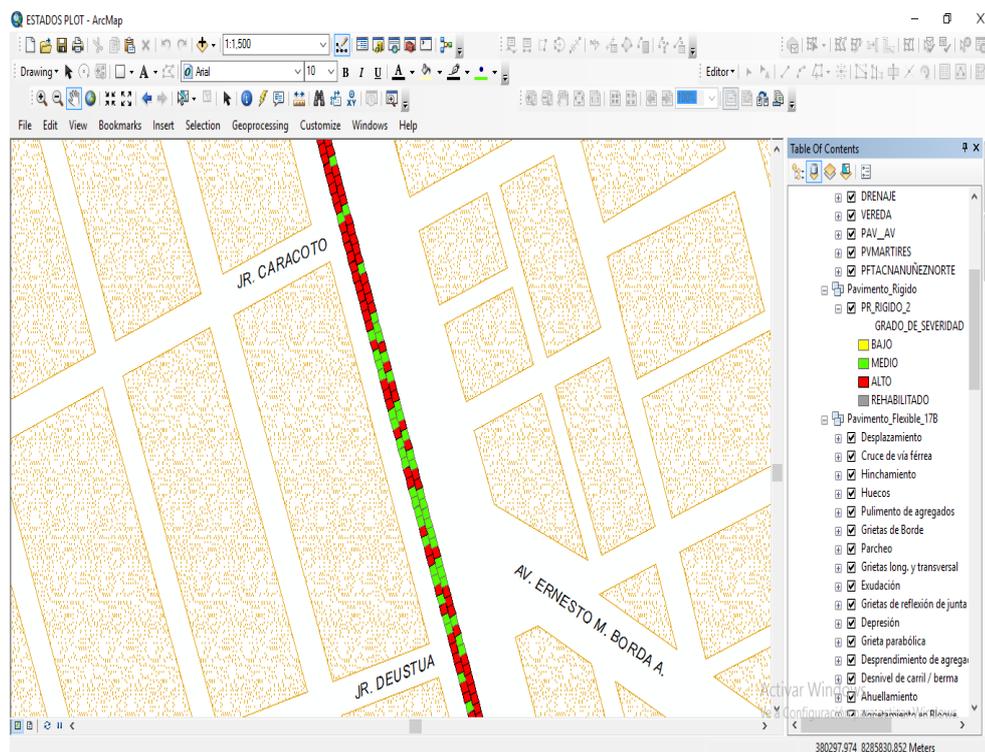


Figura 3. 20. Evaluación de pavimentos rígidos (Fuente: Elaboracion propia)

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de la presente investigación se representaran por un cuadro de barras, las cantidades de fallas según su tipo y su grado de severidad, tanto para pavimentos flexibles como rígidos,

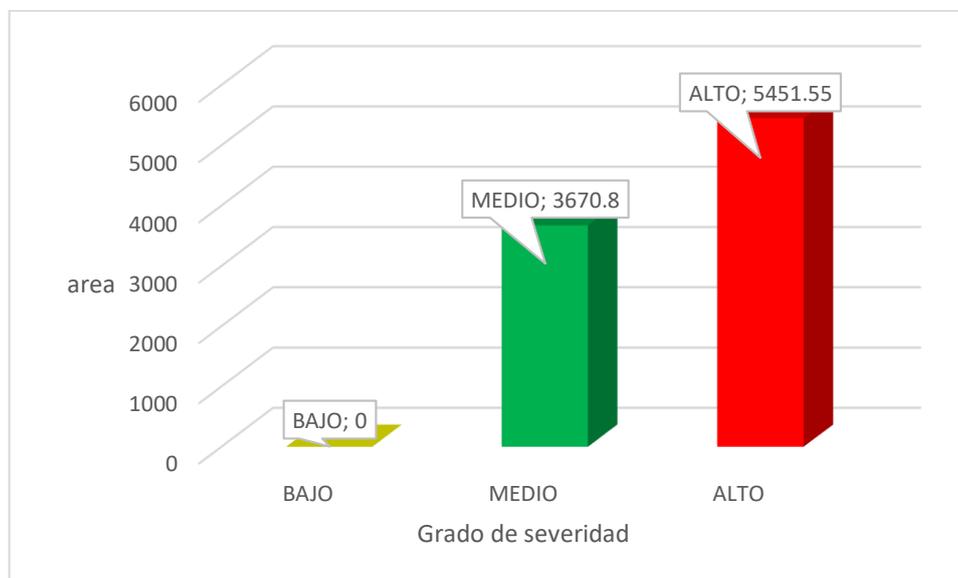
En la tabla 4.1. se muestra los resultados de la evaluacion del pavimento rigido de la Avenida Circunvalacion Jose Ignacio Miranda, con sus grados deseveridad y numero de fallas por severidad

Tabla 4. 1.Resultado de la evaluación de los pavimentos rígidos, con su grado de severidad y el número de fallas por severidad, y su tipo de falla

TIPOS DE FALLAS EN UN PAVIEMTO RIGIDO	EVALUACION DEL PAVIEMTO RIGIDO - AVENIDA CIRCUNVALACION JOSE IGNACIO MIRANDA				
	NIVEL DE SEVERIDAD			TOTAL m2	NUMERO DE FICHAS EVALUADAS
	BAJO	MEDIO	ALTO		
Fisura Transversal o Diagonal	0	3670.78	5451.55	9122.33	
Numero de fallas por severidad	0	250	372		622
Fisura longitudinal	0	411.13	117.45	528.58	
Numero de fallas por severidad	0	28	8		36
Fisura de Esquina	14.68	484.54	646.06	1145.28	
Numero de fallas por severidad	1	33	44		78
Losas Subdivididas	337.71	7887.13	5989.93	14214.77	
Numero de fallas por severidad	23	538	408		969
Fisura en Bloque	0	469.86	1629.83	2099.69	
Numero de fallas por severidad	0	32	111		143
Fisura Inducidas	0	14.68	14.68	29.36	
Numero de fallas por severidad	0	1	1		2
Hundimiento	0	14.68	337.71	352.39	
Numero de fallas por severidad	0	1	23		24
Descascaramiento F. Capilares	0	58.73	161.51	220.24	
Numero de fallas por severidad	0	2	3		5
Peladuras		29.36	29.36	58.72	
Numero de fallas por severidad	0	2	2		4
Baches	0	0	2055.64	2055.64	
Numero de fallas por severidad	0	0	140		140
Parchados y Reparaciones para servicios	0	29.36	73.4	102.76	
Numero de fallas por severidad	0	2	5		7
			TOTAL	29929.76	2030

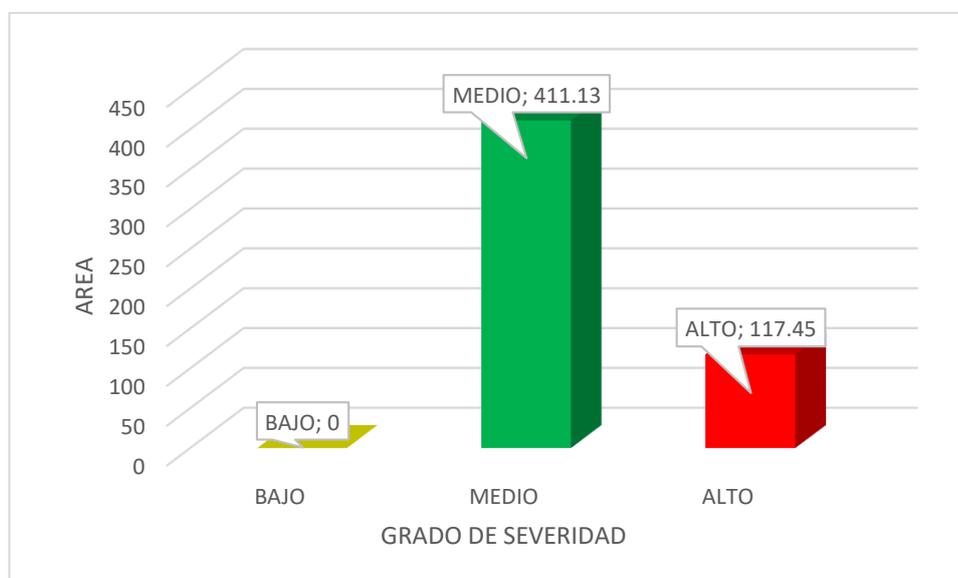
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Del gráfico 4.1, podemos mencionar que las fallas en el pavimento rígido tipo fisuras transversal o diagonales con un indicador alto es de 5451.55 m², con un indicador medio es 3670.8m².



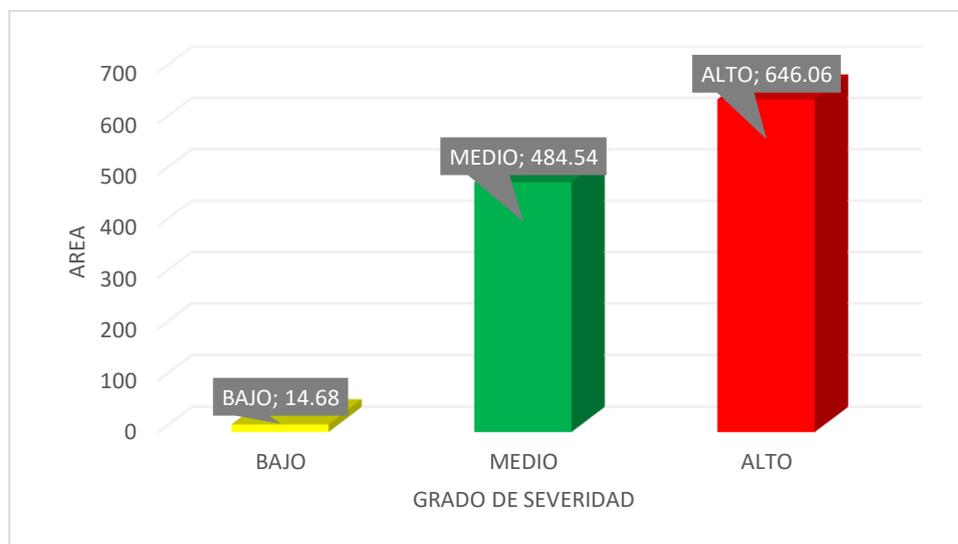
Grafica 4. 1.Fallas de pavimento rígido tipo Figura transversal o Diagonal (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Observando el gráfico 4.2, podemos ver claramente que la falla en el pavimento rígido según fisura longitudinal con un indicador medio es de 411.13m².



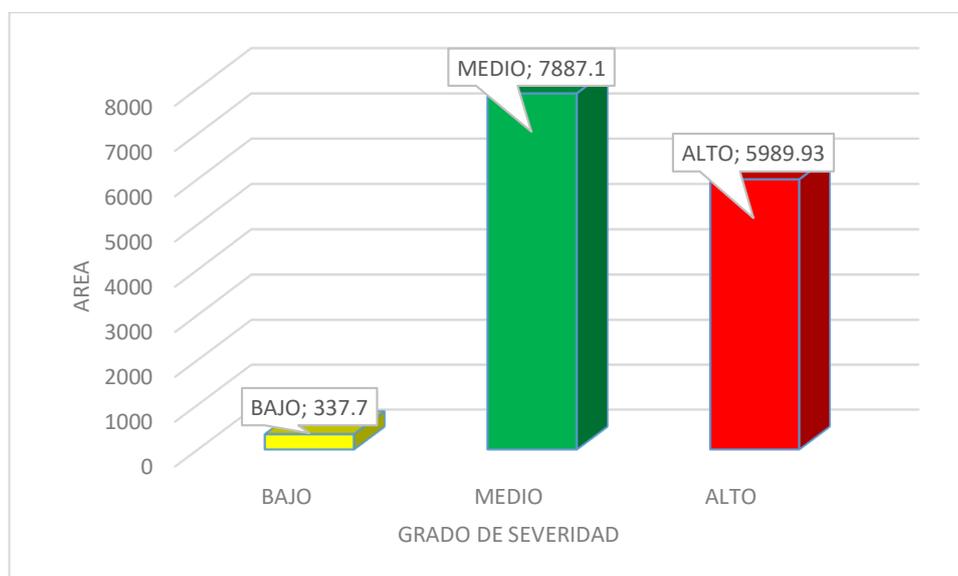
Grafica 4. 2. Falla en pavimento rígido tipo Figura Longitudinal (Fuente: Elaboracion propia)

Interpretación: Del gráfico 4.3. se puede ver que el grado de severidad de las fallas del pavimento rígido tipo fisuras de esquina con indicador alto es de 646.06 m², con indicador medio es 484.54m² y con indicador bajo solamente de 14.68m²



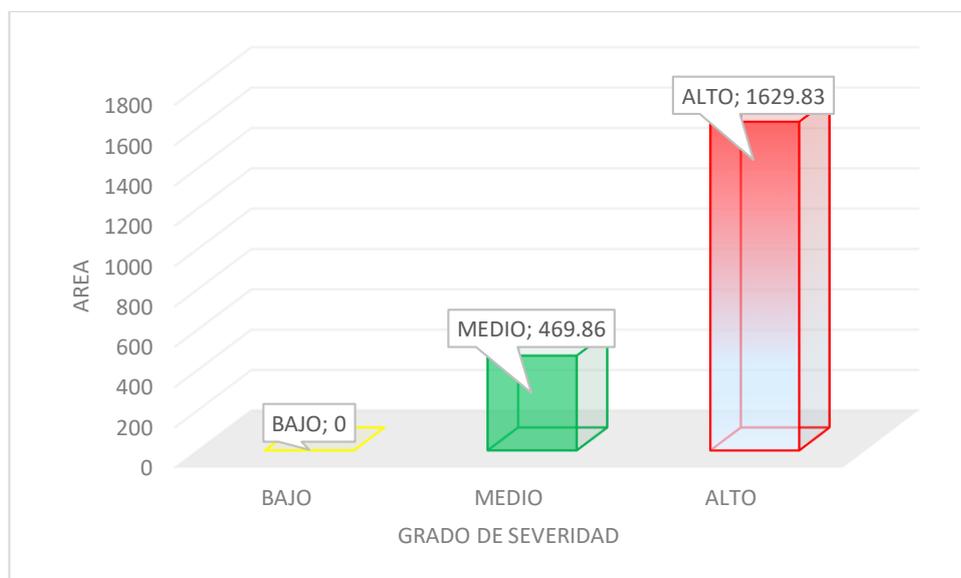
Grafica 4. 3.Fallas de pavimento rígido tipo Figura de Esquina
(Fuente: Elaboracion propia)

Interpretación: Del gráfico 4.4. El grado de severidad de las fallas tipo losas subdivididas con indicador medio es 7887.1 m², con indicador alto 5989.93m², por otra parte con indicador bajo 337.7 m²



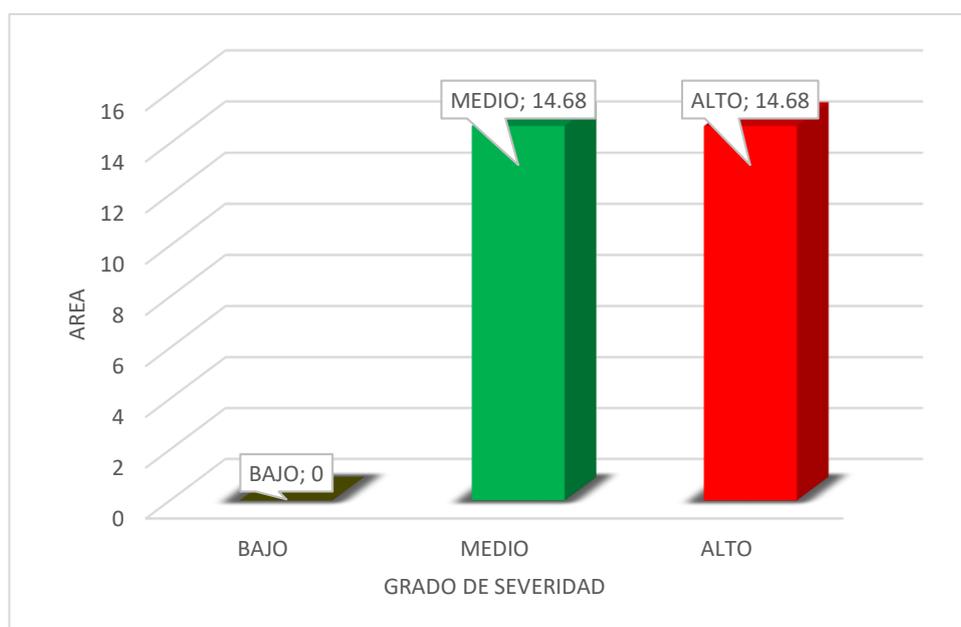
Grafica 4. 4,Fallas de pavimento rígido tipo Losas Subdivididas
(Fuente: Elaboracion propia)

Interpretación: Del gráfico 4.5. Podemos ver claramente que las fallas de pavimento rígido tipo fisuras en bloque con indicador alto es de 1629.83 m²



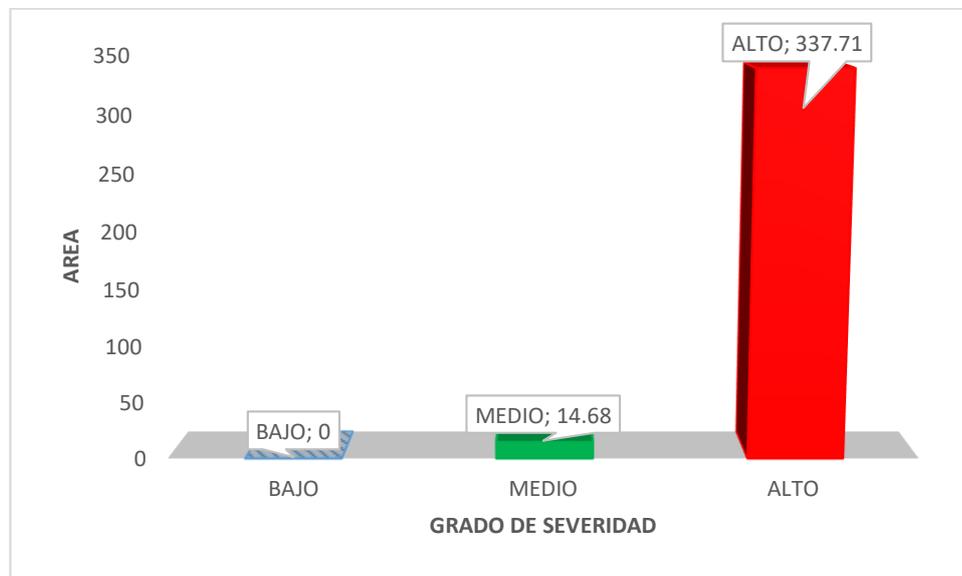
Grafica 4. 5. Fallas de pavimento rígido tipo Fisura en Bloque
(Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Del gráfico 4.6. Podemos ver que el grado de severidad de las fallas tipo fisuras inducidas con indicador alto y medio ambos de 14.68m².



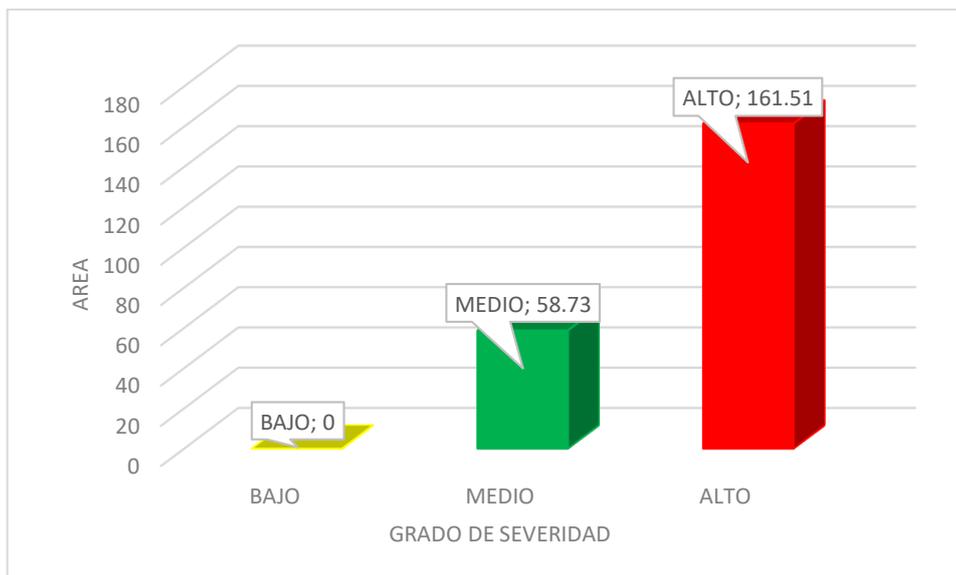
Grafica 4. 6, Fallas de pavimento rígido tipo Fisura Inducidas
(Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Del gráfico 4.7. Podemos mencionar que el área con grado de severidad alto de las fallas en el pavimento rígido tipo hundimiento es de 337.71m², con indicado medio es de 14.68m².



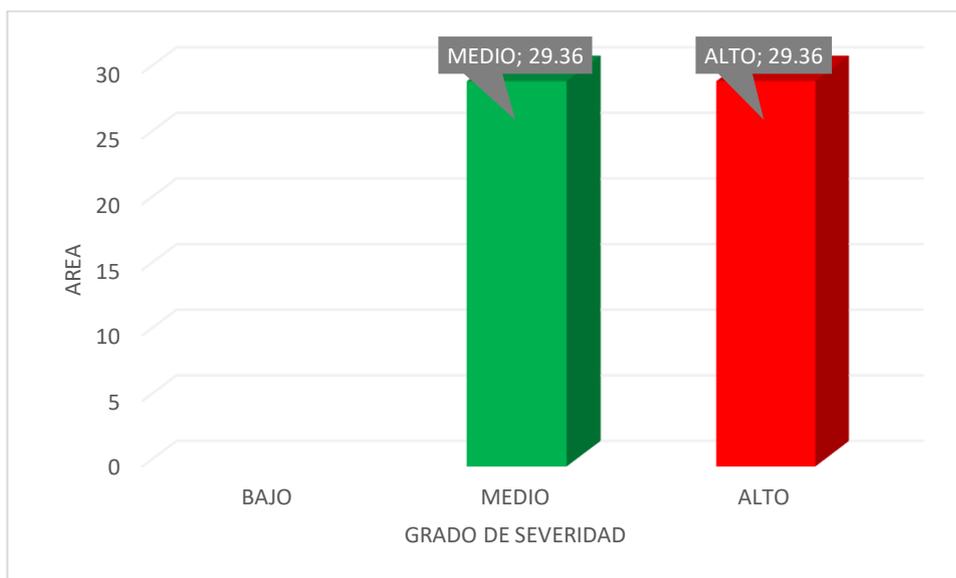
Grafica 4. 7. Fallas de pavimento rígido tipo Hundimiento
(Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Del gráfico 4.8. Podemos ver claramente que el descascamiento F. Capilares tiene un grado de severidad alto de 161,51m² y medio de 58.73m².



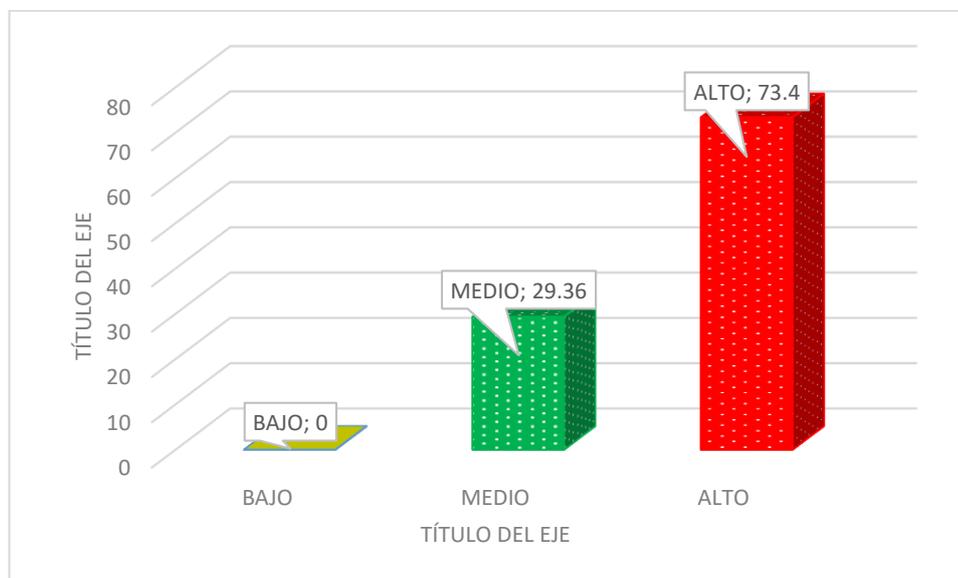
Grafica 4. 8. Fallas de pavimento rígido tipo Descascaramiento F. Capilares (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Del grafico 4.9. Podemos observar que el grado de severidad de las fallas en los pavimentos rígidos tipo peladuras con indicador alto y medio, ambos son de 29.36m².



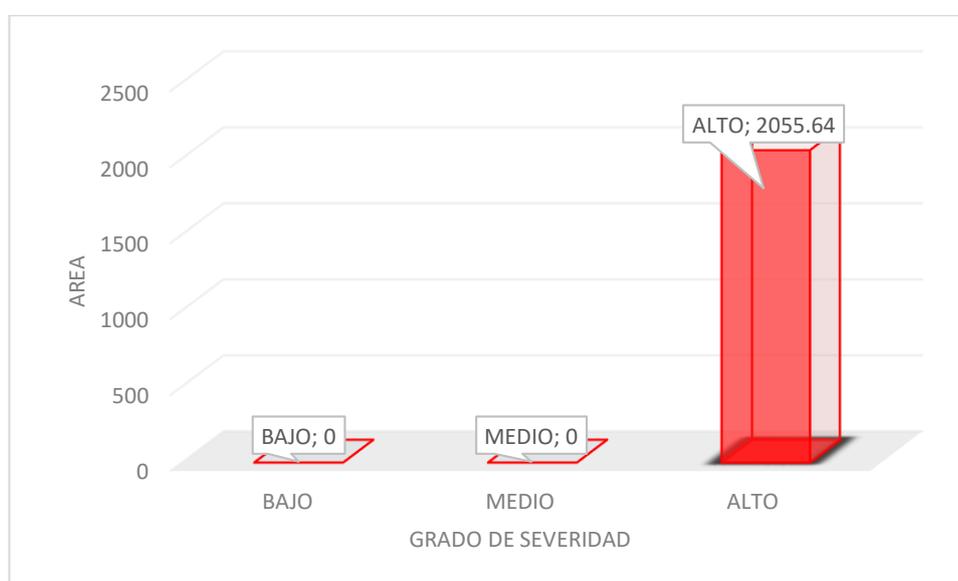
Grafica 4. 9. Fallas de pavimento rígido tipo Peladuras (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Del gráfico 4.10. Mencionamos que las fallas en los pavimentos rígido tipo parchados y reparaciones para servicios tiene un grado de severidad alto de 73.4m² y grado medio de 29.36m².



Gráfica 4. 10. Fallas de pavimento rígido tipo Parchados y Reparaciones para servicios (Fuente: Elaboración Propia)

Interpretación: Según el gráfico 4.11. Podemos ver claramente que las fallas en los pavimentos rígidos tipo baches tienen un grado de severidad alto representado por un área de 2055.54m²



Gráfica 4. 11. Fallas de pavimento rígido según baches (Fuente: Elaboración Propia)

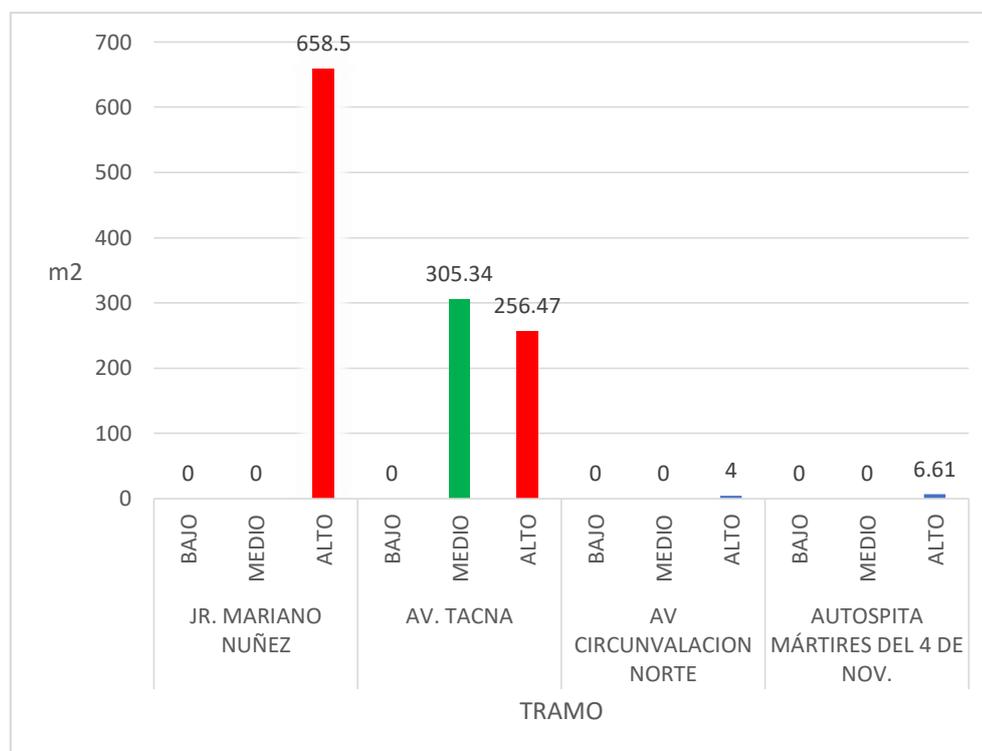
En la tabla 4.2. se muestra los resultados de la evaluación del pavimento flexible de las avenidas Mariano Nuñez, Tacna, Circunbalacion Jose Ignacio Miranda y la Autopista Martires del 4 de Noviembre, con sus grados de severidad y numero de fallas por severidad.

Tabla 4. 2. Resultado de la evaluación de los pavimentos flexible por tramos, con su grado de severidad y el número de fallas por severidad, y su tipo de falla.

TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES	UND	TRAMOS PARA LA EVALUACION DEL PAVIMENTO															TOTAL m ² , ml	NUMERO DE FICHAS EVALUADAS
		MARIANO NUÑEZ			Av.TACNA			AV CIRCUNVALACION NORTE			AUTOPISTA MARTIRES DEL 4 DE NOV							
		BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO		
Piel de Cocodrilo	m ²	0	0	658.5	0	305.34	256.47	0	0	4	0	0	0	0	6.61	1230.92	51	
Numero de elementos por severidad		0	0	3	0	24	20	0	0	1	0	0	0	0	3			
Agrietamiento en Bloque	m ²	0	10.28	0	19.2	17.51	4.32	0	0	210.59	0	0	0	99.9	361.8			
Numero de elementos por severidad		0	2	0	3	5	1	0	0	5	0	0	0	1			17	
Abultamientos y Hundimientos	ml	0	0	0	0	0	3.98	0	0	0	0	0	0	0	3.98			
Numero de elementos por severidad		0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0			3	
Grietas de Borde	ml	0	17.69	17.87	0	0	0	0	0	11.6	0	0	0	0	48.25			
Numero de elementos por severidad		0	3	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0			10	
Desnivel de carril / berma	ml	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15			
Numero de elementos por severidad		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			1	
Grietas long. Y transversal	ml	34.74	887.3	80.99	26.81	237.41	29.95	0	51.99	93.99	0	117	0	0	1560.18			
Numero de elementos por severidad		7	121	14	6	33	6	0	7	10	0	18	0	0			222	
Parcheo	m ²	84.66	59.2	32.08	334.31	107.43	158.23	286.81	27.85	604.16	52.14	0	0	0	1746.87			
Numero de elementos por severidad		2	5	4	10	11	8	20	3	6	2	0	0	0			71	
Huecos	m ²	0.37	25.44	59.14	0.5	0.7	49.73	0	0.49	273.76	0	0	0	2.52	412.65			
Numero de elementos por severidad		1	17	26	2	1	15	0	1	36	0	0	0	3			102	
Ahuellamiento	m ²	0	0	681.76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	681.76			
Numero de elementos por severidad		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			1	
Desprendimiento de agregados	m ²	50.1	349.91	1424.6	382.12	34.51	168.53	173.09	1012.24	7781.37	567.17	0	0	0	11943.6			
Numero de elementos por severidad		1	7	12	3	3	6	1	12	23	3	0	0	0			71	
															1627.41 ml		549	
															16377.6 m ²			
															TOTAL			

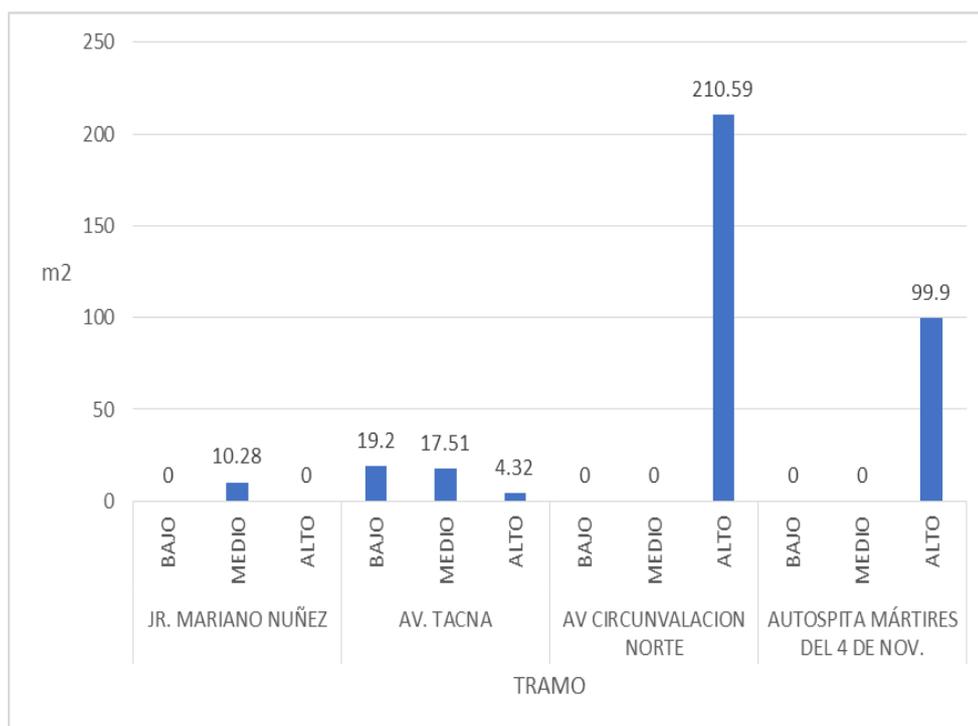
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Del gráfico N° 4.12. Podemos observar que en el tramo del Jr. Mariano Nuñez tenemos falla piel de Cocodrilo con un indicador alto 658.5 m², en la Av. Tacna con un indicador medio 305.34 m² y con un indicador alto 256.47 m², por otra parte, en la Av. Circunvalación y Autopista Mártires del 4 de noviembre no se visualiza estas grietas.



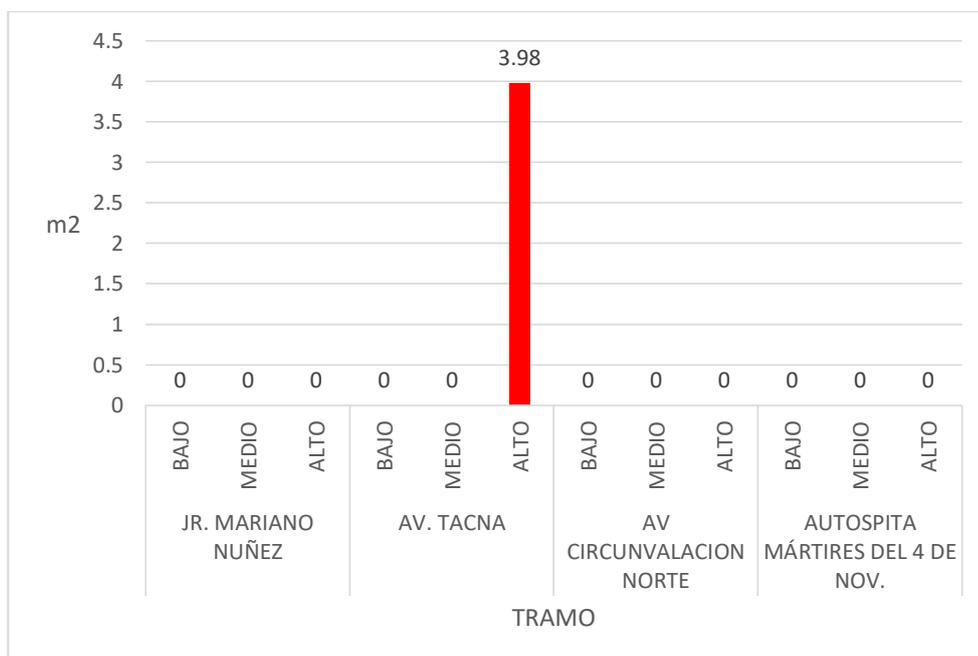
Grafica 4. 12. Resultados por tramos del tipo de falla Piel de Cocodrilo
(Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Del gráfico N° 4.13. A cerca de agrietamiento en bloque se ve claramente que la barra más resaltante corresponde al tramo de la Av. Circunvalación norte con un indicador alto y con un área de 210.59m², 99.9 m² en la Autopista Mártires del 4 de noviembre, además en el Jr. Mariano Nuñez y la Av. Tacna se observa que en los indicadores tenemos menos del 20 m²



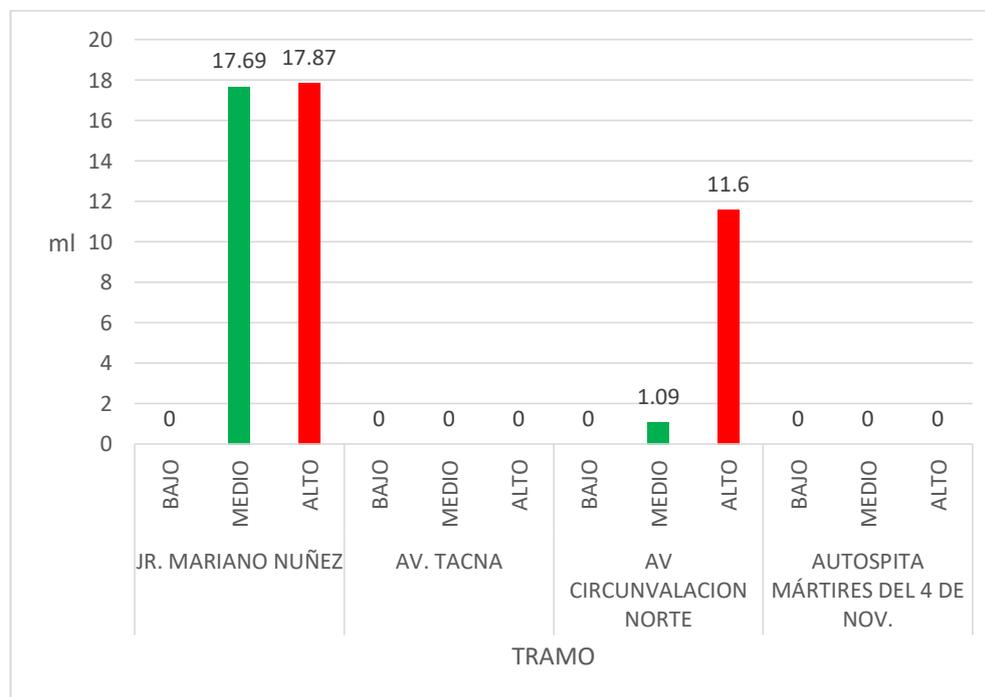
Grafica 4. 13. Resultados por tramos del tipo de falla Agrietamiento en Bloque (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Del gráfico N° 4.14. Observamos que solamente en el Tramo de la Av. Tacna existe 3.98m² de abultamientos y hundimientos de pavimento flexible.



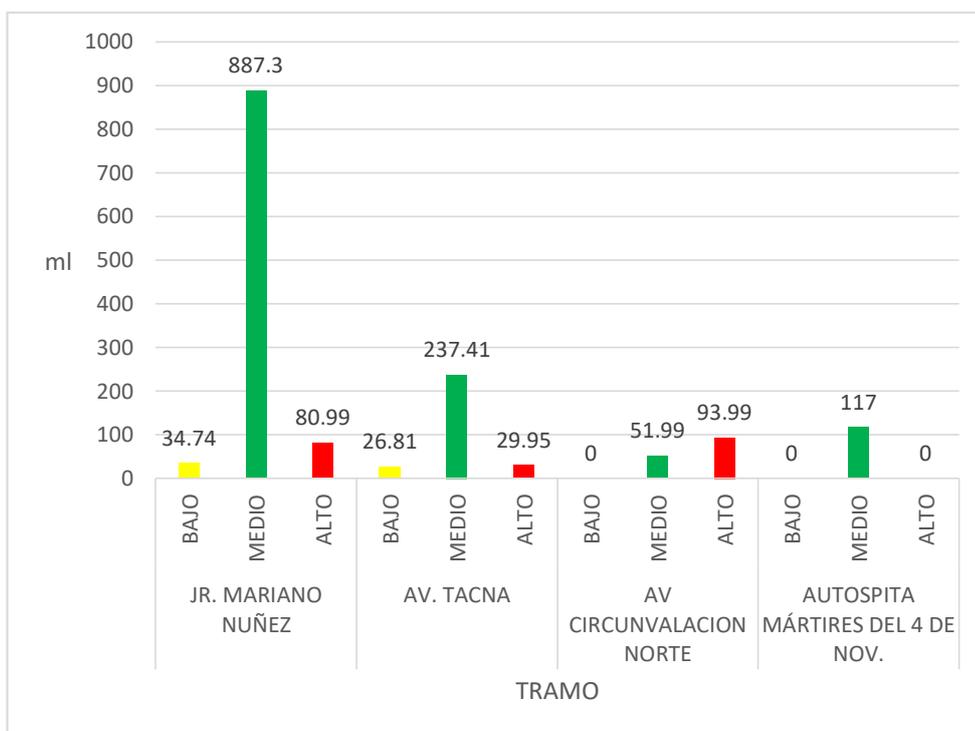
Grafica 4. 14. Resultados por tramos del tipo de falla Abultamiento y Hundimientos (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Del gráfico N° 4.15. Observamos que en el tramo del Jr. Mariano Nuñez, existe 17.87m² con un indicador alto de grietas de borde y 17.69m² con un indicador medio, también en la Av. Circunvalación existe 11.6 m² con un indicador alto, por otra parte los 2 tramos restantes no existen ese tipo de fallas.



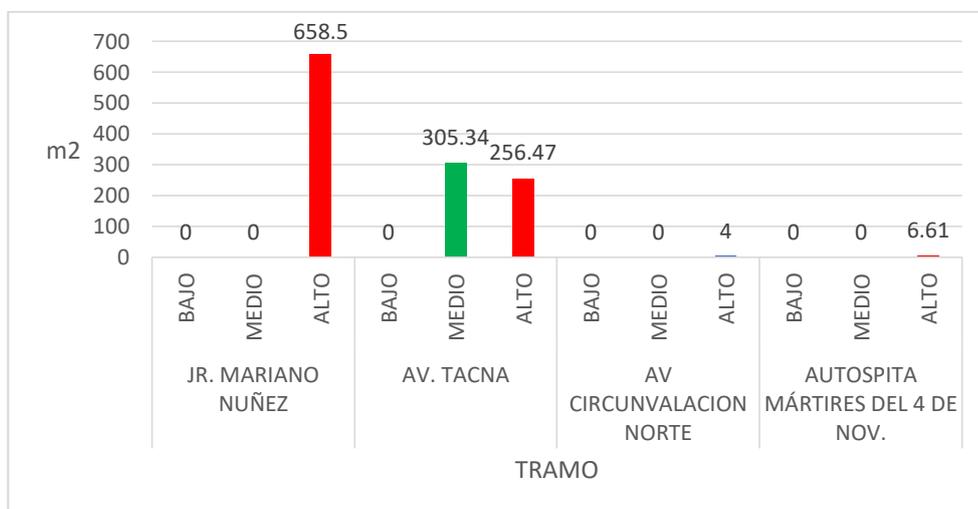
Grafica 4. 15.Resultados por tramos del tipo de falla Grieta de Borde
(Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Del gráfico N° 4.16. A cerca de las grietas longitudinal y transversal vemos que la barra más resaltante respecto a las otras es en el tramo del Jr. Mariano Nuñez con 887.3m² estando éste valor en un indicador medio, en la Av. Tacna con 237.41m², en la Autopista mártires del 4 de noviembre con 117m² con indicador medio y en la Av. Circunvalación 93.99 con indicador alto.



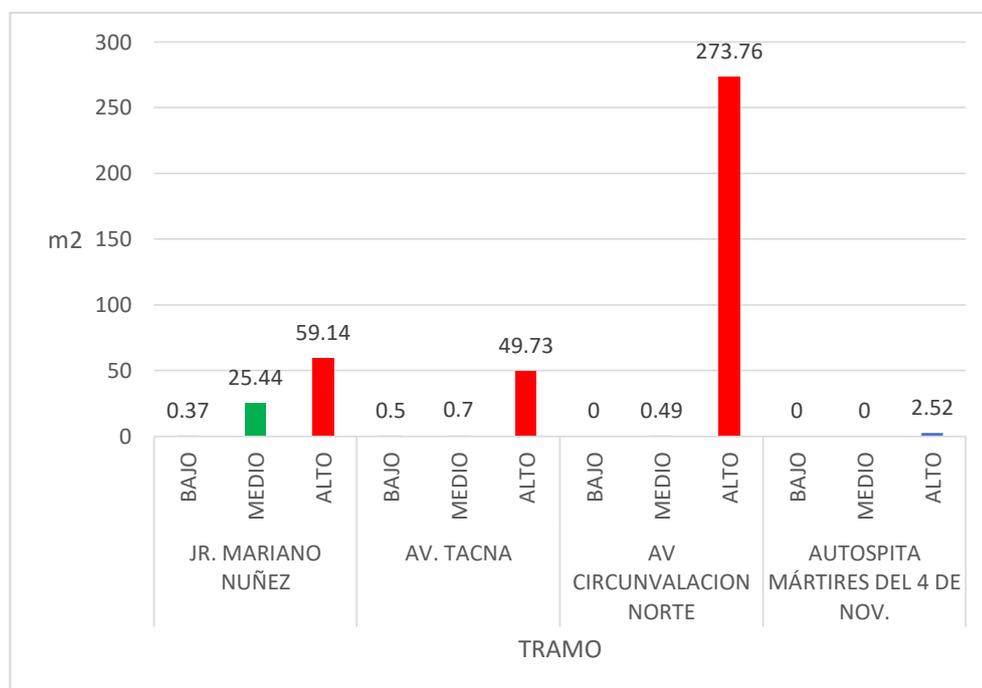
Grafica 4. 16.Resultados por tramos del tipo de falla Grieta Longitudinal y Transversal (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Del gráfico N° 4.17. Podemos mencionar que el J. Mariano Nuñez tiene 658.5m² de parcheo con un indicador alto, mientras que en la Av. Tacna con un indicador alto tiene 256.47m² y con un indicador medio 305.34m², respecto a los demás tramos no son muy relevantes puesto que el parcheo que existe es menor que 7m².



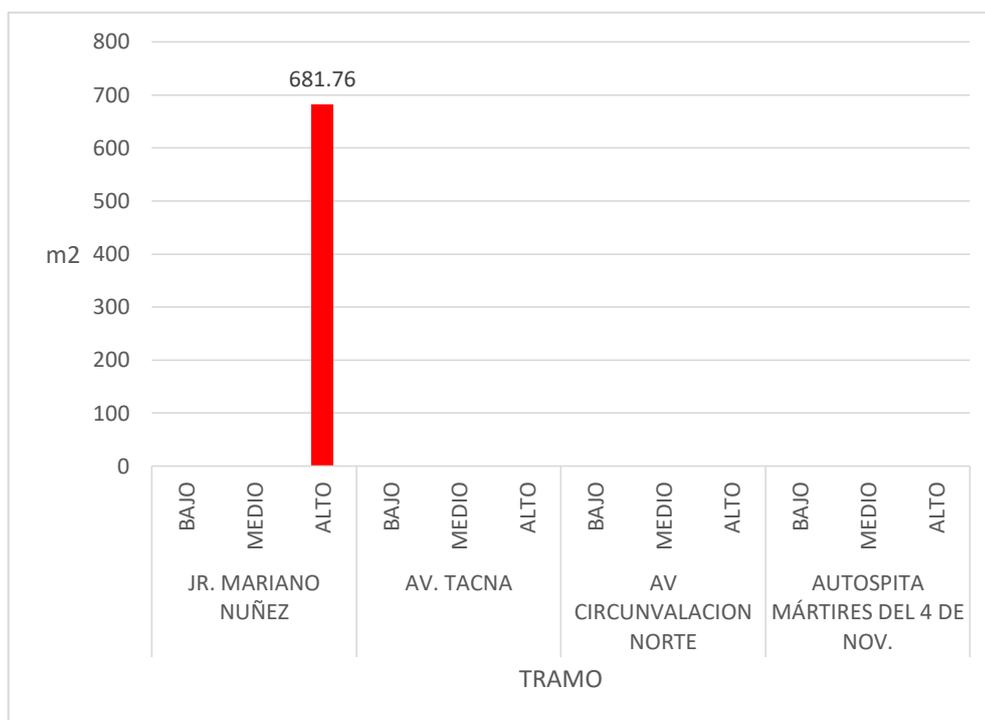
Grafica 4. 17. Resultados por tramos del tipo de falla Parcheo (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Del gráfico N° 4.18. Se observa claramente que en el tramo de la Av. Circunvalación norte es el que más huecos tiene ya que el área afectada es de 273.76m² con un indicador alto, en el Jr. Mariano Nuñez el área es de 59.14m² con indicador alto, 25.44 m² con indicador medio y 0.37m² con indicador bajo, además en el tramo de la Av. Tacna se tiene 49.73m² de área con huecos.



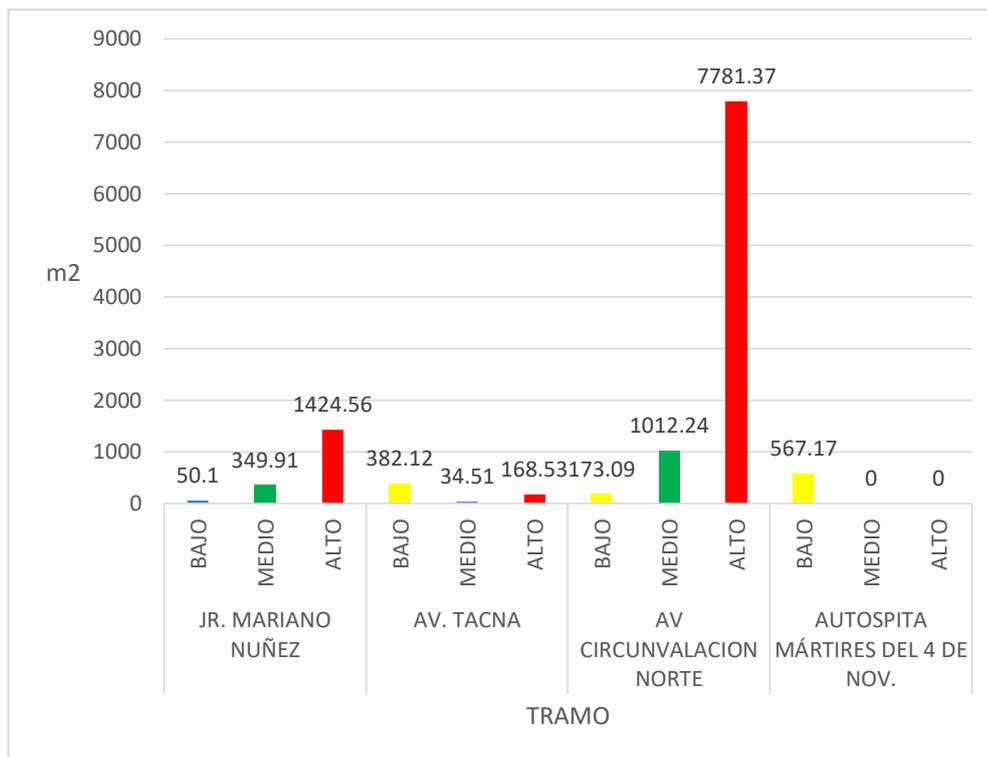
Gráfica 4. 18. Resultados por tramos del tipo de falla Huecos
(Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Del gráfico N° 4.19. Podemos ver claramente que en el tramo del Jr. Mariano Nuñez existe 681.76m² de ahuellamiento con indicador alto, por otra parte, en los demás tramos en estudio no se encontró este tipo de falla.



Grafica 4. 19. Resultados por tramos del tipo de falla Ahuellamiento
(Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Del gráfico N° 4.20. Se ve que los desprendimientos de agregados en el tramo de la Av. Circunvalación Norte tienen un área de 7781.37m² con un indicador alto, 1012.24m² con un indicador medio tiene, con un indicador bajo tiene 173.09m², seguido por el Jr. Mariano Nuñez con un área de 1424.56m² con indicador alto, 349.91 con indicador medio y 50.1m² con indicador bajo.



Grafica 4. 20. Resultados por tramos del tipo de falla Desprendimiento de Agregados (Fuente: Elaboración propia)

4.2. RESULTADO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) DE LOS TRAMOS EVALUADOS

En la tabla 4.3. Se observa La evaluación del índice de condición del pavimento de la Avenida Mariano Nuñez que se encuentra en una condición Buena.

Tabla 4. 3.Resultado del Índice de condición del pavimento de la Avenida Mariano Nuñez

EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO	
RANGO DEL PCI	NUMERO DE FICHAS
0-25 Malo	8
26-55 Regular	11
56 - 85 Bueno	88
86 - 100 Excelente	6
TOTAL	113

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.4. Se observa La evaluación del índice de condición del pavimento de la Avenida Tacna que se encuentra en una condición Buena.

Resultado del Índice de condición del pavimento de la Avenida Tacna.

EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO	
RANGO DEL PCI	NUMERO DE FICHAS
0-25 Malo	7
26-55 Regular	18
56 - 85 Bueno	38
86 - 100 Excelente	16
TOTAL	79

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.5. Se observa La evaluación del índice de condición del pavimento de la Avenida Circunvalación José Ignacio Miranda que se encuentra en una condición Buena.

Resultado del Índice de condición del pavimento de la Avenida Circunvalación José Ignacio Miranda

EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO	
RANGO DEL PCI	NUMERO DE FICHAS
0-25 Malo	30
26-55 Regular	14
56 - 85 Bueno	109
86 - 100 Excelente	4
TOTAL	157

Fuente: Elaboración propia

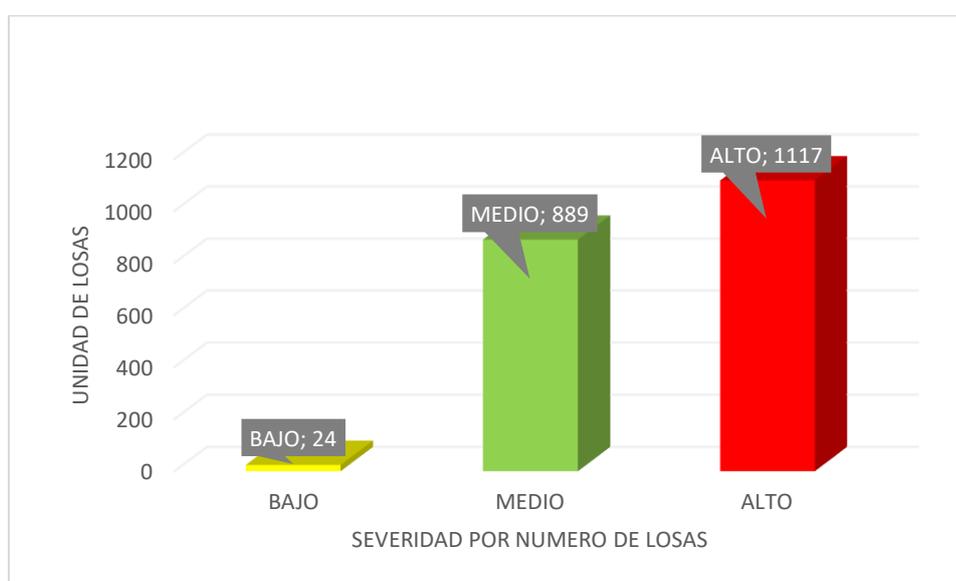
En la tabla 4.6. Se observa La evaluación del índice de condición del pavimento de la Autopista Mártires del 4 de Noviembre que se encuentra en una condición Buena.

Resultado del Índice de condición del pavimento de la Autopista Mártires del 4 de Noviembre

EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO	
RANGO DEL PCI	NUMERO DE FICHAS
0-25 Malo	0
26-55 Regular	5
56 - 85 Bueno	137
86 - 100 Excelente	0
TOTAL	142

Fuente: Elaboración propia)

En la gráfica 4.21. Se observa La evaluación del índice de condición del pavimento rígido con un total de 2030 unidades de la Avenida Circunvalación José Ignacio Miranda que se encuentra en una condición mala.



Grafica 4. 21. Numero de losas su grado de severidad

Por último el tramo de la avenida Huancané que inicialmente tenía una condición mala. Ahora se reconstruyo por un pavimento rígido nuevo en el año 2017 y por consecuencia tiene una condición Buena.

4.3. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO POR TRAMOS SEGÚN EL MÉTODO

PCI

Av. Mariano Núñez Butrón

Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

$$n = \frac{113 * 15^2}{\frac{5^2}{4} * (113 - 1) + 15^2} = 14.00$$

El intervalo de muestreo

$$i = \frac{113}{14} = 8.0.$$

Calculando su condición del pavimento nos resulta un estado Bueno

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Nº de Intervalo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Nº de Intervalo	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
N° de Intervalo	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
N° de Intervalo	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
N° de Intervalo	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
N° de Intervalo	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	120	121	122	123	124	125	126
N° de Intervalo	107	108	109	110	111	112	113

Avenida Tacna

Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

$$n = \frac{79 * 15^2}{\frac{5^2}{4} * (79 - 1) + 15^2} = 13.00$$

El intervalo de muestreo

$$i = \frac{79}{13} = 6.0$$

Calculando su condición del pavimento nos resulta un estado Bueno

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N° de Intervalo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
N° de Intervalo	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
N° de Intervalo	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
N° de Intervalo	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

<i>Condición</i>	73	74	75	76	77	78	79
<i>Nº de Intervalo</i>	73	74	75	76	77	78	79

Avenida Circunvalación Norte

Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

$$n = \frac{155 * 15^2}{\frac{5^2}{4} * (155 - 1) + 15^2} = 14.00$$

El intervalo de muestreo

$$i = \frac{155}{14} = 11.0$$

Calculando su condición del pavimento nos resulta un estado Bueno.

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

<i>Condición</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Nº de Intervalo</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

<i>Condición</i>	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
<i>Nº de Intervalo</i>	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

<i>Condición</i>	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
<i>Nº de Intervalo</i>	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
N° de Intervalo	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
N° de Intervalo	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
N° de Intervalo	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122
N° de Intervalo	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138
N° de Intervalo	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condicion	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154
N° de Intervalo	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

<i>Condición</i>	155	156	157
<i>N° de Intervalo</i>	155	156	157

Autopista Mártires del 4 de Noviembre

Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

$$n = \frac{142 * 15^2}{\frac{5^2}{4} * (142 - 1) + 15^2} = 14.00$$

El intervalo de muestreo

$$i = \frac{141}{14} = 10.0$$

Calculando su condición del pavimento nos resulta un estado Buena

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

<i>Condición</i>	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171
<i>N° de Intervalo</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

<i>Condición</i>	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187
<i>N° de Intervalo</i>	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

<i>Condición</i>	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203
<i>N° de Intervalo</i>	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
Nº de Intervalo	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235
Nº de Intervalo	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251
Nº de Intervalo	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267
Nº de Intervalo	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283
Nº de Intervalo	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128

CONDICION DEL PAVIMENTO Y SU NUMERO DE INTERVALO

Condición	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297
Nº de Intervalo	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142

4.4. EVALUACION DE PENDIENTE Y BOMBEO DE LOS TRAMOS EVALUADOS

Av. Mariano Núñez Butrón

Se recomienda realizar limpieza y reconstrucción de algunos obras de drenaje en el tramo mencionado.

En el levantamiento topográfico se encontró la siguiente información:

Pendiente:

0+000 a 0+740 = 0%

0+740 a 0+860 = +0.72%

0+860 a 1+140 = +0.12%

1+140 a 1+600 = -0.11%

1+600 a 1+820 = +0.90%

1+820 a 1+987.97 = -1.01 %

Bombeo: 1.60%

Avenida Tacna

Se recomienda realizar limpieza y reconstrucción de algunos obras de drenaje en el tramo mencionado.

En el levantamiento topográfico se encontró la siguiente información:

Pendiente: - 0.12%

Bombeo: 3.62%

Avenida Circunvalación Norte

Se recomienda realizar limpieza y reconstrucción de algunos obras de drenaje en el tramo mencionado.

En el levantamiento topográfico se encontró la siguiente información:

Pendiente: - 0.45%

Bombeo: 2.3%

Av. Cir. José Ignacio Miranda

Se recomienda realizar obras de drenaje en el tramo mencionado.

En el levantamiento topográfico se encontró la siguiente información:

Pendiente:

0+000 a 3+080 = - 0.61%

3+080 a 4+135.69 = + 0.94%

Bombeo: 0.8%

Avenida Huancané

Se recomienda realizar limpieza en el tramo mencionado.

En el levantamiento topográfico se encontró la siguiente información:

Pendiente: - 0.82%

Bombeo: 2.07%

Autopista Mártires del 4 de Noviembre

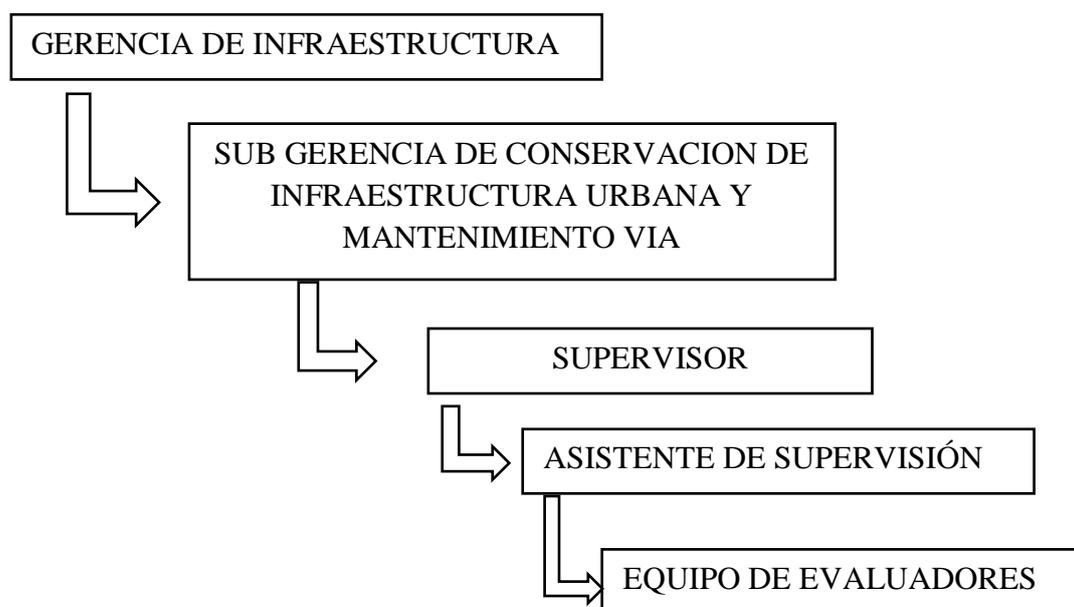
Se recomienda realizar limpieza en el tramo mencionado.

En el levantamiento topográfico se encontró la siguiente información:

Pendiente: - 0.70%

Bombeo: 2.23%

4.5. PROPUESTA DE UN ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL PARA LA CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO



GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA. Gerencia que coordina con la sub gerencia de conservación de infraestructura urbana y mantenimiento vial, para gestionar el presupuesto necesario, para su meta proyectada anualmente, para el mantenimiento de las vías de la ciudad de Juliaca.

SUB GERENCIA DE CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURA URBANA Y MANTENIMIENTO VIA. Gerencia responsable del mantenimiento de los pavimentos de la ciudad de Juliaca, para su conservación, limpieza de las vías y drenajes, como también su reconstrucción de los pavimentos que están en un estado malo.

SUPERVISOR. Profesional en ingeniería civil con estudios en mantenimiento de pavimentos, tendrá la responsabilidad de dirigir, capacitar, gestionar, y programar las evaluaciones de los pavimentos en la ciudad de Juliaca

ASISTENTE DE SUPERVISIÓN. Profesional en ingeniería civil, con estudios en mantenimientos de vías, tendrá la responsabilidad de apoyar al supervisor, en la supervisión de los trabajos y avances de los trabajos de los evaluadores.

EQUIPO DE EVALUADORES. Profesional en ingeniería civil con grado bachiller como mínimo, que tendrá la responsabilidad de evaluar su estado de los pavimentos, usando el criterio del Índice de Condición del Pavimento (PCI), como también se encargaran de su procesamiento en la base de datos de la gestión del pavimento.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

5.1. CONCLUSIONES

Concluimos que los pavimentos de la ciudad de Juliaca se encuentran según su evaluación de PCI (Índice de condición de pavimento) con diferentes condiciones que se detalla en el capítulo cuatro

Concluimos que el sistema de gestión de pavimento propuesto, mejora la planificación en la toma de decisiones ingenieriles para el mantenimiento de las fallas existentes en los pavimentos evaluados

La gestión de pavimento mejorara la serviciabilidad del pavimento cuando se haga el mantenimiento de las fallas detectadas durante la evaluación

Concluimos que en esté presente trabajo de investigación solo se realizó la evaluación, solo de la parte funcional del pavimento.

El presente trabajo de investigación se evaluó pavimentos rígidos, flexibles y semirrígido con una longitud de 26 kilómetros, que comprende la Avenida Núñez, la Autopista Mártires con un pavimento flexible. La Avenida Huancané con un pavimento flexible, la avenida circunvalación Ignacio Miranda Norte con un pavimento rígido, la Avenida Circunvalación Ignacio Miranda con un pavimento flexible.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

6.1. RECOMENDACIONES

Recomendaciones que los drenajes de la ciudad de Juliaca deben de realizarse una limpieza 1 mes antes de la época de lluvia, para la evacuación de las aguas pluviales. Y así evitaremos la permanencia de agua pluvial en los pavimentos.

Recomendamos que los pavimentos evaluados, con el uso de la base de datos del sistema de gestión de pavimento propuesto podremos mejorar la planificación en la priorización del mantenimiento de las fallas con un nivel de severidad alta, y las fallas con un nivel de severidad media serán programados su mantenimiento ya que no exige una intervención inmediata. Estos trabajos se realizaran con el propósito de conservar el pavimento.

Recomendamos que se programen fechas para realizar limpieza de los bordes de los pavimentos para lograr una estética del pavimento y el aprovechamiento al 100% de los carriles del pavimento evaluado.

Recomendamos que se haga una limpieza de toda la red de drenaje de la ciudad de Juliaca para el buen funcionamiento de la fluidez de las aguas pluviales.

CAPITULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benzádon, M. A. (2007). Diseño e Implementación de un Sistema de Gestión Vial y de espacio público para Bogotá, Colombia. *TNM Limited. Colombia*, 10.
- Castro Arballo, D. J. (2003). *Propuesta de Gestión de Pavimentos para la ciudad de Piura*. Piura: Universidad de Piura.
- Flores, R. E. (2008). *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE PAVIMENTOS PARA EL MUNICIPIO DE SANTA TECLA*. San Salvador: Universidad de el Salvador.
- Montoya Goicochea, J. E. (2007). *Implementación del Sistema de Gestión de Pavimentos con Herramienta HDM-4 para la Red Vial Nro. 5 Tramo Ancón – Huacho – Pativilca*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Rama Labrador, F. (2013). *Manual de conservación de los pavimentos en la red viaria urbana*. Madrid: Bellisco.
- Vásquez Varela, L. R. (2002). *Índice de condición del pavimento (PCI)*. Colombia: Ingepav.

ANEXOS

Anexo 01: Fichas de evaluación de las fallas del pavimento.

Anexo 02: Fichas de evaluación del PCI del pavimento.

Anexo 03: Plano de ubicación

Anexo 04: Planos del sistema de gestión de pavimento con sus respectivas fallas y su grado de severidad de cada tramo

Anexo 05: Planos de planta, perfil, y secciones de cada Avenida de estudio en el proyecto mencionado