

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

**Condición superficial del pavimento en la avenida Cusco de la
Ciudad de Tacna-Perú con fines de mantenimiento**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Por:

Henry Junior Calizaya López

Asesor:

Ing. Percy Armando Cota Mayorga

Juliaca, mayo del 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Percy Armando Cota Mayorga, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA CUSCO DE LA CIUDAD DE TACNA-PERÚ CON FINES DE MANTENIMIENTO”** constituye la memoria que presenta el Bachiller **Henry Junior Calizaya López** para obtener el título de Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 09 días del mes de mayo del año 2022.



PERCY ARMANDO COTA MAYORGA
INGENIERO CIVIL
CIP 101607

Ing. Percy Armando Cota Mayorga
Asesor



157

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 05 día(s) del mes de mayo del año 2022, siendo las 15:00 horas, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Juliaca, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Ing. Herson Quiberly Parí Lusi, el secretario: Mg. Efraim Velasquez Mamani y los demás miembros: Ing. Rina Luzmeri Yampara Eicona y el asesor: Ing. Percy Armando Lota Mayorga

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: Condición superficial del pavimento en la avenida Lusco de la Ciudad de Tacna - Perú con fines de mantenimiento

de el(los)/la(las) bachiller(es): a) Henry Junior Galizaya Lopez b)

conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil (Nombre del Título Profesional)

con mención en

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)/(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Henry Junior Galizaya Lopez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Apabado	16	B	Bueno	Muy Bueno

Candidato (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)/(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Signatures of Presidente, Asesor, and Candidato/a (a)

Miembro

Signatures of Secretario and Candidato/a (b)

Condición superficial de pavimento en la avenida Cusco de la Ciudad de Tacna-Perú con fines de mantenimiento

Surface condition of pavement in Cusco avenue in the City of Tacna-Peru for maintenance purposes

Henry Junior Calizaya López¹, Percy Armando Cota Mayorga^{1*}

¹*Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú*

Resumen

La metodología del Manual de Carreteras determina tipo de mantenimiento a realizar, Rutinario, Periódico o Reconstrucción en función a la condición superficial del pavimento según la afectación para cada tipo de deterioro en tramos de 200 metros, para ello se debe realizar una evaluación del pavimento flexible y determinar el estado de condición aplicando esta metodología y determinar el tipo de mantenimiento a realizar en cada tramo evaluado. La aplicación de esta metodología se realizó en la Av. Cusco en el tramo entre Av. Grau y Av. Jorge Basadre, con un largo total de 1,165.00 metros con un ancho promedio de 15.35 metros, en un total de 6 tramos evaluados, para cada tramo se realizó la aplicación de la esta metodología, obteniendo como resultado, un puntaje de condición promedio de 177.49 puntos en los 6 tramos evaluados, en ningún caso supera los 200 puntos por lo que el estado de condición del pavimento es BUENO en todos los tramos, para los cuales se consideraría un mantenimiento RUTINARIO, estos resultados se pueden interpretar que los deterioros que se producen en el pavimento de esta vía no son de gran afectación con respecto a la superficie total del pavimento, además, no afectan significativamente la serviciabilidad y seguridad de la avenida.

Palabras clave: Deterioro, mantenimiento, pavimento, metodología.

* Autor de correspondencia: Percy Armando Cota Mayorga
Correo electrónico: percy.cota@upeu.edu.pe

Abstract

The methodology of the Highway Manual determines the type of maintenance to be carried out, Routine, Periodic or Reconstruction based on the surface condition of the pavement according to the affectation for each type of deterioration in sections of 200 meters, for which an evaluation of the flexible pavement must be carried out. and determine the state of condition applying this methodology and determine the type of maintenance to be carried out in each section evaluated. The application of this methodology was carried out on Av. Cusco in the section between Av. Grau and Av. Jorge Basadre, with a total length of 1,165.00 meters with an average width of 15.35 meters, in a total of 6 sections evaluated, for each section, the application of this methodology was carried out, obtaining as a result, an average condition score of 177.49 points in the 6 sections evaluated, in no case does it exceed 200 points, so the condition of the pavement is GOOD in all sections. , for which a ROUTINE maintenance would be considered, these results can be interpreted that the deteriorations that occur in the pavement of this road are not of great affectation with respect to the total surface of the pavement, in addition, they do not significantly affect serviceability and safety. from the Avenue.

Keywords: Deterioration, maintenance, pavement, methodology.

1. Introducción

Los métodos de pavimentación de vías en el Perú, en su mayoría, tanto para carreteras interprovinciales, así como locales, urbanas, etc. Son aquellos el cual con son construidos con materiales asfálticos y materiales granulares, Pavimentos Asfálticos o Flexibles, esto debido principalmente a que en su etapa inicial, los costos son bajos, sin embargo la vida útil de este tipo de pavimento es menor a la que puede ofrecer otro tipo, esto debido a que el mantenimiento que se debe realizar en este tipo de pavimento debe ser constante, lo cual muchas veces no se realiza como debería, es por ello que sobre todo en avenidas de mayor transitabilidad, presentan deterioros o fallas que según el Manual de Carreteras de Conservación Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se clasifican en dos grandes categorías: los deterioros o fallas estructurales y los deterioros o fallas superficiales.

En la investigación “Inventario De La Condición Del Pavimento Flexible, Carretera Casma – Huaraz Del Km. 132+000 Al Km. 137+000 Para El Mantenimiento O Conservación Vial Usando El Manual Del Mtc – Año 2016.” (Granados-Jamanca, 2016) Aplicando la misma metodología proporcionada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, pudo determinar que las fallas de peladura y desprendimiento en la calzada son los más severos, además que las fallas en nivel de grado “1” corresponde al 96.48% de las fallas que se presentan a lo largo la vía, finalmente se obtiene un estado de condición del pavimento clasificado en BUENA y que se requiere un tipo de mantenimiento RUTINARIO.

En la investigación “Propuesta De Metodología Para La Evaluación De Pavimentos Mediante El Índice De Condición Del Pavimento” (Gonzalez-Fernandez, Ruiz-Caballero, & Guerrero- Valverde, 2019) Este trabajo refleja los resultados de un análisis de la literatura, que desde un inicio ha permitido establecer diferentes métodos de evaluación de pavimentos flexibles, en el método El índice de condición del pavimento, el método propuesto es el PCI para el tramo Seminario Bautista-Loma la Cruz. De acuerdo con el factor de visualización de este método, el resultado obtenido es la condición REGULAR del pavimento.

En la investigación “Evaluación Superficial Del Pavimento Flexible Empleando El Método Del Índice De Condición Del Pavimento En La Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018” (Reyes-Aguilar, 2018) Determinó el estado de condición superficial del pavimento flexible, lo cual se considera una longitud total de 2100 metros con un ancho de 7 metros, haciendo un total de 14700 metros cuadrados, aplicando la metodología del Índice de Condición del

Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018. Obteniendo como resultado del estado de condición como REGULAR, el cual debería ser de intervención para un mantenimiento de este tipo, que correspondería a trabajos como fresado, recapeo con concreto asfáltico, mortero asfáltico o lechada asfáltica según corresponda.

La ciudad de Tacna la tiene una población aproximada del 320,000 habitantes, de los cuales la tercera parte se encuentran en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, debido a esto el transporte urbano, tanto como el público como el privado tiene una mayor densidad en este distrito, la Avenida Cuzco es una de las avenidas principales que además de ser de acceso a este distrito es también una de las que conecta al centro de la ciudad, el pavimento de esta avenida ya presentaba fallas estructurales debido al tiempo que tiene de haber sido construida, también a que no se hacen intervenciones preventivas ni de mantenimientos rutinarios ni periódicos, otro de los factores es el gran flujo vehicular que hay en esta avenida, podemos identificar que son aproximadamente 10 diferentes empresas de transporte público, que en su totalidad se trata de buses, que transitan por esta avenida en ambos sentidos además, que la cantidad de autos tanto particulares como públicos puede llegar a fluctuar en las horas más agresivas, la cantidad de 20 autos por minuto, así también debido que es de acceso a uno de los distritos más importantes de la ciudad, existe la presencia de camiones de abastos y otros que transitan en esta avenida.

En febrero del año 2020 la ciudad de Tacna alcanzó precipitaciones en proporciones muy altas que hace más de 20 años no se veía en la ciudad, estas precipitaciones además de ser de gran densidad fueron de larga duración, aproximadamente 8 horas de precipitaciones seguidas, este fenómeno natural hizo que se causaran diferentes daños tanto como en viviendas, como en las calles y avenidas, inundaciones, aniegos, y daños estructurales a los pavimentos, que en la mayoría de las avenidas son de asfalto, pavimentos flexibles, y teniendo en cuenta que las avenidas de Tacna no cuenta con un buen sistema de drenaje, se agravaron aún más, es por todo lo antes mencionado que se decidió en realizar esta investigación, teniendo como finalidad de determinar el tipo de mantenimiento a realizar según el estado de conservación del pavimento flexible en la Avenida Cuzco, en el tramo desde la Av. Grau hasta la Av. Jorge Basadre, del distrito, provincia y departamento de Tacna.

Se tiene como objetivo principal de esta investigación, poder determinar el tipo de mantenimiento a realizar según el estado de conservación en el que se encuentra la Av. Cusco en el tramo que va desde la Av. Grau (Prog. 0+000) hasta la Av. Jorge Basadre (Prog. 1+165) para cada tramo de 200 metros según corresponda, para ello se aplicó la metodología proporcionada por el Manual de Carreteras o Conservación Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el cual consiste básicamente en poder realizar una cuantificación de las fallas o deterioros presentados en la superficie del pavimento para cada tramo considerado.

2. Metodología

2.1. Metodología de la Investigación

El “Manual de Conservación o Mantenimiento Vial” forma parte del Manual de Instrucción Vial elaborado por el Reglamento de Infraestructura Vial Nacional y publicado por el D.S. El N° 034- 2008-MTC, que es uno de los documentos técnico normativos, se administra a nivel nacional y es de obligado cumplimiento para las autoridades encargadas de la gestión de la infraestructura vial en tres niveles: nacional, región y localidad.

2.1.1. Niveles de gravedad.

Según el Manual de Carreteras, está definido en tres niveles, 1, 2 y 3 los cuales determinan la magnitud de daño o deterioro que se presenta en la superficie de rodadura, estos, nos permiten clasificar las fallas y definir de manera correcta el puntaje de condición del pavimento.

2.1.2. Porcentaje de extensión del deterioro/falla (EFij).

Podemos definir el porcentaje de extensión aplicando la siguiente fórmula.

$$EFij = \left(\frac{A_{ij}}{A_s} \right) \times 100 \quad (1)$$

Donde:

A_{ij}: Área de deterioro (m²)

A_s: Área de la sección evaluada (m²)

2.1.3. Extensión promedio ponderada (Epp).

Podemos definir la extensión promedio ponderada aplicando la siguiente fórmula.

$$Epp = \left[\frac{EF_{ij} \times A_{ij} + EF_{ik} \times A_{ik} + EF_{il} \times A_{il}}{A_{ij} + A_{ik} + A_{il}} \right] \quad (2)$$

Donde:

i: Tipo de deterioro o falla (1 al 11)

j, k y l: Niveles de gravedad (1 al 3)

2.1.4. Puntaje de Condición.

Varía dependiendo el tipo de deterioro o falla y la clase de extensión de cada una, además se puede clasificar según la Epp como podemos ver en la Tabla 1.

Tabla 1.

Puntaje de Condición según extensión de cada tipo de deterioro o falla.

Clase de extensión		Extensión promedio ponderada (Epp)	Puntaje de condición
0	Sin deterioro	Epp = 0%	
1	Leve	0 < Epp < 10 %	Varia de 0 a 200, según tipo de deterioros
2	Moderado	10 % <= Epp <= 30 %	
3	Severo	Epp > 30 %	

Nota: Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016)

La suma del total de puntaje de condición, por cada una de las fallas identificadas, no debe exceder el puntaje de 1000.

Calificación de Condición. Resulta de la diferencia de la sumatoria total menos la sumatoria obtenida del puntaje de condición.

La Calificación de Condición representa la condición en la que se encuentra, de manera superficial, el pavimento flexible y se clasifica en tres tipos: Bueno, Regular y Malo

Para poder asignar una Condición Superficial como puntaje del pavimento en la calzada y bermas, existen rangos de calificación de condición los cuales podemos ver en la Tabla 2.

Tabla 2.

Tipos de Condición según calificación de condición.

Tipo de Condición	Calificación
Condición Bueno	> 800
Condición Regular	$300 \leq Y \leq 800$
Condición Malo	≤ 300

Nota: Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016)

Con respecto a la resultante de la calificación de la condición superficial en la que se encuentra el pavimento flexible se podrá estimar el tipo de mantenimiento que se deberá realizar para cada tramo de 200 metros.

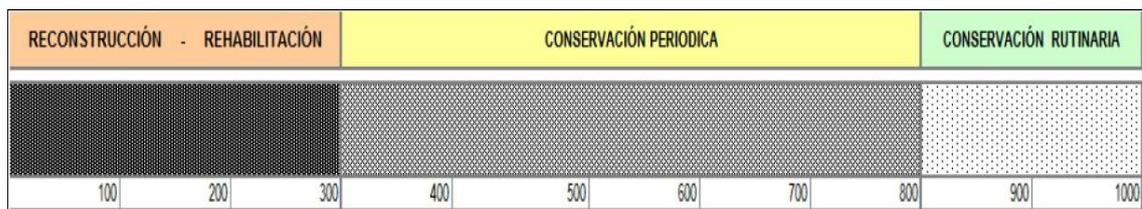


Figura 1. Tipo de conservación según calificación de condición

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016)

3. Desarrollo

3.1. Límites de la investigación

Esta investigación se restringe a realizar la evaluación e inventario de condición del pavimento flexible de la Avenida Cusco, en el tramo de la Av. Grau (Prog. 0 + 000), hasta la Av. Jorge Basadre (Prog. 1 + 167) y así poder determinar los trabajos de mantenimiento o conservación vial de acuerdo a la metodología aplicada que se nos proporciona según el Manual de Carreteras de Mantenimiento.

El presente estudio se realizó en el mes de diciembre del año 2020, enero y febrero del año 2021.

Se contempla únicamente la evaluación de la condición superficial de la calzada y bermas de la vía en estudio, mas no la de los otros elementos como drenajes, seguridad, u otros.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Tipo de superficie de rodadura.

La Avenida Cusco, en el tramo de la Av. Grau (Prog. 0 + 000), hasta la Av. Jorge Basadre (Prog. 1 + 165), presenta una superficie de rodadura de pavimento flexible, con tratamiento superficial concreto asfáltico.



Figura 2. Superficie de rodadura Av. Cusco, tramo Av. Grau hasta la Av. Jorge Basadre.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Población.

La Avenida Cusco que va desde la Av. 2 de mayo hasta la Av. Jorge Basadre, incluyendo la calzada y bermas de la vía.

3.2.3. Muestra.

La Avenida Cusco, en el tramo que va desde la Av. Grau hasta la Av. Jorge Basadre, compuesta por un carril izquierdo y derecho incluyendo calzadas y bermas de la vía, dicha muestra será NO PARAMÉTRICA ya que no contiene una variable aleatoria.

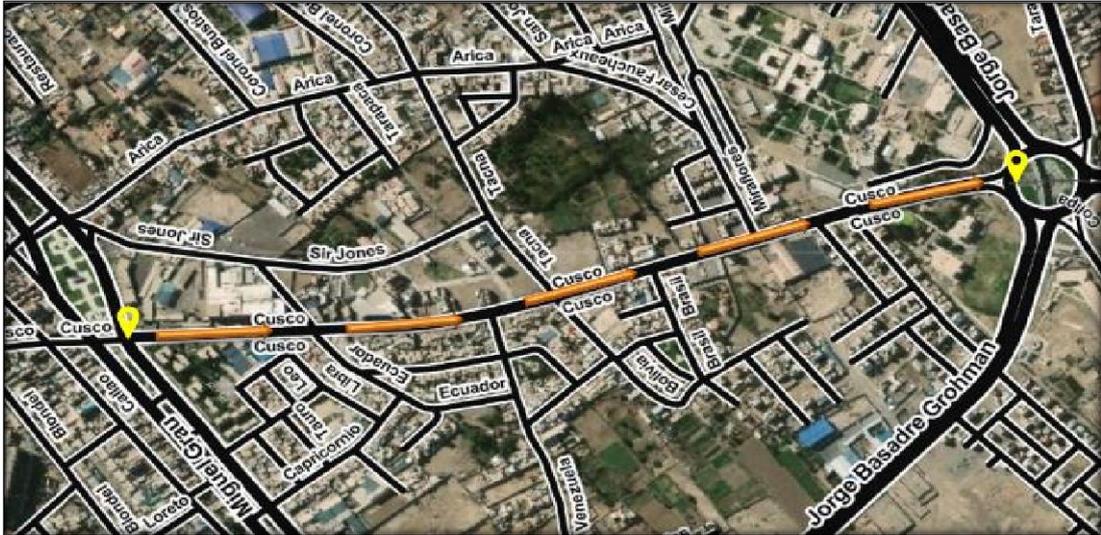


Figura 3. Muestra general: Av. Cusco, desde la Av. Grau hasta la Av. Jorge Basadre.

Fuente: Elaboración propia

3.3. Metodología

La metodología del Manual de Carreteras del MTC, es básicamente poder determinar la condición superficial del pavimento, en este caso para la Av. Cusco en el tramo que va desde la Av. Grau hasta la Av. Jorge Basadre, consta de un pavimento flexible, identificando las fallas que se presentan en la superficie del pavimento para realizar un Inventario de Condición.

3.3.1. Técnicas e Instrumentos.

Observación de campo: poder realizar un Inventario de Condición en campo para cada una de las fallas en contradas en la superficie del pavimento según la metodología adoptada, además registrar todas estas con fotografías para apoyo en el desarrollo del Inventario.

Análisis de documentos: fichas y/o formatos proporcionados por el MTC, además de otros documentos de apoyo que sirvan para poder realizar una evaluación correcta del pavimento flexible y que vaya en concordancia con la metodología del MTC.

3.3.2. Recursos empleados.

Los recursos empleados para el desarrollo de esta investigación son de tipo técnico, equipo, material y humano.

3.3.3. Recursos técnicos.

Según la metodología aplicada determinamos los siguientes recursos.

- El Manual de Carreteras de Mantenimiento, nos indica los procedimientos a seguir, tanto en la recolección de datos como en su procesamiento para poder determinar la calificación de condición.
- Mapas, planos, fotografías y fichas técnicas que nos ayudan a la determinación de la calificación de condición.

3.3.4. Recursos de materiales y equipos.

Según la metodología aplicada determinamos los siguientes recursos.

- Wincha metálica de 5 metros para medición de fallas pequeñas y medianas.
- Cinta métrica de 50 metros para medición de fallas grandes de longitudes largas.
- Cámara fotográfica, para nuestro caso utilizamos la cámara de celular, utilizada para el registro fotográfico de todas las fallas observadas.
- Una vara de madera de 2 metros para medir deformaciones y/o hundimientos.



Figura 4. Wincha de 5 metros para medición de fallas.

Fuente: Elaboración propia



Figura 5. Cinta métrica de 50 metros para medición de fallas.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Procedimiento de recolección de datos

La Avenida Cusco en el tramo de la Av. Grau (Prog. 0 + 000), hasta la Av. Jorge Basadre (Prog. 1 + 165), es en este tramo donde se recolectará la información detallada necesaria y en el lugar para la investigación.

La recolección de información fue tomada principalmente con la observación detallada y directa de la inspección del estado de la superficie de la vía, la gravedad de las fallas parametrizada según la metodología adoptada, medidas del deterioro de las diferentes fallas pertenecientes a cada tramo de estudio, y formatos de tipificación de fallas proporcionadas por el Manual de Carreteras de Mantenimiento del MTC y según a estos datos poder realizar el inventario de condición de la carretera.

Tabla 3.

Unidades de muestreo.

Longitud total	1.165 Km.
Longitud de unidad de muestreo	0.200 Km.
Número total de muestras	6.00

Nota: Fuente: Elaboración propia

Para poder realizar una correcta obtención de información de los deterioros o fallas que

se identifican en la superficie del pavimento y poder realizar una correcta evaluación del pavimento flexible aplicando la metodología del Manual de Carreteras, nos proporciona un formato con un lleno correspondiente de los siguientes datos: Ruta, Calzada, Faja, Progresiva inicial y progresiva final, Tipo de deterioro/falla, Longitud, Ancho, Nivel de gravedad, Clase de densidad y Fecha.

Se realizó la recolección de datos según como nos indica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones con sus diferentes manuales y documentos proporcionados que faciliten toda la información para poder identificar, clasificar, evaluar y desarrollar la metodología aplicada.

3.4.1. Ruta.

Se refiere el código de la ruta aprobado de acuerdo con el Clasificador de rutas vigente.

Según el Clasificador de Rutas podemos Clasificar a nuestra Ruta como una Red Vial Vecinal o Rural debido a que se trata de una vía que conecta dos distritos de la ciudad de Tacna.

El nombre de la Ruta sería: Ruta N° TA-632 (Trayectoria: Emp. PE-40 (Tacna) - Emp. TA-634.)

3.4.2. Calzada.

Se refiere el código de calzada, para nuestro proyecto debido a que se trata de una vía en ambos sentidos en todo el tramo de la vía, se determina con nombre CD.

3.4.3. Faja.

Para el caso de la nomenclatura de la faja se determina según la Figura 7 mostrada a continuación.

En nuestro tramo de estudio podemos determinar que se trata de una Calzada Única con cuatro fajas, dos bermas y dos carriles.



Figura 6. Nomenclaturas de fajas en la Av. Cusco, tramos Av. Grau hasta Av. Jorge Basadre.

Fuente: Elaboración propia

3.4.4. Progresiva inicial y progresiva final.

Para poder determinar la ubicación de cada deterioro o falla, y poder evaluar las unidades de muestreo correctamente perteneciente a todo el tramo en estudio, se determinaron progresivas de los cuales tenemos como progresiva 0+000 en la intersección de la Av. Curso y la Av. Grau, y como progresiva final 1+165 en el cruce de la Av. Cusco y la Av. Jorge Basadre.

3.4.5. Tipo de deterioro/falla.

Según la metodología del Manual de Carreteras, los deterioros o fallas para la calzada o fajas de una vía se clasifican en deterioros o fallas estructurales y superficiales. Y para bermas, en un solo grupo de Bermas Pavimentadas o No pavimentadas.

3.4.6. Longitud.

Se realizó la medición de cada deterioro o falla debido a la variación que tiene cada tipo de falla en su área de extensión, se tomó el largo más crítico.

3.4.7. Ancho.

Para el caso del ancho en cada tipo de falla de igual manera que para el caso de longitud se tomó el ancho más crítico, debido a la variación en su extensión de la falla.

3.4.8. Nivel de gravedad.

El nivel de gravedad se determinó según la metodología de aplicada para esta investigación, el cual podemos definirla en tres niveles para cada una de las fallas o deterioros tanto para estructurales como para superficiales.

3.4.9. Clase de densidad.

Es solo para el caso de Baches (Huecos), según los parámetros definidos en la Tabla 4.

3.4.10. Fecha.

Se colocó la fecha en el cual se hizo el levantamiento de información en la superficie de la vía, para cada una de las fallas o deterioros que se presentan en el pavimento flexible, los días que se hicieron la evaluación del pavimento fueron del 4 al 10 del mes de enero del año 2021.

4. Análisis de resultados

4.1. Análisis de resultados obtenidos

El tramo de la vía evaluada que consta de 1 kilómetro con 165 metros en su longitud de un ancho variable en cada tramo con un promedio de 15.35 metros, tenemos unos resultados en relación con las fallas o deterioros para cada tramo o muestra con un promedio final de cada deterioro o falla como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4.

Resumen de resultados para cada muestra

Tipo de falla/deterioro	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Promedio
Piel de Cocodrilo	1.34	3.11	1.10	2.24	0.43	5.95	2.36
Fisuras Longitudinales	1.57	0.52	0.79	0.47	3.41	0.32	1.18
Deformación por Deficiencia Estructural	1.50	0.05	2.20	0.27	0.52	1.50	1.01
Ahuellamiento	4.46	0.68	0.77	0.47	1.13	1.19	1.45
Reparaciones o Parchados	6.25	7.99	9.38	9.82	9.89	3.85	7.86
Peladuras y Desprendimientos	83.53	97.74	96.63	98.24	90.88	81.37	91.40
Baches (Huecos)	29.00	48.00	34.00	27.00	12.00	15.00	27.50

Fisuras Transversales	0.00	0.15	0.38	0.14	0.21	0.03	0.15
Exhudación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Daños Puntuales	2.41	3.61	9.03	0.54	0.54	0.40	2.76
Desnivel Calzada - Berma	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Fuente: Elaboración propia

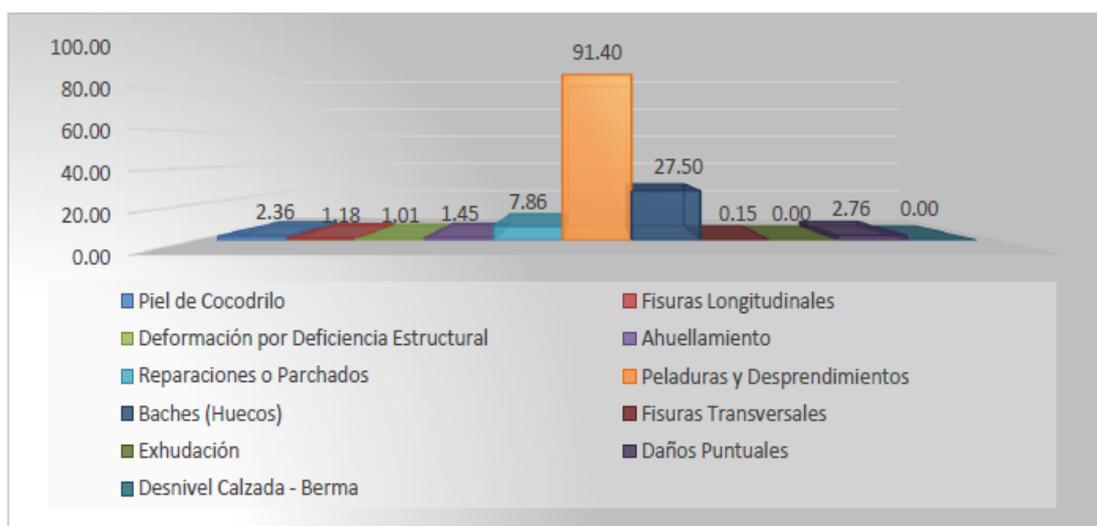


Figura 7. Epp por cada falla o deterioro en la Av. Cusco.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 presentamos un resumen de resultados obtenidos luego de la evaluación correspondiente para determinar la condición del pavimento en cada muestra según su orden y numeración.

Tabla 5.

Resumen de la evaluación del pavimento en las 6 muestras

N° de Muestra	Puntaje de Condición	Calificación de Condición	Estado o Condición del Pavimento	Tipo de Mantenimiento
Muestra 1	179.10	820.90	BUENA	RUTINARIO
Muestra 2	176.69	823.31	BUENA	RUTINARIO
Muestra 3	180.71	819.29	BUENA	RUTINARIO
Muestra 4	171.88	828.12	BUENA	RUTINARIO
Muestra 5	172.48	827.52	BUENA	RUTINARIO
Muestra 6	184.10	815.90	BUENA	RUTINARIO

Nota: Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos nos indica que la superficie del pavimento para cada muestra se debe realizar un Mantenimiento Rutinario como se muestra en la Tabla 5.

La metodología del Manual de Carreteras Mantenimiento, nos da parámetros para determinar el

tipo de mantenimiento a ejecutar, como se puede ver en la Figura 1 para cada tramo de 200 metros y según la calificación de condición obtenido para cada tramo o muestra podemos definir que el tipo de mantenimiento a ejecutar es el Rutinario.

4.2. Análisis comparativo de costos de Conservación Rutinaria y Conservación Periódica

Tabla 6.

Análisis comparativo de costos

Tipo de Conservación	Descripción	Unidad	Metrado	Precio unitario (S/.)	Precio total (S/.)
Conservación Rutinaria	Sellado de fisuras	m	164.41	4.27	
	Bacheo Superficial	m2	854.52	22.36	S/ 52,988.43
	Bachero Profundo	m2	675.75	49.10	
Conservación Periódica	171.88	m2	13980	12.15	
	172.48	m2	13980	3.61	S/ 638, 606.40
	184.10	m2	13980	29.92	

Nota: Fuente: Elaboración propia

Podemos observar en la Tabla 6, la diferencia que podría darse en la ejecución o determinación del tipo de conservación a realizar en una vía específica se incrementa en gran magnitud, debido a que para realizar los trabajos de recapeo se consideró los anchos de las calzadas y la longitud total de la vía, en cambio para el mantenimiento de tipo conservación rutinaria únicamente se considera el área específica dañada.

5. Conclusiones

Durante el la evaluación y medición de todas las fallas o deterioros que se puede observar en la vía, los cuales se clasificaron según su tipo, cantidad y gravedad, pudimos determinar que en las 6 muestras se obtuvo un puntaje de condición menor a 200, en la muestra 1 un

puntaje de 820.90, en la muestra 2 un puntaje de 823.31, en la muestra 3 un puntaje de 819.29, en la muestra 4 un puntaje de 828.12, en la muestra 5 un puntaje de 827.52 y finalmente en la muestra 6 un puntaje de 815.90, por lo cual la calificación de condición es mayor a 800 en todas las muestras, obteniendo un estado o condición del pavimento calificado como BUENA en las 6 muestras, finalmente según los resultados que se obtuvieron de la evaluación del pavimento flexible según el método del Manual de carreteras podemos concluir que en todos los tramos de 200 metros se debe realizar un mantenimiento de tipo RUTINARIO.

Según los resultados obtenidos podemos concluir que, para la muestra 1 se presenta un total de 8 tipos de fallas, 5 de estas clasificadas como estructurales y 3 como superficiales en la calzada y un tipo de falla en bermas, en la muestra 2 se presenta un total de 9 tipos de fallas, de los cuales 5 clasificadas como estructurales y 3 como superficiales en las calzadas y un tipo de falla las bermas, para la muestra 3, 9 tipos de fallas, 5 clasificadas como estructurales y 3 como superficiales en las calzadas y un tipo de falla las bermas, de igual manera para la muestra 4, 5 y 6, concluyendo finalmente que se presenta un cantidad de fallas equivalente a más del 80% del total de las fallas consideradas en esta metodología.

En los tramos evaluados podemos concluir que la falla más predominante es la Peladura y Desprendimiento teniendo un promedio de 91.40% del total de área evaluada en los 6 tramos, seguidamente de los Baches que se presentan dando un promedio de 27.5 baches en un area un área promedio de 2964 metros cuadrados, también se presentan fallas en la calzada como Piel de Cocodrillo, Fisuras Longitudinales, Deformación por Deficiencia Estructural, Ahuellamiento, Reparaciones o Parchados, Fisuras Transversales pero en menor porcentaje promedio de extensión con respecto al área total de la vía evaluada, no se presentan fallas de Exudación, para el caso de las bermas solo se presencia Daños Puntuales con un porcentaje promedio de 2.78% en el área promedio total de los 6 tramos evaluados.

Las fallas que se presentan para cada tramo o muestra evaluada, se han clasificado también por la gravedad según la evaluación de cada una de acuerdo a los parámetros mencionados en la tabla 9 de la metodología de Conservación Vial, los resultados obtenidos en relación a la gravedad para la muestra 1 es la de Piel de Cocodrillo con un nivel de gravedad en su mayoría de 3, para la muestra 2 es de Baches (Huecos) con un nivel de gravedad de 3 en su mayoría pero también gravedad 2, para la muestra 3 es la de Fisuras Longitudinales con un

nivel de gravedad 3 en su mayoría, para la muestra 4, 5 y 6 también podemos determinar que es la de Piel de Cocodrilo con niveles de gravedad en su mayoría con un valor de 3.

Finalmente podemos también concluir que las acciones a realizar, después de una evaluación técnica, en cumplimiento de las normativas peruanas vigentes están basadas en el resultado obtenido, en este caso se debe realizar un mantenimiento RUTINARIO, para lo cual involucra los trabajos de Sellado de fisuras y grietas en calzadas, Sellado de fisuras y grietas en bermas, Parchado superficial en calzada y Parchado profundo en calzada, según corresponda la aplicación para las fallas en zonas puntales que estas se presentan, teniendo como sustento técnico precisamente la evaluación, identificación y dimensionamiento de todas la fallas consideradas para este fin que nos indicia el Manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Podemos concluir que del análisis técnico-económico, para los trabajos de recapeo, fresado y/o nivelación de la carpeta asfáltica, se incrementa en un porcentaje mayor al 500% con respecto al gasto aproximado para un mantenimiento de tipo conservación rutinario, esto se debe principalmente que para poder realizar recapeo de una vía, esto según lo que nos indica el manual de carreteras del MTC, se consideró todo el área de la vía es por ello que sus costos de ejecución se incrementan significativamente, así también los precios unitarios de las partidas más significativas que se ejecutan en un mantenimiento de tipo rutinario, son bajos ya que toman específicamente las áreas afectadas por cada una de las fallas, con un incremento en su perímetro de 10 ó 20cm dependiendo el tipo de falla y los que nos indica el manual de carreteras.

6. Referencias

Armas Gil, I. J. (2018). Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible de la carretera cajabamba - río negro, utilizando el método Vizir. Cajamarca.

Calizaya, H., & Cota, P. (22 de Noviembre de 2021). Universidad de Costa Rica. Obtenido de Infraestructura Vial: <https://revistas.ucr.ac.cr>

Choque Palacios, J. A. (2019). Estudio comparativo del método PCI y el manual de conservación vial MTC en la evaluación superficial de pavimento flexible tramo EMP. PE-3S - Atuncolla, 2017. Puno.

Comunicaciones, M. d. (2018). Manuel de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial. Lima: Biblioteca Nacional del Perú.

Gonzalez-Fernandez, H., Ruiz-Caballero, P., & Guerrero-Valverde, D. (2019). Propuesta De Metodología Para La Evaluación De Pavimentos Mediante El Índice De Condición Del Pavimento (Pci). *Ciencia En Su Pc*, 58-71.

Granados-Jamanca, J.-E. (2016). Inventario De Condición Del Pavimento Flexible, Carretera Casma - Huaraz Del Km. 132+000 Al Km. 137+000 Para El Mantenimiento O Conservación Vial Usando El Manual El Mtc - Año 2016. Huaraz.

Medina Palacios, A., & De La Cruz, P. M. (2015). Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método PCI. Lima.

Reyes-Aguilar, D. A. (2018). Evaluación superficial del pavimento flexible empleando el método del índice de condición del pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018. Lima.

Simón Rojas, L. (2019). Modelo de gestión de conservación vial para optimizar los costos de mantenimiento en la carretera Dv. Rio Seco - Oyón, Año - 2019. Lima.