CONTRATO NO. S-CON-16-2024-X-0

“ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA SECTOR FÁTIMA-VILLAO LÍMITE PROVINCIAL, INCLUYE PUENTES EN EL CANTÓN PEDRO CARBO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.”



Kawsus

CONSULTORÍA Y ASESORÍA

PROYECTO:

“ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA SECTOR FÁTIMA-VILLAO LÍMITE PROVINCIAL, INCLUYE PUENTES EN EL CANTÓN PEDRO CARBO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.”

INFORME DE MANTENIMIENTO VIAL PREVENTIVO Y RUTINARIO

MAYO-2025

Cliente:	**PREFECTURA DEL GUAYAS**
Proyecto:	“ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA SECTOR FÁTIMA-VILLAO LÍMITE PROVINCIAL, INCLUYE PUENTES EN EL CANTÓN PEDRO CARBO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.”
Documento:	KAW-PGY-INF-MANV-001
Título:	INFORME DE MANTENIMIENTO VIAL Y RUTINARIO

Preparó:	KAWSUS CIA LTDA.	
Preparó:	Ing. Mario Azanza ESPECIALISTA VIAL	Firmado electrónicamente por: MARIO VICENTE AZANZA CARDENAS. Validar únicamente con FirmaEC
Revisó	Ing. Danilo Bustos DIRECTOR DE PROYECTO	Firmado electrónicamente por: CRISTIAN DANILO BUSTOS CABRERA. Validar únicamente con FirmaEC
Aprobó:	Ing. Byron Chacha ADMINISTRADOR DEL CONTRATO	Firmado electrónicamente por: BYRON RODRIGO CHACHA CABRERA. Validar únicamente con FirmaEC

CONTROL DE CAMBIOS	
Rev. 00	
Rev. 00	

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 ANTECEDENTES 8
2 INTRODUCCIÓN 9
3 OBJETIVOS 9
3.1 OBJETIVO GENERAL 9
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 9
4 UBICACIÓN 10
5 ESTADO ACTUAL DE LA VÍA 11
6 EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO 12
6.1 METODOLOGÍA PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX) 13
6.2 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD 14
6.3 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD 15
6.4 ÍNDICE DE RUGOSIDAD 16
6.5 COMPARACIÓN METODOLÓGICA PCI VS IRI 16
7 MANTENIMIENTO VIAL 17
7.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO 17
8 ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN VIAL PARA EL PERIODO DE DISEÑO 18
8.1 MANTENIMIENTO RUTINARIO (MR) 19
8.2 MANTENIMIENTO PERIÓDICO (MP) 19
8.3 MANTENIMIENTO DE EMERGENCIA (ME) 19
9 METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO 19
9.1 ESTÁNDARES DE CONSERVACIÓN 22
9.1.1 MANTENIMIENTO RUTINARIO 22
9.1.2 MANTENIMIENTO PERIÓDICO 22
9.2 ESTÁNDARES DE MEJORA 23
9.3 MODELO DE GESTIÓN Y ESTRUCTURA OPERATIVA DEL MANTENIMIENTO 24
9.3.1 ENTIDAD RESPONSABLE 24
9.3.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL OPERATIVA 24
9.3.3 RECURSOS HUMANOS TÉCNICOS REQUERIDOS 25
10 INSPECCIONES REGULARES A LA INFRAESTRUCTURA VIAL 25
11 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA 26

12 ANÁLISIS DE COSTOS 27
13 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO 27
14 COSTOS Y CANTIDADES DE OBRA 28
15 ANÁLISIS DEL PROYECTO 29
15.1 MARCO INSTITUCIONAL Y COMPETENCIA DE LA PREFECTURA DEL GUAYAS 31
16 PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS PUENTES 31
16.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO 31
16.1.1 LIMPIEZA DE CUNETAS Y DESVÍO DE AGUA ENTRANTE A PUENTE 31
16.1.2 LIMPIEZA DE JUNTAS 32
16.1.3 LIMPIEZA DE ESTRIBOS EN ZONA DE APOYO DE VIGAS 32
16.1.4 CORRECCIONES DE DAÑOS EN TABLERO DE HORMIGÓN 32
16.1.5 CORRECCIONES EN OBRA DE PROTECCIÓN 32
16.1.6 LIMPIEZA DE DRENAJES DE TABLERO 32
16.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO 32
16.2.1 CORRECCIONES DE PINTURA O FOCOS DE CORROSIÓN EN VIGAS 33
16.2.2 ARREGLO DE JUNTA (EN CASO DE ESTAR MOVIDA O LEVANTADA) 33
16.2.3 ARREGLO DE NEOPRENO (EN CASO DE EXISTIR DAÑO) 33
16.2.4 CORRECCIÓN EN SOLDADURA DE VIGAS (DE EXISTIR) 33
16.2.5 ARREGLO DE POSIBLES CHOQUES EN BARRERA JERSEY 33
16.2.6 REPINTADO DE SEÑALIZACIÓN DE PUENTE 33
16.2.7 CORRECCIONES EN ZONA DE PROTECCIÓN DE ESTRIBOS EN CASO DE EXISTIR MOVIMIENTO O DESPLAZAMIENTO DE LOS GAVIONES 33
16.2.8 REPARACIÓN DE HORMIGÓN CON ARMADURAS CORROÍDAS 34
16.2.9 LIMPIEZA DE SEÑALES 34
16.3 DIAGNÓSTICO PERIÓDICO DEL ESTADO DE LOS PUENTES EN PEDRO CARBO, GUAYAS 34
16.3.1 PUENTE 1: 34
16.3.2 PUENTE 2: 34
16.4 RECOMENDACIONES GENERALES 34

17 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LA VÍA FÁTIMA-VILLAO-LIMITE PROVINCIAL 35
18 CONCLUSIONES 36
19 RECOMENDACIONES 36
20 BIBLIOGRAFÍA 36
21 ANEXOS 39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Ubicación Geográfica 10
Tabla 4-2. Capa de rodadura 11
Tabla 5-1. Resumen de los tramos de intervención 12
Tabla 5-2. Ubicación de los puentes propuestos 12
Tabla 6-1. Índice de serviciabilidad 15
Tabla 9-1. Mantenimientos según tipo de falla 21
Tabla 13-1. Mantenimientos según tipo de falla 27
Tabla 14-1. Mantenimientos según tipo de falla 29

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4-1. Ubicación general del proyecto 10
Ilustración 5-1. Capa de rodadura deteriorada 11
Ilustración 5-2. Capa de rodadura completamente deteriorada 12
Ilustración 6-1. Esquema del pavimento para el Tramo 1, Etapa 1 13
Ilustración 6-2. Esquema del pavimento para el Tramo 1, Etapa 2 13
Ilustración 9-1. Fallas de pavimento flexible 20
Ilustración 9-2. Actividades diversas del mantenimiento rutinario 22
Ilustración 9-3. Actividades diversas para el mantenimiento periódico 23
Ilustración 9-4. Intervención de mejora con refuerzo asfáltico 24
Ilustración 15-1. Gráfica de Índice de Regularidad Internacional (IRI) – Tramo Fátima – Villao 30
Ilustración 17-1. Ciclo de Vida 35

1 ANTECEDENTES

La Constitución de la República del Ecuador otorga a los gobiernos autónomos descentralizados (GAD) provinciales la competencia exclusiva de planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, con el fin de promover la equidad interterritorial y mejorar la conectividad entre las comunidades rurales y urbanas. En este contexto, el Gobierno Provincial del Guayas, en cumplimiento de sus atribuciones constitucionales y legales contrató la consultoría de "ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA SECTOR FÁTIMA VILLAO-LÍMITE PROVINCIAL, INCLUYE PUENTES EN EL CANTÓN PEDRO CARBO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS", la misma que impulsará el desarrollo de infraestructura vial estratégica, activación de la economía local y facilidad en el acceso a servicios esenciales como salud, educación y seguridad.

La vía Fátima–Villao–Límite Provincial, en el cantón Pedro Carbo, constituye una conexión importante para la movilidad de personas y el transporte de productos agrícolas y ganaderos. Sin embargo, en los últimos años no se han implementado acciones de mantenimiento ni conservación vial, la cual ha generado que la vía existente presenta un deterioro progresivo, con la capa de rodadura actual en mal estado, sectores lastrados y zonas que incluso atraviesan cauces de río. Esta situación afecta directamente la movilidad de más de 2.762 habitantes de recintos aledaños y de forma indirecta a aproximadamente 38.509 personas que conforman la población dispersa de la zona con costos de operación vehicular elevados y demoras en los tiempos de viaje.

Dado el impacto económico y social que representa esta arteria vial, el Gobierno Provincial ha considerado prioritario contar con estudios técnicos que no solo definan las obras de rehabilitación requeridas, sino que además incluyan un plan de mantenimiento vial integral, preventivo y rutinario. Este componente permitirá asegurar la sostenibilidad de la inversión pública, optimizar la gestión de los recursos y prolongar la vida útil de la infraestructura vial. La implementación de estrategias de conservación vial adecuadas fortalecerá la conectividad territorial y contribuirá al desarrollo social, económico y productivo de la zona de influencia.

Con estas premisas la prefectura del Guayas, mediante concurso público a través del proceso CPC-PG-2023-002 subido al portal de compras públicas adjudica a KAWSUS CÍA. LTDA mediante contrato No. S-CON-16-2024-X-0 la ejecución de consultoría que se compone de los siguiente entregables:

- Informe Ejecutivo
- Estudio Topográfico
- Diseño Geométrico
- Estudio de Tráfico y Proyecciones
- Estudio Geotécnico
- Informe de Estudios y Suelo
- Diseño Estructural

- Estudio de Hidrología e Hidráulica
- Componente Ambiental

2 INTRODUCCIÓN

El mantenimiento vial es el conjunto de actividades que se llevan a cabo para mantener en buenas condiciones, mejorar la seguridad y la eficiencia generando un mejor impacto para la sociedad. El mantenimiento de las vías incluye tareas como el relleno de baches, la reparación de grietas y el repintado de líneas de tráfico. El mantenimiento de las vías es esencial para garantizar la seguridad y la eficiencia del transporte y para prolongar la vida útil de las carreteras y otras estructuras viales. (Yan Jiang, 2016)

Con la obtención de la información requerida a través de ensayos de campo in situ y laboratorio y bajo criterios ingenieriles se puede diseñar alternativas que satisfagan las necesidades de los usuarios, permitiendo el desarrollo social y económico que la Vía Fátima-Villao-Limite Provincial requiere. El sector podría ser un centro de movimiento financiero, centro de sano esparcimiento, y de un potencial crecimiento económico debido a las actividades de comercio que se realizan.

El mantenimiento vial en cualquier parte de la zona permite una mejor accesibilidad, por lo que HDM4 se considera como la herramienta que permite gestionar esas alternativas que faciliten a las instituciones encargadas, la toma de decisiones para cada caso en particular. El mantenimiento vial preventivo puede ser la mejor manera de ahorro en aspectos económicos y de tiempo, contribuido por medio de una dirección técnica y práctica.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Identificar un modelo de análisis y evaluación del manteamiento vial para la Vía Fátima-Villao-Limite Provincial a través del software HDM4 con el propósito de generar una propuesta de mantenimiento y conservación de la estructura vial para un período de 10 y 20 años, en función de estándares internacionales de diseño, políticas sostenibles y asegurar la rentabilidad económica y técnica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la condición futura del pavimento flexible de Vía Fátima-Villao-Limite Provincial a través de modelos de predicción según cada alternativa de diseño.
- Obtener las alternativas más adecuadas para el mantenimiento o rehabilitación a través de la aplicación del software HDM4 que garanticen un deterioro controlado del pavimento.
- Generar los informes técnicos y económicos de las alternativas propuestas y en función del diseño de pavimentos para la toma de decisiones adecuadas en el

mantenimiento vial.

4 UBICACIÓN

El proyecto *"ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA SECTOR FÁTIMA VILLAO-LÍMITE PROVINCIAL, INCLUYE PUENTES EN EL CANTÓN PEDRO CARBO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS"* geográficamente se encuentra ubicado en la provincia del Guayas, cantón Pedro Carbo, parroquia Pedro Carbo tiene una longitud aproximada de 11.2 km iniciando desde el poblado cercano Fátima hasta el poblado de Paraíso de Villao.

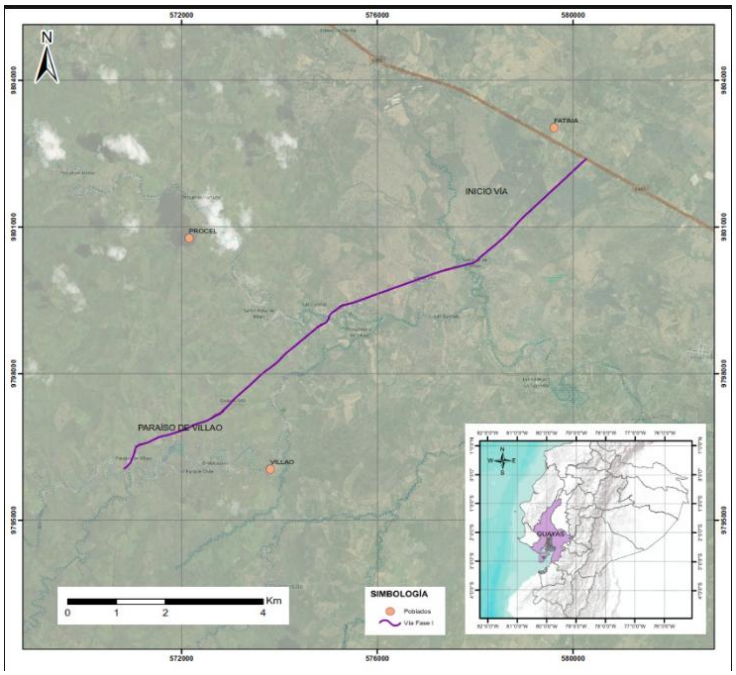


Ilustración 4-1. Ubicación general del proyecto

Fuente: Kawsus Cia Ltda

Tabla 4-1. Ubicación Geográfica

Sistema de coordenadas UTM WGS84 17S			
Punto	**Este**	**Norte**	**Poblado**
Inicio	580,262.49	9'802,394.03	Fátima
Fin	571,057.93	9'796,491.80	Paraíso

Fuente: Kawsus Cia Ltda

Las medidas de pavimento flexible son:

Tabla 4-2. Capa de rodadura

Capa de rodadura	Cantidad	Unidad
Longitud	11.2	km
Espesor 3"	7.62	cm
Ancho de calzada	9.7	m

Fuente: Kawsus Cia Ltda

5 ESTADO ACTUAL DE LA VÍA

En base a los recorridos realizados de todo el tramo vial en las visitas técnicas, se ha dividido la vía aproximadamente en los siguientes tramos:

- TRAMO 1 (Kilómetro 0 al 11+200)

La vía presenta una capa de rodadura severamente deteriorada, con secciones donde la capa ha desaparecido por completo o solo queda una capa de lastre.



Ilustración 5-1. Capa de rodadura deteriorada

Fuente: Kawsus Cia Ltda



Ilustración 5-2. Capa de rodadura completamente deteriorada

Fuente: Kawsus Cia Ltda

Tabla 5-1. Resumen de los tramos de intervención

Tramo	Inicio	Fin	Longitud	Superficie de rodadura actual
1	0+000	11+200	11200 m	Doble tratamiento

Fuente: Kawsus Cia Ltda

Tabla 5-2. Ubicación de los puentes propuestos.

		N	E	Abscisa	Longitud
PUENTE 1	**Inicio**	9800262.36	577971.878	3+135	50 m
	Fin	9800251.16	577919.359	3+185	
PUENTE 2	**Inicio**	9799168.43	575015.845	6+320	60 m
	Fin	9799106.36	574999.071	6+380	

Fuente: Kawsus Cia Ltda

6 EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO

La estructura del pavimento recomendada de las 3 opciones planteadas en el informe de Pavimento corresponde a la metodología AASHTO convencional, la cual está conformada por una capa superior de carpeta asfáltica, una capa intermedia de Base granular y una capa inferior de Subbase granular, esta para la etapa inicial de construcción (Etapa 1), sin embargo, se considera una segunda etapa de intervención

que constituye un refuerzo de la capa superior de rodadura a los 10 años posterior a su construcción (Etapa 2).

- Diseño de pavimentos para el Tramo 1 (desde la 0+000 hasta la 11+200)

ETAPA 1

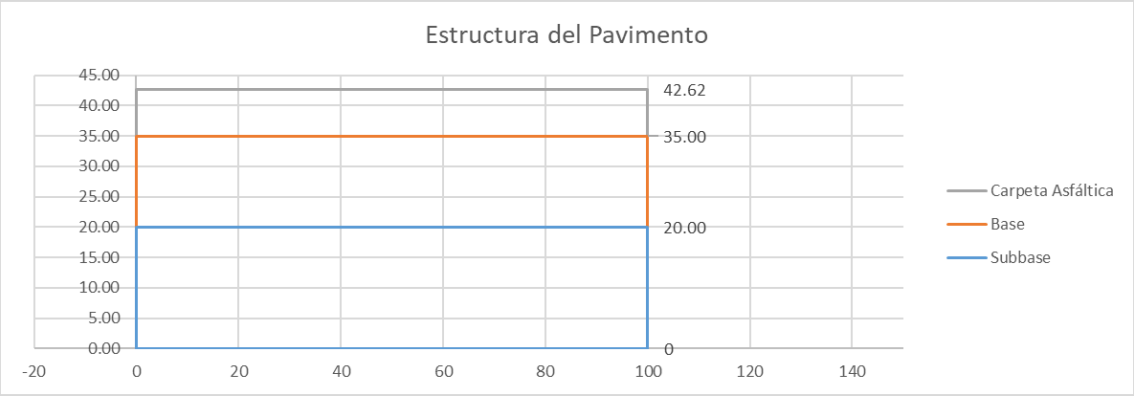


Ilustración 6-1. Esquema del pavimento para el Tramo 1, Etapa 1

Fuente: Kawsus Cia Ltda

ETAPA 2

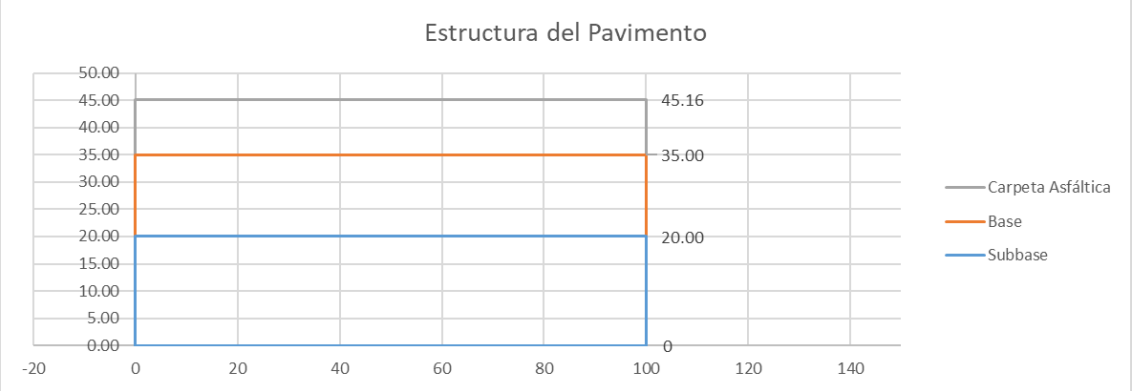


Ilustración 6-2. Esquema del pavimento para el Tramo 1, Etapa 2

Fuente: Kawsus Cia Ltda

A continuación, se analizan los índices de serviciabilidad y el índice de rugosidad.

6.1 METODOLOGÍA PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)

La evaluación del estado superficial del pavimento se realizará mediante la aplicación de la metodología PCI (Pavement Condition Index), desarrollada por el U.S. Army Corps of Engineers y normalizada bajo la norma ASTM D6433. Esta metodología permite determinar cuantitativamente la condición funcional y superficial del pavimento a partir de inspecciones visuales sistemáticas.

El PCI es un índice numérico que varía de 0 a 100, donde:

- 85 – 100: Excelente
- 70 – 85: Muy Bueno
- 55 – 70: Bueno
- 40 – 55: Regular
- 25 – 40: Malo
- 10 – 25: Muy Malo
- 0 – 10: Fallado

La metodología se basa en la identificación, cuantificación y clasificación de los diferentes tipos de deterioro presentes en la superficie del pavimento, considerando su severidad (baja, media o alta) y su extensión.

La aplicación del PCI permite:

- Detectar fallas en etapas tempranas.
- Priorizar intervenciones.
- Activar mantenimiento preventivo antes de que el daño evolucione a deterioro estructural.
- Optimizar el uso de recursos financieros.

6.2 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD

El procedimiento para la determinación del PCI comprende las siguientes etapas:

1. División en unidades de muestra:

La vía se segmenta en unidades homogéneas de área definida (generalmente entre 150 m² y 250 m²).

2. Levantamiento de deterioros:

Se identifican los tipos de fallas presentes, tales como:

Grietas longitudinales y transversales

Grietas tipo piel de cocodrilo

Baches

Desprendimiento de agregados

Ahuellamientos

Exudación

3. Determinación de severidad:

Cada deterioro se clasifica en severidad baja, media o alta.

4. Cálculo del Valor Deducido (DV):

En función del tipo, cantidad y severidad del daño.

5. Obtención del PCI final:

Mediante la aplicación de curvas de corrección y deducción acumulada.

El PCI promedio del tramo evaluado permitirá definir el tipo de intervención requerida, priorizando acciones de mantenimiento rutinario o preventivo antes de considerar rehabilitación mayor.

6.3 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD

Determina la “calificación actual” de un camino. El índice de serviciabilidad comprendela capacidad funcional, es decir la percepción de la calidad de la superficie de rodadura experimentada por el usuario, y la capacidad estructural (condición física delpavimento), de la red vial. El índice de serviciabilidad, desarrollado por la AASHTO, asigna una calificación a la estructura de acuerdo a su condición, según el siguiente detalle.

Tabla 6-1. Índice de serviciabilidad

Índice de Serviciabilidad (PSI)	Estado del Pavimento
0 – 1	Muy malo
1.1 – 2.0	Malo
2.1 – 2.5	Regular a malo
2.6 - 3.0	Regular a bueno
3.1 – 4.4	Bueno
4.5 - 5	Excelente

Fuente: Kawsus Cia Ltda

Los valores de serviciabilidad usualmente aceptados son:

- 4,5 como máximo, al inicio de la vida útil y si el pavimento es rígido (hormigón),
- 4,2 como máximo, al inicio de la vida útil y si el pavimento es flexible (asfalto) y,
- 2,5 como el mínimo aceptable, al término de la vida útil.

Estos valores de serviciabilidad se basan en los experimentos realizados para el método AASHTO, y han sido propuestos como referencia técnica en los Términos de Referencia (TDR). Se obtiene con mediciones de rugosidad y fallas superficiales como fisuras, parches y profundidad de huella.

6.4 ÍNDICE DE RUGOSIDAD

El índice de Regularidad Internacional “IRI” es una medida de la influencia de la uniformidad del perfil longitudinal de la carretera sobre la calidad de la rodadura que presenta la vibración de un vehículo típico de pasajeros como resultado de la falta de regularidad de la superficie de la vía. A mayor IRI, peor es la calidad de la superficie para la conducción.

Dependiendo de la velocidad de diseño, se establece rangos de IRI para la comodidad de la circulación. Para el presente proyecto se ha determinado como valor máximo dentro de los rangos indicados un IRI de 4.0, valor con el cual ya se considera una calidad deficiente en la superficie del pavimento.

Factores como el clima y el tráfico modifican el desempeño inicial de los pavimentos. Con el transcurso del tiempo de funcionamiento, el deterioro de la estructura del pavimento, independiente del tipo de superficie de rodadura, se hará visible. En ningún caso se debe permitir el deterioro excesivo de los elementos. El desempeño de un pavimento puede definirse como la capacidad estructural y funcional medible a lo largo de su período de diseño.

6.5 COMPARACIÓN METODOLÓGICA PCI VS IRI

La evaluación del estado del pavimento puede abordarse mediante distintos indicadores, entre los más utilizados se encuentran el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), cada uno con enfoques y alcances diferentes.

El PCI (Pavement Condition Index) es un indicador que evalúa la condición superficial del pavimento a partir de inspección visual sistemática, considerando el tipo, severidad y extensión de los deterioros presentes. Su escala varía de 0 a 100, donde valores altos indican mejor condición estructural y superficial.

Por su parte, el IRI (International Roughness Index) mide la regularidad longitudinal del pavimento, expresado en metros por kilómetro (m/km), y está directamente relacionado con la calidad de rodadura, el confort del usuario y los costos de operación vehicular.

Diferencias Técnicas Fundamentales

- Enfoque de evaluación:
    - El PCI evalúa el estado superficial y estructural observable.
    - El IRI evalúa la condición funcional asociada a la rugosidad.
- Método de obtención:
    - El PCI se determina mediante inspección visual normalizada (ASTM D6433).
    - El IRI se obtiene mediante equipos de medición de perfil longitudinal (perfilómetros, equipos inerciales o respuesta dinámica).

- Tipo de deterioro que detecta:
    - El PCI identifica fisuración, baches, desprendimientos, deformaciones, exudaciones, entre otros.
    - El IRI no identifica tipos de falla específicos, sino el efecto acumulado de las irregularidades en la superficie.
- Relación con la intervención:
    - El PCI permite definir tratamientos específicos según el tipo de daño.
    - El IRI permite establecer umbrales funcionales de intervención, pero no determina directamente el tipo de reparación necesaria.

Enfoque para el Mantenimiento Preventivo

Desde el punto de vista técnico, el PCI resulta más adecuado para la planificación de mantenimiento preventivo, ya que permite detectar deterioros en etapas tempranas antes de que estos afecten significativamente la rugosidad del pavimento.

El IRI, en cambio, puede mantenerse dentro de rangos aceptables aun cuando existan fisuras iniciales que, de no ser tratadas oportunamente, evolucionarán hacia fallas estructurales más severas y costosas.

En consecuencia:

- El PCI es más sensible al deterioro inicial.
- El IRI refleja el impacto funcional del deterioro acumulado.

Para una gestión eficiente del mantenimiento vial, ambos indicadores pueden complementarse; sin embargo, para la activación temprana de intervenciones preventivas a nivel de proyecto, el uso del PCI proporciona una herramienta más precisa para optimizar recursos y prolongar la vida útil del pavimento.

7 MANTENIMIENTO VIAL

El mantenimiento vial comprende como un conjunto de actividades que deben realizarse para salvaguardar la estructura del pavimento y su grado de serviciabilidad, entre los principales objetivos se encuentran:

- Mantener el nivel de servicio de la vía para el período máximo de diseño.
- Mantener el capital invertido en el proyecto, evitando costos prematuros debido a mantenimientos fuera de la programación.
- Corrección preventiva del deterioro de los elementos de la red vial.
- Brindar niveles de confort, seguridad y comodidad a los usuarios.

7.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Hay varios tipos de mantenimiento que se pueden realizar en las vías para mantenerlas en buenas condiciones y mejorar su seguridad y eficiencia. (Jugo, 2005) Algunos ejemplos de tipos de mantenimiento de vías son:

- **Preventivo:** El mantenimiento preventivo se lleva a cabo de manera regular para evitar el deterioro de las vías y prolongar su vida útil. Es decir, se basa en la monitorización continua de la vía y el uso de técnicas de análisis para predecir cuándo es necesario realizar mantenimiento. El objetivo es llevar a cabo el mantenimiento en el momento adecuado, antes de que se produzcan daños graves.

  Ejemplos de mantenimiento preventivo incluyen el repintado de líneas de tráfico, el reparado de grietas y el relleno de baches pequeños. (Espinosa, 2009)

- **Correctivo:** Se realiza como respuesta a problemas o daños existentes en el pavimento. Incluye acciones como la reparación de baches, el reemplazo de losas dañadas, la corrección de deformaciones y la subsanación de problemas de drenaje. El objetivo es restaurar la funcionalidad y seguridad del pavimento afectado.
- **Recapeo:** Es un tipo de mantenimiento que implica la aplicación de una nueva capa de asfalto o concreto sobre la superficie existente del pavimento. Se realiza cuando el pavimento ha sufrido un desgaste significativo, pero su estructura subyacente está en buenas condiciones. El recapeo mejora la superficie del pavimento, proporcionando mayor resistencia y comodidad al usuario. (Espinosa, 2009)
- **Rehabilitación:** Este tipo de mantenimiento implica la restauración de un pavimento que ha sufrido daños extensos. Se llevan a cabo acciones como el fresado (retirada de la capa superior dañada), el reforzamiento de la base, la corrección de drenajes y la aplicación de una nueva capa de asfalto o concreto. La rehabilitación busca extender la vida útil del pavimento y mejorar su capacidad estructural. (Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos, 2016)
- **Reconstrucción:** Es el tipo de mantenimiento más completo y costoso. Se realiza cuando el pavimento existente ha llegado al final de su vida útil y necesita ser completamente reemplazado. Incluye la demolición de la estructura existente, la reconstrucción de la base y la aplicación de una nueva capa de pavimento. La reconstrucción proporciona un pavimento nuevo y duradero, restableciendo completamente su funcionalidad y rendimiento.

8 ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN VIAL PARA EL PERIODO DE DISEÑO

Después de construida y rehabilitada la vía, ésta se encuentra en buenas condiciones. El mantenimiento Rutinario evita el desgaste prematuro, y cuando las condiciones han cambiado de bueno a regular se realiza el mantenimiento Periódico, a fin de restaurar las condiciones iniciales de la vía. El mantenimiento de Emergencia se realiza cuando factores de tipo climático deterioran la vía e impiden la circulación del tráfico, durante la época de lluvias, o eventualmente por la presencia de nieve o granizo.

8.1 MANTENIMIENTO RUTINARIO (MR)

Es el conjunto de actividades de carácter preventivo que se ejecutan permanentemente a lo largo de la vía, con la finalidad de preservar todos los elementos viales (calzada, bermas, drenaje, señalización y seguridad vial) con la mínima cantidad de alteraciones o de daños, para mantener las condiciones que se tenían después de la construcción, de la conservación periódica, de la rehabilitación o de la reconstrucción. Se realizan una o más veces al año, son regulares, variadas y de pequeña escala.

8.2 MANTENIMIENTO PERIÓDICO (MP)

Es el conjunto de actividades destinadas a restaurar los elementos de la vía a su condición original, para mantener sus niveles de serviciabilidad y prevenir o atenuar un deterioro acelerado de la vía. En general son intervenciones de gran escala, que requieren el despliegue de equipos y recursos especializados para su ejecución, demandan de una adecuada identificación de deterioros y de la elaboración de un proyecto específico. Se lo realiza en períodos mayores a 1 año.

8.3 MANTENIMIENTO DE EMERGENCIA (ME)

Es el que realiza cuando factores de tipo climático deterioran la vía e impiden la circulación del tráfico, durante la época de lluvias, o eventualmente por la presencia de nieve o granizo. En este caso generalmente se realizan actividades de limpieza de deslizamiento de tierras, granizo, fallas geológicas y de ser el caso sustitución de un tramo de la plataforma de la vía con una carpeta asfáltica.

9 METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO

Previo a la generación del plan de mejoramiento de los pavimentos, se realiza una evaluación de los deterioros de la estructura. Mediante inspecciones del sitio de intervención y los diseños, se genera un inventario del trazado para obtener información actualizada de la geometría, secciones y estructura del pavimento. Esta información deberá ser respaldada por un registro fotográfico.

El entorno de circulación que puede también afectar la experiencia del usuario está definido por la calzada, drenajes, estructuras, derecho de vía, seguridad, señalización, control de uso.

El objetivo principal del inventario es identificar el tipo de mantenimiento necesario por eso entre los principales elementos inventariados se encuentran:

- Sección transversal
- Condición de rodadura
- Características funcionales
- Drenajes
- Estructuras aledañas

Las principales fallas que se observan para pavimentos son:

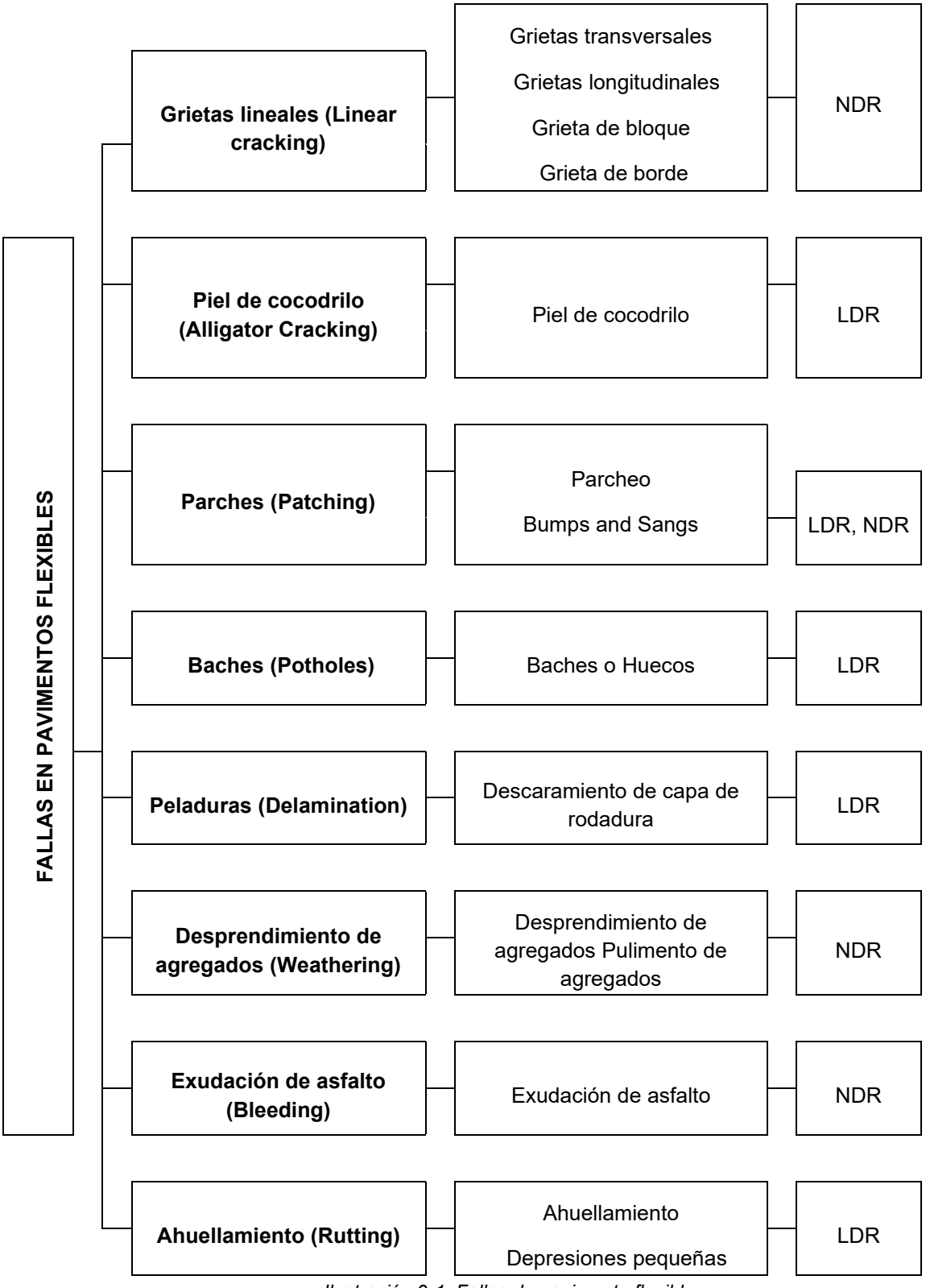


Ilustración 9-1. Fallas de pavimento flexible

Fuente: (Pauta & Cedillo, 2023)

Problemas de regularidad superficial, escaso coeficiente de rozamientos y textura inadecuada también deben ser tomados en cuenta.

La cuantificación de las fallas puede hacerse de manera simplificada según se indica:

- Para desplazamientos verticales y ahuellamiento: Magnitud promedio en longitud en todo el tramo a estudiar.
- Para fisuras transversales: Cantidad total por longitud.
- Para fisuras en bloque: Cantidad total por área.
- Para piel de cocodrilo: Porcentaje de área afectada.

Las principales fallas que se observan generalmente en los proyectos viales, así como las medidas de corrección según el VOLUMEN N° 6, CONSERVACIÓN VIAL de la NEVI-12 se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 9-1. Mantenimientos según tipo de falla

TIPO	CORRECCIÓN
Grietas longitudinales y trasversales	➢ Picado y sellado de grietas ➢ En caso de una condición extensa y severa repavimentar
Piel de cocodrilo	➢ Bacheo profundo para una condición localizada
Parcheo	➢ Nivelación con mezcla en sitio y repavimentación para la condición extensa
Baches	➢ Bacheo profundo para secciones localizadas ➢ Reemplazo de material inadecuado y ejecución de un nuevo pavimento
Peladuras	➢ Sello asfaltico de tratamiento superficial o colocación de mezcla en caso de condición severa
Desprendimientos de agregados	➢ Sello sobre bacheo previo o colocación de mezcla en caso de una condición severa.
Exudación de asfalto	➢ Quemado y sello para una condición localizada.
Ahuellamiento	➢ Nivelación y repavimentación para una condición extensa, severa y peligrosa para tráfico de alta velocidad.

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

El análisis de las alternativas propuestas y la viabilidad del proyecto será evaluado en el software HMD-4. La entrada de datos constará según el diseño pavimentos establecido y serán mantenimientos preventivos, rutinarios y correctivos (refuerzo asfáltico).

Para el presente proyecto vial se consideró un conjunto de estándares de conservación y estándares de mejora para ser utilizados dentro de las evaluaciones con el software

HDM-4. A continuación se describe estos estándares con las actividades correspondientes de cada uno.

9.1 ESTÁNDARES DE CONSERVACIÓN

Se considera dos estándares de conservación, de acuerdo con la frecuencia de aplicación, siendo estos, mantenimiento periódico y rutinario.

9.1.1 MANTENIMIENTO RUTINARIO

Son actividades que se realizan con una frecuencia semestral o anual. Normalmente incluye actividades leves destinadas a conservar la vía en condiciones de servicio adecuadas y prevenir su deterioro. Incluye diversas actividades como limpieza de cunetas, bacheo menor, corte de vegetación, entre otras.

Para el proyecto en estudio se considera una frecuencia de 1 año, como se muestra en la siguiente figura.

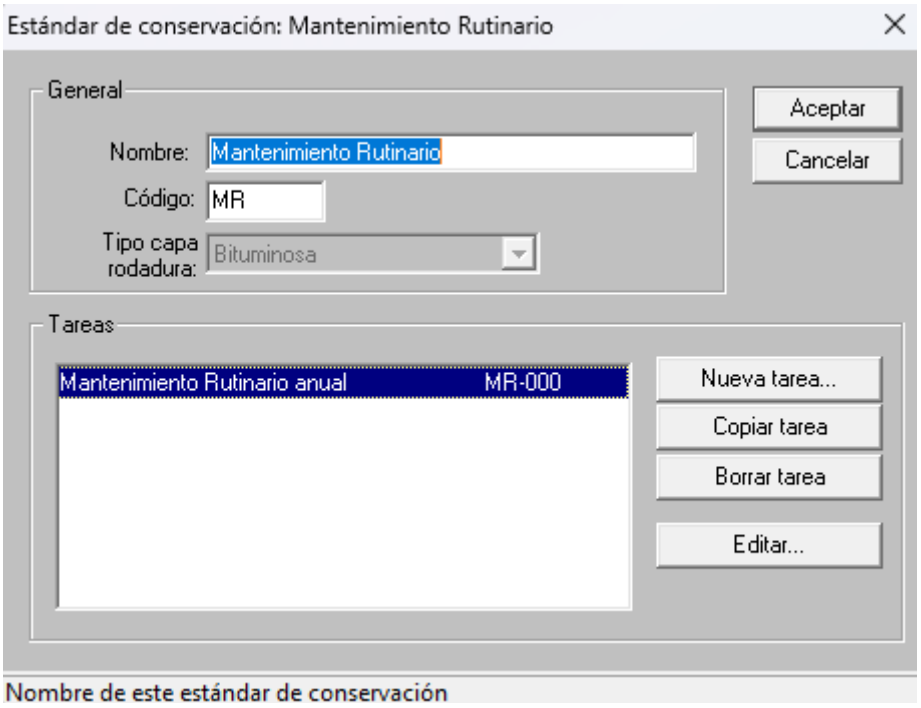


Ilustración 9-2. Actividades diversas del mantenimiento rutinario

Fuente: Kawsus Cia Ltda

9.1.2 MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Son intervenciones programadas a mediano y largo plazo (cada 3 a 5 años, dependiendo del diseño y tráfico), que busca renovar parcial o totalmente componentes de la infraestructura vial.

Las actividades que comprende este estándar de conservación son:

- Refuerzo de mezcla asfáltica
- Imprimación asfáltica

- Reparación de cunetas
- Limpieza de alcantarillas
- Bacheo asfáltico menor
- Sellado de fisuras
- Mantenimiento de señalización
- Limpieza de Derrumbes

Para el proyecto en estudio se considera una frecuencia de 5 años, como se muestra en la siguiente figura.

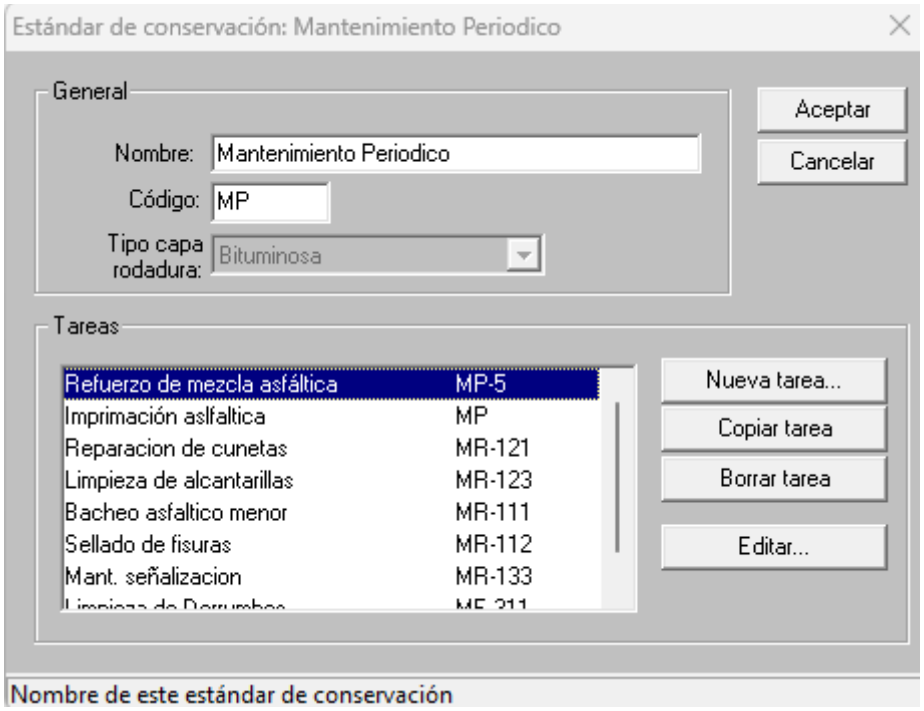


Ilustración 9-3. Actividades diversas para el mantenimiento periódico

Fuente: Kawsus Cia Ltda

9.2 ESTÁNDARES DE MEJORA

Se definen como las actividades necesarias aplicado un criterio técnico y normativo que establece el nivel de calidad, desempeño o funcionalidad deseado al cual se debe llegar con las condiciones de pavimento, servicios de señalización o algún sistema, después de realizar la intervención de mejora.

En este estándar se considera el refuerzo asfaltico propuesto en el diseño de pavimento, que, de ser pertinente, la entidad contratante deberá colocar un refuerzo asfaltico con un espesor de 2 pulgadas, luego de fresar 1 pulgada cuando se haya cumplido el periodo de vida útil de la capa superficial de pavimento, con el objetivo de alargar unos 10 años adicionales al periodo de vida útil (20 años).

Para el proyecto en estudio se considera la intervención de mejora luego de los 10 años cumplidos el periodo de vida útil de la capa asfáltica, como se muestra en la siguiente figura.

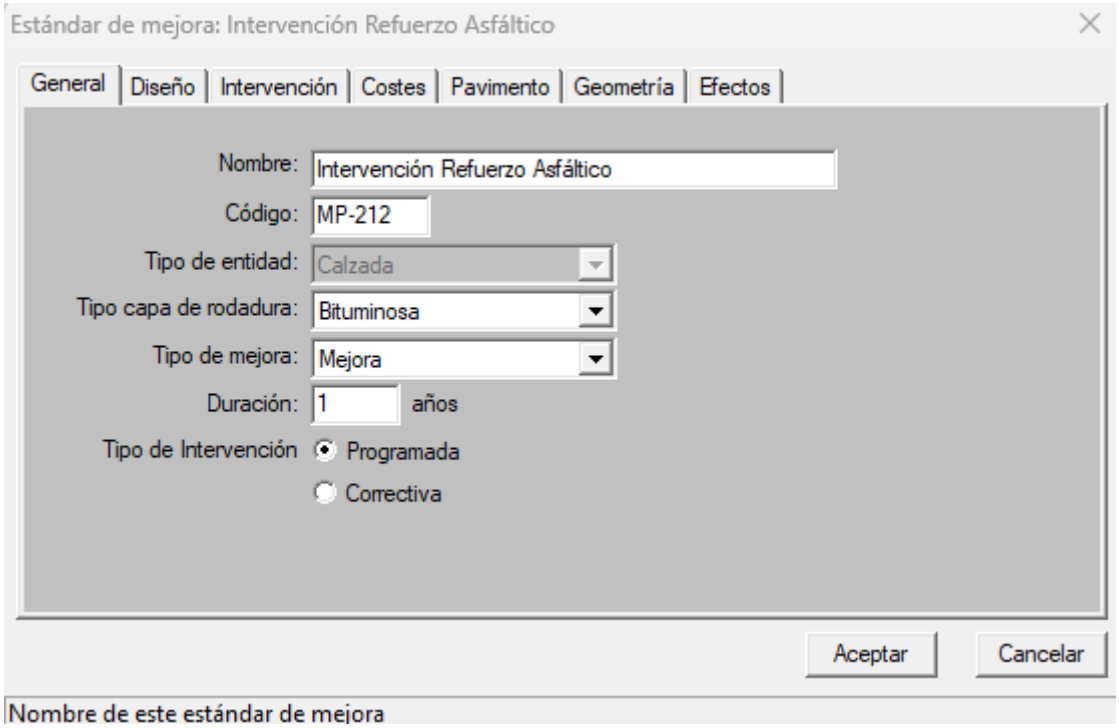


Ilustración 9-4. Intervención de mejora con refuerzo asfáltico

Fuente: Kawsus Cia Ltda

9.3 MODELO DE GESTIÓN Y ESTRUCTURA OPERATIVA DEL MANTENIMIENTO

9.3.1 ENTIDAD RESPONSABLE

La gestión, conservación y mantenimiento de la vía objeto de estudio es competencia del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas (Prefectura del Guayas), conforme a lo establecido en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), el cual atribuye a los GAD provinciales la competencia exclusiva sobre la vialidad rural y provincial.

En consecuencia, la planificación, financiamiento, ejecución y supervisión de las actividades de mantenimiento preventivo y rutinario corresponden a dicha entidad.

9.3.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL OPERATIVA

Para la ejecución eficiente del mantenimiento vial, se propone la siguiente estructura operativa:

- Director de Obras Públicas
- Jefe de Mantenimiento Vial
- Ingeniero Residente de Proyecto
- Fiscalizador

- Técnico Vial de Campo
- Topógrafo
- Capataz de Cuadrilla
- Operadores de maquinaria
- Cuadrillas de mantenimiento rutinario

Esta estructura garantiza planificación técnica, control de calidad y ejecución eficiente en campo.

9.3.3 RECURSOS HUMANOS TÉCNICOS REQUERIDOS

Para un tramo tipo de intervención se estima necesario:

- 1 ingeniero Civil (Residente)
- 1 fiscalizador
- 1 técnico vial
- 1 topógrafo (según necesidad)
- 2 operadores de maquinaria
- 1 capataz
- 6–8 obreros para mantenimiento rutinario

El número podrá ajustarse según longitud del tramo y magnitud del deterioro.

10 INSPECCIONES REGULARES A LA INFRAESTRUCTURA VIAL

Para garantizar el adecuado funcionamiento y la conservación de la infraestructura vial, es fundamental implementar un programa de inspecciones regulares, que permita identificar oportunamente fallas o deterioros en los distintos componentes del sistema vial. Estas inspecciones tienen como objetivo principal detectar daños que puedan comprometer la seguridad de los usuarios o la durabilidad de la vía, y orientar la planificación técnica de las intervenciones de mantenimiento preventivo, rutinario o correctivo.

Las inspecciones deben ser realizadas de manera sistemática y planificada, considerando la clasificación funcional de la vía, las condiciones climáticas predominantes y la intensidad del tránsito. En vías principales o pavimentadas, se recomienda llevar a cabo las inspecciones al menos de forma trimestral o semestral, mientras que, en vías rurales o no pavimentadas, las inspecciones pueden ser más frecuentes, especialmente después de eventos climáticos extremos como lluvias intensas. En el caso de estructuras especiales, como puentes, alcantarillas o muros de contención, se sugiere una evaluación semestral o anual, dependiendo del nivel de criticidad.

Durante las inspecciones en campo, el equipo técnico debe realizar recorridos visuales, tanto a pie como en vehículo, registrando sistemáticamente las condiciones de los diferentes elementos de la vía: pavimento, drenaje longitudinal (cunetas), obras de

drenaje transversal, señalización, taludes, bermas y estructuras complementarias. Se deben identificar fallas tales como baches, agrietamientos, pérdida de bordes, deformaciones, obstrucciones en cunetas, fisuras estructurales o erosiones, entre otras. Para cada hallazgo, se debe documentar su ubicación (mediante coordenadas o abscisado), severidad, extensión aproximada y tipo de intervención recomendada.

La información recolectada se debe consignar en fichas estandarizadas de inspección, que incluyan campos como: fecha, tramo inspeccionado, tipo de falla, localización, grado de severidad, evidencia fotográfica y recomendaciones. Estas fichas pueden ser elaboradas en formatos físicos o digitales, utilizando herramientas como aplicaciones de campo con sistemas de información geográfica (SIG) que permitan georreferenciar los puntos críticos. Posteriormente, se debe elaborar un informe técnico consolidado, donde se analicen los resultados, se clasifiquen las fallas por prioridad y se proponga un cronograma de mantenimiento vial acorde con la realidad observada.

Finalmente, la ejecución de inspecciones regulares no solo permite detectar daños visibles, sino también anticipar problemas estructurales y funcionales, optimizando el uso de los recursos disponibles y contribuyendo a la prolongación de la vida útil de la infraestructura vial. Esta práctica es una herramienta importante dentro de los planes de conservación vial, especialmente para las entidades responsables de la gestión y mantenimiento de redes viales a nivel local y nacional.

11 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

El análisis de ciclo de vida (ACV) es una técnica utilizada en ingeniería civil y otras disciplinas para evaluar el impacto ambiental y el costo total de un proyecto a lo largo de su vida útil. El ACV permite identificar y cuantificar los impactos ambientales y los costos asociados con todas las etapas de un proyecto, desde la extracción de los materiales hasta la disposición final de los residuos. El ACV se basa en la idea de que los impactos y los costos de un proyecto no se limitan a su construcción y uso inmediatos, sino que se extienden a lo largo de su ciclo de vida completo. Por lo tanto, el ACV permite comparar diferentes opciones de proyecto y tomar decisiones informadas sobre cuál es la opción más sostenible y económicamente viable a largo plazo. (Asphalt Pvement Alliance, 2011)

El ACV se lleva a cabo en varias etapas:

- **Identificación de las etapas del ciclo de vida del proyecto:** Se identifican todas las etapas del ciclo de vida del proyecto, desde la extracción de materiales hasta la disposición final de residuos.
- **Recopilación de datos:** Se recopilan datos sobre los impactos ambientales y los costos asociados con cada etapa del ciclo de vida del proyecto.
- **Análisis de los datos:** Se analizan los datos recopilados para determinar el impacto ambiental y el costo total del proyecto a lo largo de su ciclo de vida.
- **Toma de decisiones:** Se utilizan los resultados del análisis para tomar decisiones informadas sobre cuál es la opción de proyecto más sostenible y económica. Es importante tener en cuenta que el análisis de ciclo de vida de una vía es un proceso continuo y debe actualizarse a medida que se desarrolla el proyecto y se utiliza la vía. (Amado & Gil, 2017).

12 ANÁLISIS DE COSTOS

Según la **FHWA** (Federal Highway Adminitration, 2022) los pasos de la metodología de un análisis de costos son:

1. Establecer estrategias alternativas de diseño.
2. Determinar el tiempo de la actividad.
3. Estimar los costos de la agencia.
4. Estimar los costos del usuario.
5. Determinar el costo del ciclo de vida.

Este enfoque de análisis ayuda a los ingenieros y planificadores a tomar decisiones informadas a la hora de seleccionar el tipo y diseño de pavimento adecuados para un proyecto concreto, teniendo en cuenta no sólo los costes de construcción, sino también los costes a largo plazo asociados al mantenimiento y reparación del pavimento. El análisis de costos puede aplicarse a una amplia variedad de niveles de decisión relacionados con la inversión para evaluar el valor económico de varios diseños, proyectos, alternativas o estrategias de sistemas para obtener el mejor rendimiento de los fondos. (Huang, 2004)

Los precios de mercado para las actividades de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos asfálticos fueron determinados con base en precios referenciales vigentes y en análisis comparativos de estudios similares realizados previamente.

13 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO

Las actividades de mantenimiento requeridas son fundamentales para garantizar el óptimo funcionamiento de la capa de rodadura y para cumplir con el período de diseño estipulado para el pavimento. Estas intervenciones programadas deben ejecutarse de conformidad con los plazos establecidos, con el fin de preservar las condiciones adecuadas del pavimento.

Tabla 13-1. Mantenimientos según tipo de falla

CRONOGRAMA		
AÑO	**MANTENIMIENTO**	
0	Construcción	CO
1	M. Rutinario	MR
2	M. Rutinario	MR
3	M. Rutinario	MR
4	M. Rutinario	MR
5	**M. Periódico**	MP
6	M. Rutinario	MR

CRONOGRAMA		
AÑO	**MANTENIMIENTO**	
7	M. Rutinario	MR
8	M. Rutinario	MR
9	M. Rutinario	MR
10	**M. Periódico + Recapeo**	MP
11	M. Rutinario	MR
12	M. Rutinario	MR
13	M. Rutinario	MR
14	M. Rutinario	MR
15	**M. Periódico**	MP
16	M. Rutinario	MR
17	M. Rutinario	MR
18	M. Rutinario	MR
19	M. Rutinario	MR

Fuente: Kawsus Cia Ltda

Las actividades de mantenimiento de carreteras están basadas en las especiaciones de mantenimiento de carreteras (MOP, 2005).

14 COSTOS Y CANTIDADES DE OBRA

Los mantenimientos rutinarios deben realizarse frecuentemente para prevenir que las fallas halladas lleguen a las capas inferiores las cuales pondrían en riesgo la estructura del pavimento.

Mientras que las tareas designadas para un mantenimiento periódico involucran un costo mayor debido a que engloba una recuperación de las condiciones de la estructura de pavimento, de la señalización o de algún sistema como es el drenaje vial.

Por último, se presentan estimaciones de costos unitarios para el fresado de pavimento asfáltico y la construcción de un nuevo pavimento, basadas en análisis de precios unitarios y estudios similares para este refuerzo asfaltico.

Tabla 14-1. Mantenimientos según tipo de falla

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COSTO SOCIAL	COSTO FINANCIERO	CANTIDAD	UNIDAD
MANTENIMIENTO RUTINARIO					
MR-000	Mantenimiento Rutinario Anual	2589.6	2978.88	11.20	km
MANTENIMIENTO PERIÓDICO					
MP-5	Refuerzo de mezcla asfáltica	7.81	7.83	10,864.00	m2
MP-6	Lechada asfáltica	4.05	4.47	10,864.00	m2
MP-7	Imprimación asfáltica	1.33	1.12	10,864.00	m2
MR-121	Reparación de cunetas	971.1	1088.50	11.20	km
MP-8	Limpieza de alcantarillas	34.93	38.49	3.75	km
MR-111	Bacheo asfaltico menor	28.33	36.71	2.10	m2
MR-112	Sellado de fisuras	3.24	4.2	2.10	m2
MR-113	Mantenimiento señalización	403.8	488.81	11.20	km
RECONSTRUCCIÓN CON REFUERZO ASFÁLTICO					
MP-212	Intervención Refuerzo Asfáltico	6.69	7.83	108,640.00	m2

Fuente: Kawsus Cia Ltda

Las actividades tanto del mantenimiento rutinario como del periódico deben ser realizadas de acuerdo a las Especificaciones para Mantenimiento Carreteras MOP 2005 y Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes MOP-001- F-2002.

Estas actividades pertenecen a la alternativa escogida ya que serán a nivel de la capa de rodadura. Además, se espera que el pavimento tenga un deterioro controlado según la planificación propuesta para un periodo largo de tiempo siendo su condición Buena a lo largo del tiempo.

15 ANÁLISIS DEL PROYECTO

Para la alternativa se propone el un mantenimiento total el cual cumple el cronograma de actividades (Mantenimientos) y un mantenimiento parcial (Mantenimientos parciales), el cual no cumplirá con las especificaciones propuestas.

Se tiene los resultados del Índice de Regularidad Internacional para el tramo Fátima – Villao en la siguiente figura.

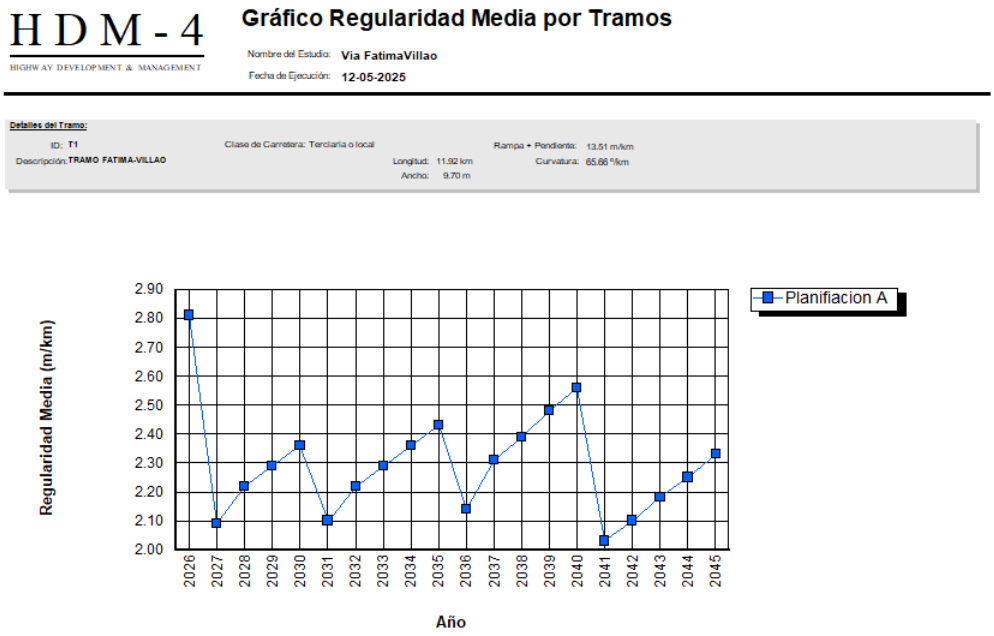
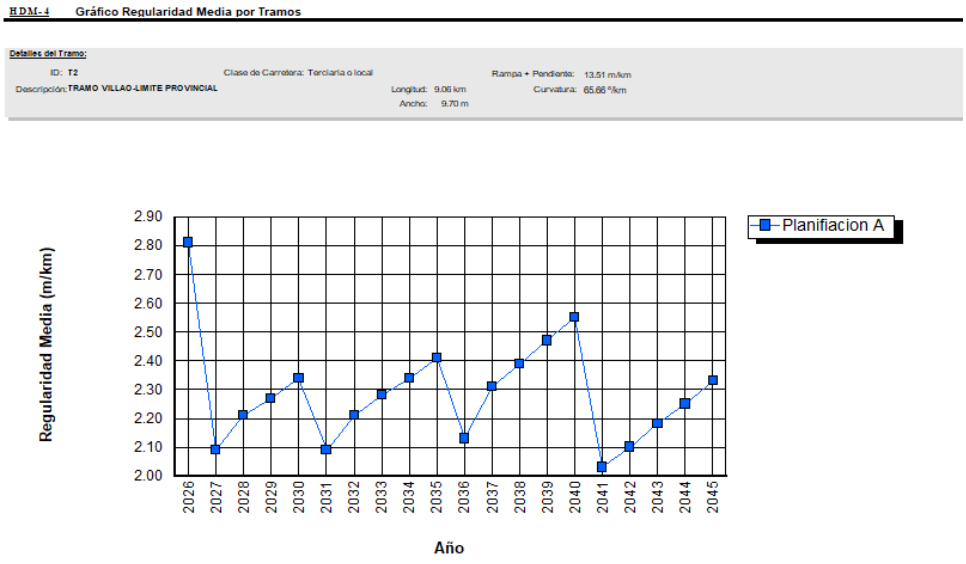


Ilustración 15-1. Gráfica de Índice de Regularidad Internacional (IRI) – Tramo Fátima – Villao

Fuente: Kawsus Cia Ltda

Se tiene los resultados del Índice de Regularidad Internacional para el tramo Villao – Limite provincial en la siguiente figura.



Las gráficas del Índice de Rugosidad Internacional en función del tiempo para los dos tramos de diseño de pavimentos muestran un patrón estable cuando se cumple rigurosamente la planificación propuesta. Sin embargo, cuando no se sigue el calendario de mantenimientos, el índice aumenta significativamente, lo que deteriora el estado del pavimento flexible.

En el software HDM-4, la gráfica del IRI (Índice de Regularidad Internacional) suele mostrar un incremento marcado en los primeros años tras la construcción o

rehabilitación de una vía. Esto se debe a que el modelo de deterioro implementado simula una pérdida temprana de la condición superficial ideal del pavimento, pasando de un IRI inicial óptimo (menor a 2.0) hacia valores más representativos del uso real (entre 3.0 y 4.0). Esta fase refleja el asentamiento estructural inicial del pavimento, producto del tránsito vehicular, la compactación residual y la exposición a factores climáticos.

Por otro lado, según las gráficas obtenidas a partir del software HDM-4, basada en el método AASHTO, presenta el menor índice de deterioro a lo largo del tiempo. Esto indica un comportamiento estructural más favorable, con una degradación progresiva más lenta en comparación con las demás alternativas de diseño evaluadas.

15.1 MARCO INSTITUCIONAL Y COMPETENCIA DE LA PREFECTURA DEL GUAYAS

De conformidad con el COOTAD, los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales tienen competencia exclusiva sobre la planificación, construcción y mantenimiento de la red vial provincial rural.

La vía objeto del presente estudio forma parte de dicha red, por lo que su conservación corresponde legal y administrativamente a la Prefectura del Guayas.

El financiamiento de las actividades de mantenimiento se sustenta en:

- Asignaciones presupuestarias institucionales.
- Recursos provenientes del Presupuesto General del Estado.
- Créditos y cooperación interinstitucional.
- Recursos propios del GAD Provincial.

En consecuencia, la ejecución del presente plan de mantenimiento preventivo y rutinario se enmarca dentro de las competencias legales y responsabilidades técnicas de la Prefectura del Guayas.

16 PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS PUENTES

El plan de mantenimiento debe ser ejecutado posterior a una evaluación del estado del puente por parte de los técnicos de la prefectura. Estas inspecciones deben ser realizadas bienalmente o después de algún evento extraordinario tal como un sismo o una crecida extraordinaria que haya socavado la cimentación.

16.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es aquel que se ejecuta previo a la existencia de un daño o una patología estructural. Principalmente consiste en los siguientes trabajos:

16.1.1 LIMPIEZA DE CUNETAS Y DESVÍO DE AGUA ENTRANTE A PUENTE

Este proceso consiste en eliminar residuos, sedimentos, hojas y otros materiales acumulados en las cunetas y sistemas de drenaje que conducen agua hacia el puente.

El objetivo es asegurar el flujo libre de agua, evitando estancamientos que puedan afectar la estructura. Además, se realizan adecuaciones para redirigir el agua de escorrentía lejos de las zonas críticas del puente, protegiendo así los elementos estructurales contra daños por humedad.

16.1.2 LIMPIEZA DE JUNTAS

Se trata de remover suciedad, polvo, residuos de asfalto y otros materiales que puedan acumularse en las juntas de dilatación del puente. Esta limpieza garantiza que las juntas mantengan su capacidad de movimiento y eviten daños estructurales por presión acumulada. El proceso puede incluir el uso de cepillos, aire comprimido o chorros de agua a presión.

16.1.3 LIMPIEZA DE ESTRIBOS EN ZONA DE APOYO DE VIGAS

Se realiza la remoción de sedimentos, restos de materiales de construcción y acumulaciones de tierra en la zona de apoyo de las vigas sobre los estribos. Mantener esta área limpia es fundamental para preservar la integridad de los apoyos y evitar la corrosión o el desgaste prematuro debido a la acumulación de humedad o residuos.

16.1.4 CORRECCIONES DE DAÑOS EN TABLERO DE HORMIGÓN

Consiste en identificar y reparar grietas, fisuras, desprendimientos o cualquier tipo de deterioro en la losa de hormigón que conforma el tablero del puente. Los trabajos pueden incluir el sellado de fisuras con materiales epóxicos, reparación de áreas erosionadas y aplicación de recubrimientos protectores para restaurar la resistencia estructural y prolongar la vida útil del tablero.

16.1.5 CORRECCIONES EN OBRA DE PROTECCIÓN

Esta tarea incluye la rehabilitación o ajuste de estructuras auxiliares diseñadas para proteger el puente, como muros de contención, gaviones o barreras contra la erosión. Se realizan reparaciones puntuales o refuerzos en caso de desplazamientos, socavación o daños estructurales ocasionados por la acción de agua o impacto vehicular.

16.1.6 LIMPIEZA DE DRENAJES DE TABLERO

Se lleva a cabo la remoción de residuos y obstrucciones en los sistemas de drenaje ubicados sobre el tablero del puente. Esta limpieza evita el acumulamiento de agua pluvial que podría generar charcos, filtraciones y daño en la superficie del puente. El mantenimiento incluye el destape de tuberías, rejillas y conductos para garantizar la evacuación eficiente del agua.

16.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo se lo deberá ejecutar de forma bienal con los siguientes rubros:

16.2.1 CORRECCIONES DE PINTURA O FOCOS DE CORROSIÓN EN VIGAS

Consiste en la reparación de zonas afectadas por la corrosión en las vigas estructurales del puente. El proceso incluye la eliminación de óxido, aplicación de productos anticorrosivos y posterior pintado con recubrimientos protectores para evitar el deterioro causado por la exposición a factores ambientales.

16.2.2 ARREGLO DE JUNTA (EN CASO DE ESTAR MOVIDA O LEVANTADA)

Implica la corrección de juntas de dilatación que presentan desplazamiento o elevación. Este trabajo puede incluir el reemplazo de componentes dañados, el ajuste de la junta para garantizar su alineación adecuada y el sellado para asegurar la impermeabilidad y el correcto funcionamiento ante movimientos estructurales.

16.2.3 ARREGLO DE NEOPRENO (EN CASO DE EXISTIR DAÑO)

Consiste en la sustitución o reparación de apoyos de neopreno en los puntos de contacto entre vigas y pilares. El neopreno dañado se retira y se coloca uno nuevo, garantizando la absorción de movimientos y vibraciones, así como el soporte adecuado de cargas estructurales.

16.2.4 CORRECCIÓN EN SOLDADURA DE VIGAS (DE EXISTIR)

Se realiza una inspección de las uniones soldadas en las vigas para detectar fisuras, roturas o defectos de soldadura. Posteriormente, se llevan a cabo reparaciones mediante procesos de soldadura especializados que garanticen la resistencia estructural y la continuidad de la unión.

16.2.5 ARREGLO DE POSIBLES CHOQUES EN BARRERA JERSEY

Consiste en la restauración de las barreras tipo Jersey que han sufrido impactos vehiculares. Las reparaciones pueden incluir el enderezado de secciones deformadas, reemplazo de elementos fracturados y aplicación de recubrimientos protectores para prolongar su vida útil.

16.2.6 REPINTADO DE SEÑALIZACIÓN DE PUENTE

Incluye el mantenimiento y la renovación de la señalización horizontal y vertical en la estructura del puente. Se realiza la limpieza de superficies, aplicación de pintura reflectante y renovación de símbolos o marcas viales que garantizan la visibilidad y seguridad en el tránsito.

16.2.7 CORRECCIONES EN ZONA DE PROTECCIÓN DE ESTRIBOS EN CASO DE EXISTIR MOVIMIENTO O DESPLAZAMIENTO DE LOS GAVIONES

Comprende el ajuste o reconstrucción de los gaviones utilizados para estabilizar el terreno en las zonas de apoyo del puente. Se corrige el desplazamiento, se rellenan

huecos y se refuerza la estructura para asegurar su capacidad de contención y protección contra la erosión.

16.2.8 REPARACIÓN DE HORMIGÓN CON ARMADURAS CORROÍDAS

Referencia a los trabajos realizados necesarios para reparar hormigones que presentan daños por corrosión de las armaduras. Incluye la colocación de un producto inhibidor de la corrosión, así como la reposición del hormigón mediante mortero proyectado mecánicamente, de igual manera colocación o reemplazo de armaduras.

16.2.9 LIMPIEZA DE SEÑALES

Mantenimiento a señalización en donde se encuentren los símbolos y leyendas de una placa, tanto vertical como montada en pórtico, incluyendo postes y estructuras soportantes, con objetivo de eliminar rayados, retirar el polvo para que sean legibles.

16.3 DIAGNÓSTICO PERIÓDICO DEL ESTADO DE LOS PUENTES EN PEDRO CARBO, GUAYAS

Con respecto al diagnóstico del estado (una vez ya construido) será evaluado por tramos posteriormente detallados, con respecto a su inicio, fin, abscisa, longitud y estado actual.

16.3.1 PUENTE 1:

Inicio: N 9800262.36, E 577971.878
Fin: N 9800251.16, E 577919.359
Abscisa: 3+135 a 3+185
Longitud: 50 m

16.3.2 PUENTE 2:

Inicio: N 9799168.43, E 575015.845
Fin: N 9799106.36, E 574999.071
Abscisa: 6+320 a 6+380
Longitud: 60 m

16.4 RECOMENDACIONES GENERALES

- Realizar inspecciones técnicas detalladas de cada puente para determinar el grado de deterioro estructural.
- Implementar programas de mantenimiento periódico que incluyan limpieza de drenajes, reparación de daños menores y aplicación de tratamientos anticorrosivos.
- Evaluar el estado de las juntas y asegurar su correcto funcionamiento para evitar daños por movimientos estructurales.
- Garantizar la correcta señalización vial en los puentes para mejorar la seguridad de los usuarios.

17 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LA VÍA FÁTIMA-VILLAO-LIMITE PROVINCIAL

El ciclo de vida del pavimento muestra el deterioro del pavimento que se tendrá para el periodo de diseño de 10 años y con el mantenimiento propuesto de Recapeo a los 10 años pueda tener una vida útil de 20 años.

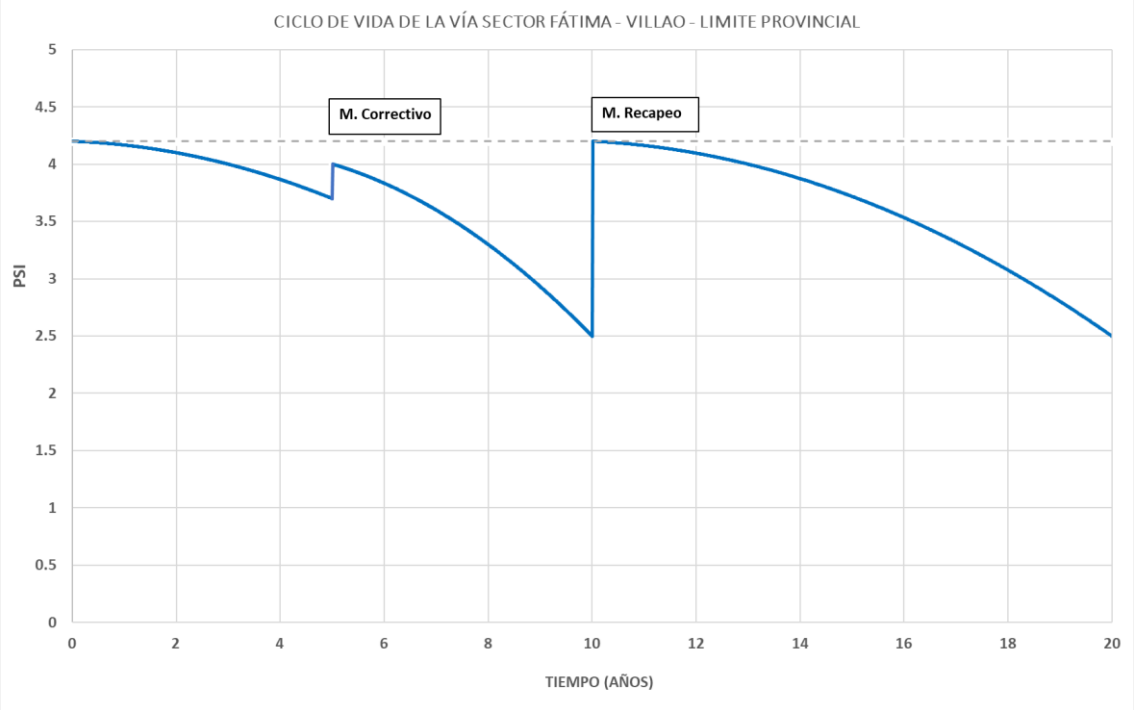


Ilustración 17-1. Ciclo de Vida

Fuente: Kawsus Cia Ltda

El análisis de ciclo de vida del pavimento mostrado por la alternativa designada propone los mantenimientos para un deterioro del pavimento prolongado. Es decir, para un periodo de 10 años se llegará a un PSI=2.5 siendo un pavimento en condición Regular. El mantenimiento periódico propuesto a los 5 años de su construcción mejora y prolonga la vida útil del pavimento corrigiendo las fallas y afectaciones que haya sufrido por las cargas de tráfico, fenómenos climáticos o deficiencias en la construcción. El mantenimiento de Recapeo para los 10 años aumenta la vida útil cumpliendo la utilización de la vía por 20 años.

Los costos se presentarán en el Anexo, donde se detallan los gastos proyectados por año para los planes de mantenimiento vial. Es importante destacar que la alternativa 1 se considera la más adecuada, dado que, al mantener espesores similares en comparación con las otras opciones, los costos de construcción serán significativamente menores. Además, esta solución no solo garantizará un desempeño óptimo del pavimento, sino que también contribuirá a la reducción de los costos de mantenimiento a lo largo de su vida útil.

18 CONCLUSIONES

Los pavimentos flexibles propuesta por las alternativas suelen deteriorarse con el tiempo a un ritmo cada vez mayor. El mantenimiento y la subsanación pueden ralentizar o revertir este deterioro. El grado en que esto ocurre depende del tipo de mantenimiento o rehabilitación, así como del momento en que se lleven a cabo dichas acciones. En general, cumplir con el plan de mantenimiento y rehabilitación sistemático y temprano es el más rentable y da como resultado la mayor extensión de la vida útil del pavimento y menor costo a largo plazo.

19 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar diagnósticos de manera periódica con el fin de determinar el índice de condición real del pavimento (PCI). La normativa ASTM-6433 cumple con los estándares y estima un valor cuantitativo de fallas que surgen en el pavimento.

20 BIBLIOGRAFÍA

Amado, C., & Gil, O. (2017). *Análisis del costo en el ciclo de vida para dos alternativas de pavimento.* Bogota.

Arroyo Pérez, P., & García de Celis, A. (2003). Movimientos de ladera y precipitaciones extraordinarias en la Omana Alta (Cordillera Cantábrica, Noroeste de León). *Cuaternario y geomorfología*, 43-54.

Asphalt Pvement Alliance. (2011). *Life-cycle cost analysis: A position paper.*

Chacón, J., Irigaray, C., & Fernández, T. (2007). Los movimientos de ladera de la provincia de Granada. *Atlas Riesgos Naturales en la Provincia de Granada, 1st ed.; Ferrer, M., Ed*, 45-82.

Copons Llorens, R., & Tallada Masquef, A. (2009). Movimientos de ladera. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 17*(3), 284-294.

Corominas, J. (2006). El clima y sus consecuencias sobre la actividad de los movimientos de ladera en España. *Cuaternario y geomorfología, 20*(3-4), 89-113.

Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos. (2016). Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación. 13-150.

Egüez, A. A. (2003). *Mapa de fallas y pliegues cuaternarias de .* Escuela Politécnica Nacional, Programa Internacional de la Litósfera.

Espinosa, D. (2009). *Guía de mantenimientos para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá D.C.* Bogotá.

Federal Highway Adminitration. (16 de Noviembre de 2022). *Federal Highway Adminitration*. Obtenido de U. S. Departament of tranportation: https://www.fhwa.dot.gov/pavement/lcca/lccafact/

Galbán Rodriguez, L., Gónzalez Haramboure, Y., & Urquiza López, Y. M. (2021). Vulnerabilidad y riesgo sísmico en obras hidráulicas: una nueva aproximación metodológica. *CIH-Ingenieria Hidraulica y Ambiental*, 16.

Geoporal IGM. (2009). *Generacion de geoinformacion para la gestion del territorio y valoracion de tierras rurales de la cuenca del rio guayas escala 1:25.000.*

González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2004). *INGENIERÍA GEOLÓGICA.* Madrid, España: PEARSON EDUCACIÓN, S. A.

González Díez, A., & Martínez Cedrún, P. (n.d.). Caracterización geomecánica de suelos y rocas.

Huang, Y. (2004). *Pavement Analysis and Design-Second Edition.* Kentucky, U. S.: Pearson Education, Inc.

Huerta Mendoza, R. (2000). *El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional.* La Habana: Congreso Cubano de Ingeniería Mecánica.

Irigaray, C., & Chacón, J. (1991). Los movimientos de ladera en el sector de Colmenar (Málaga). *Revista de la Sociedad Geológica de España, 4*(3), 203-214.

J. Gaspari, F., Senisterra, G., Delgado, M., Rodríguez Vagaría, A., & Besteiro, S. (2010). Manual de manejo integral de cuencas hidrográficas.

Jugo, B. (2005). *Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles.* Caracas, Venezuela.

López Reyes, M. (2001). Degradación de suelos en Sonora: el problema de la erosión en los suelos de uso ganadero. *egión y sociedad, 13*(22), 73-97.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12 - MTOP, VOLUMEN N° 6 - CONSERVACION VIAL.* Quito.

MOP. (2005). *Especificaciones para mantenimiento de carreteras.* Quito: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Moreno, C., & Cabañas Ibáñez , A. (n.d.). La información y la participación ciudadana en la lucha contra inundaciones. Tema M (La protección contra los riesgos hídricos).

NEVI-12. (2012). *Norma Ecuatoriana Vial - Vol. 6.* Ecuador: MTOP.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-011-CNA-2000. (n.d.).

ONU, O. (2009). INTEGRANDO LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN LA CCA Y EL MANUD. *Nota Guía para los Equipos de País de Naciones Unidas*.

Pauta, W. S., & Cedillo, L. (2023). *Diseño de un sistema de gestión de infraestructura vial para el oeste del centro urbano de Santa Isabel.* Cuenca: Universidad de Cuenca.

Programa IPGARAMSS. (2008). Manual metodológico para la evaluación de movimientos de ladera en el AMSS (El Salvador, CA).

Treminio Corea, M., Mendoza Corrales, R., & Garmendia Zapata, M. (2023). Erodabilidad en suelos Andisoles, Mollisoles y Vertisoles de la región del Pacífico de Nicaragua. *La Calera, 23*(41).

Trimble Business Center. (2015). Software de oficina Trimble Business Center. *Notas Técnicas TBC*.

Yan Jiang, J. (2016). *Long-Term Pavement Performance Program- Pavement Performance Measures and Forecasting and the Effects on Maintenance and Rehabilitation Strategy on Treatment Effectiveness.*

21 ANEXOS

Presupuesto referencial de mantenimiento vial

Reportes de HDM-4