UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

PROPUESTA TECNICA Y ECONOMICA DE REPARACIÓN DE CARRETERA RUTA 160 KM 128.2 AL 128.7 COMUNA DE LEBU

Trabajo de Titulación para optar al Título de Técnico Universitario en CONSTRUCCIÓN

Alumno:

Antonio Ariel Meza Pereira

Profesor guía:
Sra. Angélica López

2018

RESUMEN DEL PROYECTO

El 27 de febrero del año 2010 en la región del BIOBIO se registró uno de los terremotos más grandes de la historia de nuestro país, dejando muchos daños en vidas humanas, viviendas, puentes y también carreteras, las que algunas tuvieron que ser reconstruidas completamente y otras solo con algunas reparaciones.

En este trabajo de Título se hablara exactamente de la ruta 160 km 127 al 129 en la comuna de Lebu en donde a primera instancia se le hicieron reparaciones pero tras los años su tránsito se ha dificultado arriesgando la vida de las personas.

Lo que presentaremos en este trabajo de Titulo es la propuesta de un sistema constructivo para la reparación de la ruta 160 km 127 al 129, para lo cual se realizara un diagnóstico de la situación actual de la carretera, se propondrá una reparación para la ruta, mostraremos el proceso constructivo de la reparación y presentaremos un presupuesto de la solución propuesta

La metodología que se utilizaremos es seleccionar información desde internet para realizar el marco teórico, investigaremos normas vigente para reparaciones de carreteras, se realizaran visitas al lugar afectado, hablaremos con profesionales en el área, entrevistaremos a personal de la municipalidad de LEBU y se harán cotizaciones en distintas tiendas para obtener un presupuesto

Índice de contenido

1 FORMULACION GENERAL DEL PROBLEMA. 1
1.1 EXPOSICIÓN GENERAL DEL PROYECTO. 1
1.2 PRINCIPALES INTERROGANTES DEL PROYECTO. 1
1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO. 2
1.4 METODOLOGIA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO. 3
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO. 4
1.5.1 Objetivo General del Proyecto 4
1.5.2 Objetivos Específicos 4
1.6 MARCO TEÓRICO: 5
1.6.1 Historia de las carreteras en el mundo: 5
1.6.2 Historia de las carreteras en chile: 6
1.6.3 Tipos de carretera 7
1.6.4 Tipos de material para construcción de carreteras: 8
1.7 MARCO CONCEPTUAL 9
1.8 MARCO NORMATIVO 10
2 DESARROLLO CAPITULOS 11
2.1 CAPITULO 1: SITUACIÓN ACTUAL DE LA RUTA 160 KM 128.2 AL 128.7 LEBU 11
2.1.1 Generalidades. 11
2.1.2 Ubicación de la zona afectada es la ruta 160 kilómetro 128,2 al 128,7. 11
2.1.3 Identificación de los tipos de pavimentos 11
El pavimento rígido 11
El pavimento flexible 11
2.1.4 Fallas en pavimentos flexibles 12
2.2 Capítulo II: Métodos de reparación para la falla existente en la ruta 160 km 128.2 al 128.7 38
2.2.1 Generalidades. 38
2.2.2 Estado de la ruta 160 km 128.2 al 128.7 38
2.2.3 MÉTODOS DE REPARACIÓN PARA BACHES. 40
2.2.3.1 THROW AND ROLL 40
2.2.3.2 EDGE SEAL 42
2.2.3.3 SPRAY INJECTION 44
2.2.3.5 RECONTRUCCION DE LA ZONA AFECTADA 50
2.3 CAPITULO 3: PRESENTACIÓN DE PROPUESTA Y COSTO 51
2.3.1 Generalidades: 51
2.3.2 RECONSTRUCCIÓN CARPETA ASFÁLTICA 51
3 CONCLUSIONES 65

Índice de figuras

Figura 1: comienzo de las carreteras, camino Apian 5
Figura 2: Las aceras de Telford 6
Figura 3: Camino del Inca, Chile 6
Figura 4: Carretera Tipo Autopista 7
Figura 5: Carretera Tipo Multicarril 7
Figura 6: Carretera Tipo Convencional 8
Figura 7: Pavimento flexible y rígidos 9
Figura 8: Carretera 9
Figura 9: Asfalto 9
Figura 10: distancia concepcion-lebu Figura 11: distancia los alamos-lebu 11
Figura 12: fallas en pavimentos flexibles 12
Figura 13: Falla piel de cocodrilo, severidad baja 13
Figura 14: falla piel de cocodrilo, severidad media 14
Figura 15: falla piel de cocodrilo, severidad alta 14
Figura 16: falla exudación, severidad baja 15
Figura 17: falla exudación, severidad media 16
Figura 18: falla exudación, severidad alta 16
Figura 19: falla grieta de contracción: severidad baja 18
Figura 20: falla grieta de contracción: severidad media 18
Figura 21: falla grieta de contracción: severidad alta 19
Figura 22: falla de elevación; hundimiento, severidad baja 19
Figura 23: falla grieta de contracción: severidad media 20
Figura 24: falla grieta de contracción: severidad alta 20
Figura 25: falla depresión, severidad baja 22
Figura 26: falla depresión, severidad media 22
Figura 27: falla depresión, severidad alta 22
Figura 28: falla grietas de borde, severidad baja 23
Figura 29: falla grietas de borde, severidad media 23
Figura 30: falla grietas de borde, severidad alta 24
Figura 31: falla bache, severidad baja 28
Figura 32: falla bache, severidad media 28
Figura 33: falla bache, severidad alta 28
Figura 34: estado actual de la ruta 160, foto in situ 38
Figura 35: estado actual de la ruta 160, foto in situ 38
Figura 36: método THROW AND ROLL, reparación bache 40
Figura 37: método THROW AND ROLL, reparación bache 40
Figura 38: método THROW AND ROLL, reparación bache 40
Figura 39: método EDGE SEAL, reparación bache 42
Figura 40: método EDGE SEAL, reparación bache 42
Figura 41: método EDGE SEAL, reparación bache 42
Figura 42: método EDGE SEAL, reparación bache 43
Figura 43: método EDGE SEAL, reparación bache 43
Figura 44: metodo SPRAY INJECTION 44
Figura 45: método SPRAY INJECTION, reparación bache 44
Figura 46: método SPRAY INJECTION, reparación bache 44
Figura 47: método SPRAY INJECTION, reparación bache 45
Figura 48: método SEMI-PERMANENT, reparación bache 46
Figura 49: método SEMI-PERMANENT, reparación bache 46
Figura 50: método SEMI-PERMANENT, reparación bache 46
Figura 51: método SEMI-PERMANENT, reparación bache 47
Figura 52: método SEMI-PERMANENT, reparación bache 47

Figura 53: método SEMI-PERMANENT, reparación bache 48
Figura 54: método SEMI-PERMANENT, reparación bache 48
Figura 55: reconstrucción carpeta, corte de camino 51
Figura 56: reconstrucción carpeta, señalética 52
Figura 57: reconstrucción carpeta, trazado 52
Figura 58: reconstrucción carpeta, escarpe de carpeta 52
Figura 59: reconstrucción carpeta, retiro de escombros 53
Figura 60: reconstrucción carpeta, preparacion superficie 53
Figura 61: reconstrucción carpeta, compactación 53
Figura 62: reconstrucción carpeta, imprimación 54
Figura 63: reconstrucción carpeta, transporte de mezcla asfáltica 54
Figura 64: reconstrucción carpeta, extensión de mezcla 55
Figura 65: reconstrucción carpeta, compactación de mezcla 55
Figura 66: reconstrucción carpeta, demarcación 56
Figura 67: reconstrucción carpeta, habilitación 56
Figura 68: recomendaciones, preparación de superficie 57
Figura 69: recomendaciones, fabricación de mezcla 58
Figura 70: recomendación, transporte de mezcla 58
Figura 71: recomendación, extensión de mezcla 59
Figura 72: datos para cubicar asfalto 60
Figura 73: análisis de precio DEMOLICION 62
Figura 74: análisis precio preparación base 63
Figura 75: análisis precio pavimentación 63
Figura 76: resultado final de cotizaciones 64

1 FORMULACION GENERAL DEL PROBLEMA.

1.1 EXPOSICIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

La ruta 160 km 128.2 al 128.7 sufrió las consecuencias de unos de los terremotos más grandes de Chile, lo que provoco grandes daños en esta, las que a su debido tiempo se realizaron reparaciones pero al pasar de los años se han vuelto a manifestar fallas que fueron generadas por el terremoto, dificultando su tránsito y arriesgando la seguridad de las personas al transitar por esta ruta

En este trabajo de título realizaremos un diagnóstico de la condición actual de carretera, para identificar la falla existente y de esta manera proponer la mejor opción para la reparación de la ruta, además se realizara una cotización de la solución propuesta para así presentar el presupuesto necesario para llevar a cabo esta solución

Lo que busca este trabajo de título es elaborar una propuesta técnica y económica de la reparación de la ruta 160 km 128.2 al 128.7 lo que para esto se realizara un diagnóstico del estado actual de la zona afectada, buscaremos información de todas las posibles fallas que se podrían estar manifestando para así identificar la falla real que tiene la ruta, de esta manera presentar el presupuesto necesario para realizar la reparación de la ruta 160 km 128.2 al 128.7

1.2 PRINCIPALES INTERROGANTES DEL PROYECTO.

¿Qué tipo de daño presenta la ruta 160 km 128.2 al 128.7?

¿Qué tipos de reparaciones existen?

¿Qué tipo de reparación es la más adecuada?

1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO.

Después del terremoto de año 2010 registrado en la región del Biobío, la ruta 160 km 128.2 al 128.7 recibió muchos daños, los que a su debido tiempo se realizaron mejoras para poder mantener el tránsito, ya que es la ruta principal de entrada y salida de la cuidad de LEBU, pero ya ahora en el año 2018 se han manifestado muchas fallas, dificultando nuevamente el tránsito y arriesgando la seguridad de los automovilistas

En este trabajo de título se busca encontrar el tipo de fallas presentes en la ruta, los materiales que lo componen y la gravedad en la que se encuentre, para así de esta manera encontrar la mejor solución que pueda corregir las falencias generadas a través de los años en la ruta 160 km 128.2 al 128.7

De esta manera se aportara un conocimiento de cómo poder mejorar el estado actual de la ruta 160 km 128.2 al 128.7 para mejorar la seguridad y por qué no, aumentar el turismo a la cuidad de Lebu , que es la cuidad más afectada ante este daño

1.4 METODOLOGIA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO.

- Selección de información mediante páginas web para realizar Marco Teórico
- Investigar la normativa vigente correspondiente a reparación de carreteras
- Realizar visitas al lugar afectado.
- Consultas con profesionales del área.
- Entrevistas con personal Municipalidad de Lebu
- Cotizaciones para realizar presupuesto.

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO.

1.5.1 Objetivo General del Proyecto

-Elaborar una propuesta técnica y económica de reparación en la ruta 160 km 128.2 al 128.7 en comuna de Lebu

1.5.2 Objetivos Específicos

-Explicar la situación actual de la ruta 160 km 128.2 al 128.7 en comuna de Lebu.

-Mostrar los distintos métodos de reparación para la falla existente en la ruta

-Proponer un método de reparación y presupuesto para la ruta 160 km 128.2 al 128.7 en la comuna de Lebu

1.6 MARCO TEÓRICO:

1.6.1 Historia de las carreteras en el mundo:

Los senderos para animales y los caminos de tierra fueron los primeros caminos que los seres humanos utilizaron para desplazarse de un lugar a otro. Podríamos decir que la **historia de las carreteras** se escribe desde caminos de tierra construidos naturalmente con los pies de los hombres y las bestias hasta puentes de carreteras o las carreteras modernas de alta velocidad.
La carretera Icknield en Inglaterra, los caminos Harrappan en la India, y el camino Apian en Roma son ejemplos de antiguos caminos cuyos restos aún se pueden ver. Poco a poco, los seres humanos comenzaron a moverse hacia fuera de sus pequeñas comunidades necesitando caminos cada vez más avanzados. Hoy tenemos puentes de carreteras de hasta 245 metros desde el nivel del suelo.

Figura 1: comienzo de las carreteras, camino Apian

Los primeros caminos fueron construidos en 4000 aC. El transporte fluvial era mucho más rápido y más fácil que el transporte por carretera. Los egipcios y los chinos fueron los primeros en construir carreteras.

Los romanos fueron uno de los primeros en construir carreteras pavimentadas de piedra en el norte de África y Europa para apoyar sus operaciones militares. Más tarde, los árabes construyeron carreteras que fueron cubiertas con alquitrán.

Las **técnicas de construcción de carreteras** mejoraron gradualmente a lo largo de los siglos por el estudio de la circulación diaria, el espesor de la piedra, el trazado de la carretera, y los gradientes de pendiente. Los materiales de construcción de carreteras iniciales eran piedras que fueron puestas en un diseño regular, compacto, y cubiertas con piedras más pequeñas para producir una capa sólida.

Las técnicas de construcción eran sencillas pero eficaces, reducían considerablemente el tiempo de viaje y conectan un lugar a otro por tierra. La vía Appia en Roma sigue existiendo

a pesar de que fue construida hace 2300 años. Si las vías romanas se consideran el comienzo de la construcción de carreteras, las aceras Telford son conocidas como la segunda etapa de esta evolución, seguido por las aceras Macadam que desembocan en las carreteras alquitranadas. Hoy en día, las carreteras de hormigón han añadido otra dimensión a la estabilidad y la fuerza de las carreteras.

Figura 2: Las aceras de Telford

1.6.2 Historia de las carreteras en chile:

Los antiguos caminos de Chile datan del tiempo de los incas, quienes utilizaban las llamas como animales de carga; en ese tiempo aún no se utilizaba la rueda pero existían de igual forma buenos caminos de hasta 6 metros de ancho. El camino más usado de entonces era el que iba desde la Costa de Ecuador hasta el Centro de Chile con un total de 6.400 Km. de largo, llamado “Camino del Inca”. Estos caminos siguieron usándose por los conquistadores españoles, quienes también los incorporaron en su legislación, pues figuran en sus ordenanzas sobre los itinerarios de postas y correos reales

Figura 3: Camino del Inca, Chile

También debieron repararlos y adaptarlos a sus necesidades, debiendo abrir algunos nuevos caminos, como por ejemplo, el que une la ciudad de Valdivia con Chiloé conocido como el "Camino Real".

Sin duda el camino más transitado en esa época era el de Santiago a Valparaíso que estuvo en servicio desde año 1560 hasta 1797. Partía desde Santiago hasta Melipilla - Cuesta Ibacache - Casablanca y llegaba a Valparaíso después de un recorrido de 185 Kms. las carretas tiradas por bueyes demoraban entre 7 y 8 días en realizar el viaje, mientras que los coches arrastrados por caballos hacían el viaje en dos o tres días.

1.6.3 Tipos de carretera

A continuación se definirán los tipos de carreteras existentes:

Autopista: Son autopistas las carreteras que están especialmente proyectadas, construidas y señalizadas como tales para la exclusiva circulación de automóviles, con las siguientes características:

No cruzar, ni ser cruzadas a nivel, por ninguna otra vía de comunicación o servidumbre de paso.

Constar de distintas calzadas para cada sentido de circulación, separadas entre sí, salvo en puntos singulares o con carácter temporal, por una franja de terreno no destinada a la circulación o, en casos excepcionales, por otros medios.

Figura 4: Carretera Tipo Autopista

Autovías: Son autovías las carreteras que no reuniendo todos los requisitos de las autopistas, tienen calzadas separadas para cada sentido de la circulación y limitación de accesos a y desde las propiedades colindantes, y carecen de cruces a nivel.

Carreteras multicarril: Son carreteras multicarril las que, sin ser autopistas o autovías, tienen al menos dos carriles destinados a la circulación para cada sentido, con separación o delimitación de los mismos, pudiendo tener accesos o cruces a nivel. En el cómputo de carriles de estas carreteras no se tendrán en cuenta los carriles adicionales, los de espera, los de trenzado, ni los de cambio de velocidad.

Figura 5: Carretera Tipo Multicarril

Carreteras convencionales: Son carreteras convencionales las que no reúnen las características propias de las autopistas, ni las de las autovías, ni las de las carreteras multicarril.

Figura 6: Carretera Tipo Convencional

1.6.4 Tipos de material para construcción de carreteras:

Las carreteras se clasifican de igual forma por el material que son constituidas, las que se dan a conocer a continuación:

Pavimentos flexibles: Se denomina pavimentos flexibles a aquellos cuya estructura total se deflecta o flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él. El uso de pavimentos flexibles se realiza fundamentalmente en zonas de abundante tráfico como puedan ser vías, aceras o parkings

La construcción de pavimentos flexibles se realiza a base de varias capas de material. Cada una de las capas recibe cargas por encima de la capa. Cuando las supera la carga que puede sustentar traslada la carga restante a la capa inferior. De ese modo lo que se pretende es que poder soportar la carga total en el conjunto de capas.

Las capas de un pavimento flexible que conforman un **suelo** se colocan en orden descendente en capacidad de carga. La capa superior es la que mayor capacidad de soportar cargas tiene de todas las que se disponen. Por lo tanto la capa que menos carga puede soportar es la que se encuentra en la base. La durabilidad de un pavimento flexible no debe ser inferior a 8 años y normalmente suele tener una vida útil de 20 años.

Las capas de un pavimento flexible suelen ser: capa superficial o capa superior que es la que se encuentran en contacto con el tráfico rodado y que normalmente ha sido elaborada con varias capas asfálticas. La capa base es la capa que está debajo de la capa superficial y está, normalmente, construida a base de agregados y puede estar estabilizada o sin estabilizar. La capa sub – base es la capa o capas que se encuentra inmediatamente debajo de la capa base. En muchas ocasiones se prescinde de esa capa sub – base.

Pavimentos rígidos: Los pavimentos de hormigón, también denominados como Pavimentos Rígidos, utilizan una capa de hormigón, simple o armado, como superficie de rodado para la circulación vehicular, la que se encuentra apoyada directamente sobre una base granular. Debido a que el hormigón presenta deformaciones de acortamiento durante su operación, las que se producen desde su endurecimiento inicial, debe ser dimensionado en secciones de un largo máximo para configurar lo que se denomina una “losa de hormigón”, y que da lugar a las denominadas juntas del pavimento, dimensionamiento que le permiten controlar estas deformaciones y sus tensiones asociadas por alabeo y cargas.

Figura 7: Pavimento flexible y rígidos

1.7 MARCO CONCEPTUAL

Carretera: Una carretera o ruta es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles.

Las carreteras se distinguen de un simple camino porque están especialmente concebidas para la circulación de vehículos de transporte.

Figura 8: Carretera

Asfalto: El asfalto es una mezcla sólida y compacta de hidrocarburos y de minerales que mayormente es empleada para construir el pavimento de las calzadas.

Figura 9: Asfalto

Mantención de carretera:

Rutinario o preventivo: se realiza periódicamente y permite mantener la utilidad del camino a lo largo de su vida de diseño y si ejecución es de un mínimo de 2 veces al año.

Periódico o correctivo: es impedir el deterioro de las capas inferiores del pavimento, se realiza una vez al año

Extraordinario o rehabilitación: se realiza cuando el estado del camino muestra un deterioro que excede lo programado, se realiza cada 3 años

Camino: Toda propiedad dedicada a los siguientes usos camino público o privado, calle, callejón, carretera, autopista y servidumbre pública

1.8 MARCO NORMATIVO

Manual de carretera, volumen 7:

Artículo 7.1: nos brindara los tipos de fallas existentes que se pueden hacer presentes en el pavimento de asfalto o de hormigón

Manual de carretera, volumen 5:

Artículo 5.1: nos estrega el proceso de demolición y remoción del material existente

Artículo 5.4: nos entrega el proceso de pavimentación con asfalto, con sus recomendaciones y requerimientos

Manual de carretera, volumen 6:

Artículo 6.4: nos da la señalética necesaria para realizar trabajos en la vía

2 DESARROLLO CAPITULOS

2.1 CAPITULO 1: SITUACIÓN ACTUAL DE LA RUTA 160 KM 128.2 AL 128.7 LEBU

2.1.1 Generalidades.

En el presente capítulo se darán a conocer los tipos de defectos presentados en la ruta 160 km 128.2 al 128.7 en la comuna de LEBU, diferenciando en los distintos niveles de severidad que puede presentar cada uno de ellos y la solución a grandes rasgos que se le puede aplicar**.**

2.1.2 Ubicación de la zona afectada es la ruta 160 kilómetro 128,2 al 128,7.

La ruta 160 kilómetro 128.2 al 128.7 está ubicada en la región de BIOBIO a unos 20 kilómetros en dirección a la costa de la cuidad de Los Álamos y a unos 138 kilómetros al sur de la ciudad de Concepción

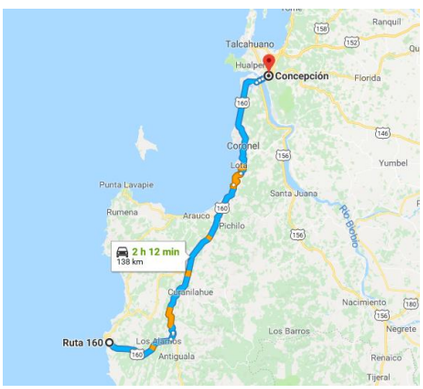


Figura 10: distancia concepcion-lebu

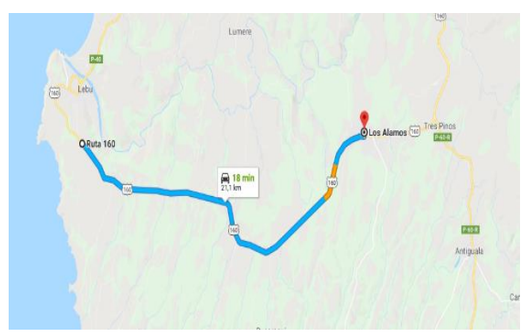


Figura 11: distancia los alamos-lebu

2.1.3 Identificación de los tipos de pavimentos

Para realizar un diagnóstico del estado actual de la ruta, primero se dará a conocer que en la construcción existen 2 tipos de pavimentos, que son pavimentos rígidos y pavimentos flexibles

El pavimento rígido**:** se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas.

El pavimento flexible**:** resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una ***carpeta asfáltica***, de la base y de la sub base.

De acuerdo a esta información para poder identificar los tipos de pavimentos y teniendo en conocimiento que el material del que está compuesto la ruta 160 en el km 128.2 al 128.7 es de **asfalto**, se puede afirmar que pertenece a los **pavimentos flexible**

Ya teniendo esta información se van a presentar los tipos de fallas que se pueden manifestar en los **pavimentos flexibles**

2.1.4 Fallas en pavimentos flexibles.

FALLA Nº	TIPO - NOMBRE	UNIDAD
1	GRIETA PIEL DE COCODRILO	m^2
2	EXUDACIÓN DE ASFALTO	m^2
3	GRIETAS DE CONTRACCIÓN (BLOQUE)	m^2
4	ELEVACIONES-HUNDIMIENTO	m
5	CORRUGACIONES	m^2
6	DEPRESIONES	m^2
7	GRIETAS DE BORDE	m
8	GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS	m
9	DESNIVEL CALZADA-HOMBRILLO	m
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	m
11	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	m^2
12	AGREGADOS PULIDOS	m^2
13	HUECOS	Nº
14	CRUECE DE RIELES (*)	m^2
15	AHUELLAMIENTO	m^2
16	DEFORMACIÓN POR EMPUJE	m^2
17	GRIETAS DESLIZAMIENTO	m^2
18	HINCHAMIENTO	m^2
19	DISGREGACIÓN Y DESINTEGRACIÓN	m^2

Figura 12: fallas en pavimentos flexibles

2.1.4.1 Falla Tipo 1: Piel de cocodrilo

2.1.4.1.1 Descripción:

Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito.

El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo carga de una rueda.

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

Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas.

Después de repetidas cargas de tránsito las grietas se Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m.

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las que áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las que están bajo las huellas de los neumáticos.

Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que este sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión

2.1.4.1.2 nivel de severidad bajo

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

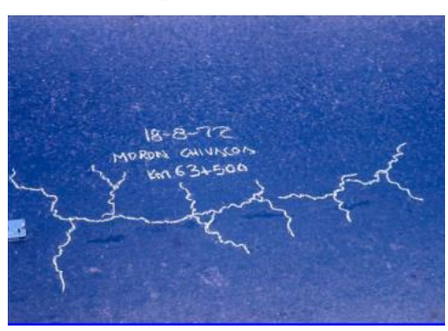


Figura 13: Falla piel de cocodrilo, severidad baja

2.1.4.1.3 nivel de severidad medio

Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel bajo, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

Figura 14: falla piel de cocodrilo, severidad media

2.1.4.1.4 Nivel de severidad alto

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

Figura 15: falla piel de cocodrilo, severidad alta

2.1.4.1.5 Medición:

Se miden en metros cuadrados de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada.

Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad que se presente.

2.1.4.1.6 Opciones de reparación:

Bajo: No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.

Medio: Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.

Alto: Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.

2.1.4.2 Tipo de falla 2: exudación de asfalto

La “exudación” es la presencia de una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa.

La “mancha” es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire., o aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire., o por deposición de aceites caído de los vehículos, o por concentración de residuos de combustibles no quemados.

La exudación ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio La exudación ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento.

Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

2.1.4.2.1 Nivel de severidad bajo

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

Figura 16: falla exudación, severidad baja

2.1.4.2.2 Nivel de severidad medio

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

Figura 17: falla exudación, severidad media

2.1.4.2.3 Nivel de severidad alto

La mancha ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y neumáticos al menos durante varias semanas al año

Figura 18: falla exudación, severidad alta

2.1.4.2.4 Medición:

Se mide en metros cuadrados de área afectada

Opciones de reparación:

Bajo: no se hace nada

Medio: se aplica arena/ agregados y compactado. Lavado

Alto: se aplica arena/ agregados y compactado (precalentado si fuera necesario). Lavado. Fresado

2.1.4.3 Falla Tipo 3: Grietas de contracción

2.1.4.3.1 Descripción

Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares

Los bloques pueden variar en tamaño de 0.3m x 0.3m a 3.0m x3.0m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfaltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclo diarios de esfuerzo/deformación unitaria).

Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente

Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en área sin transito

Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños de muchos lados y con ángulos agudos También a pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa).

2.1.4.3.2 Medición:

Se mide en metros cuadrados de área afectada

Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento, sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel se severidad deberá medirse y anotarse separadamente

2.1.4.3.3 Nivel de severidad bajo

Existe una de las siguientes condiciones:

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

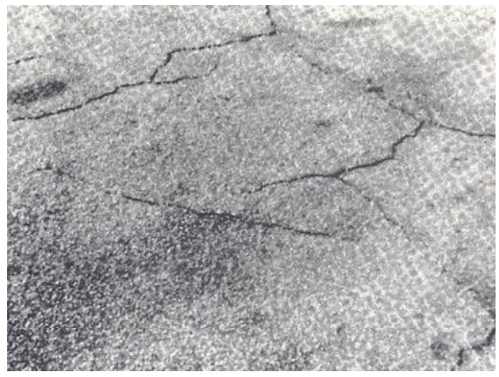


Figura 19: falla grieta de contracción: severidad baja

2.1.4.3.4 Nivel de severidad medio

Existe una de las siguientes condiciones:

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

Figura 20: falla grieta de contracción: severidad media

2.1.4.3.5 Nivel de severidad alto

Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta severidad media o alta.

2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.

3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unos pocos centímetros del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturados.

Opciones de reparación:

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

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

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

Figura 21: falla grieta de contracción: severidad alta

2.1.4.4 FALLA TIPO 4: ELEVACIONES Y/O HUNDIMIENTOS

2.1.4.4.1 Descripción:

Las elevaciones o abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento.

Se diferencian de los desplazamientos pues estos últimos son Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables.

Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

1. Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Portland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.
2. Expansión por congelación
3. Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”).

2.1.4.4.2 Nivel de severidad bajo

No tiene consecuencias importantes en la calidad de rodaje

Figura 22: falla de elevación; hundimiento, severidad baja

2.1.4.4.3 Nivel de severidad medio

Produce un efecto medio en la calidad del rodaje

Figura 23: falla grieta de contracción: severidad media

2.1.4.4.4 Nivel de severidad alto

Produce un efecto negativo muy marcado en la calidad del rodaje

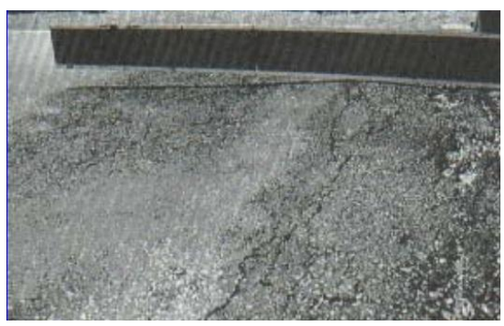


Figura 24: falla grieta de contracción: severidad alta

2.1.4.4.5 Medición:

Se miden en metros lineales.

Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación.

Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta ésta Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

2.1.4.4.6 Opciones de reparación:

Bajo: no se hace nada

Medio: reciclado en frio. Parcheo profundo o parcial

Alto: reciclado en frio. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta

2.1.4.5 Falla Tipo 5: Corrugaciones

2.1.4.5.1 Descripción:

La corrugación es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0m

Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestable

2.1.4.5.2 Nivel de severidad bajo

No tiene una consecuencia importante en la calidad de rodaje

2.1.4.5.3 Nivel de severidad medio

Produce un efecto medio en la calidad de rodaje

2.1.4.5.4 Nivel de severidad alto

Produce un efecto negativo muy marcado en la calidad de rodaje

2.1.4.5.5 Medición:

Se mide en metros cuadrados de area afectada

Opciones de reparación

Bajo: no se hace nada

Medio: reconstrucción

Alto: reconstrucción

2.1.4.6 Falla tipo 6: Depresiones

2.1.4.6.1 Descripción:

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird bath).

En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada

Las depresiones son formadas por el asentamiento de la sub-rasante o por una construcción incorrecta en las capas superiores del pavimento. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidroplaneo.

2.1.4.6.2 Nivel de severidad bajo

Máxima profundidad de la depresión h: 13.0 a 25.0mm

Figura 25: falla depresión, severidad baja

2.1.4.6.3 Nivel de depresión medio

Máxima profundidad de la depresión h: 25.0 a 51mm

Figura 26: falla depresión, severidad media

2.1.4.6.4 Nivel de severidad alto

Profundidad de la depresión h tiene más de 51mm

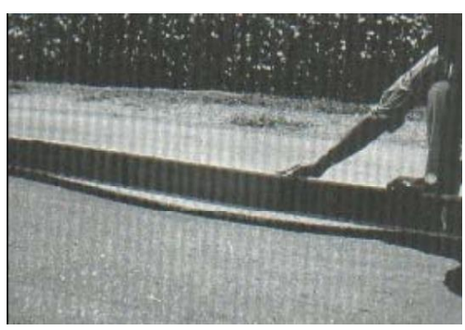


Figura 27: falla depresión, severidad alta

2.1.4.6.5 Medición:

Se mide en metros cuadrados de área afectada

Opciones de reparación

Bajo: no se hace nada

Medio: parcheo superficial, parcial o profundo

Alto: parcheo superficial, parcial o profundo

2.1.4.7 Falla Tipo 7: Grietas de borde

2.1.4.7.1 Descripción:

Las grietas de borde son paralelas al eje de la vía y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60m del borde exterior del pavimento

Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la sub-rasante próxima al borde del pavimento, o por falta de soporte lateral o incluye por terraplenes construidos con materiales expansivos.

En algunos casos se puede llegar a producir perdida de material por disgregación

2.1.4.7.2 Nivel de severidad bajo

Grietas de baja severidad sin disgregación

Figura 28: falla grietas de borde, severidad baja

2.1.4.7.3 Nivel de severidad medio

Grietas de media severidad con algo de disgregación y rotura de los bordes

Figura 29: falla grietas de borde, severidad media

2.1.4.7.4 Nivel de severidad alto

Considerable rotura de borde y disgregación en las grietas

Figura 30: falla grietas de borde, severidad alta

2.1.4.7.5 Medición:

Las grietas de borde se miden en metros lineales

Opciones de reparación

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

Medio: Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.

Alto: Parcheo parcial – profundo.

2.1.4.8 Falla Tipo 8: Grietas de reflexión de juntas de losas de concreto

2.1.4.8.1 Descripción

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Portland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal).

Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Portland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico.

Este daño no está relacionado con las cargas, sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfaltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella esta descascarada

El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfaltico ayuda a identificar estos daños

2.1.4.8.2 Nivel de severidad bajo

Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.

2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material satisfactoria del material llenante).

2.1.4.8.3 Nivel de severidad medio

Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0mm.

2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.

3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas aleatorias pequeñas.

2.1.4.8.4 Nivel de severidad alto

Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.

2. Grieta sin relleno de más de 76 0 mm de ancho

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

2.1.4.8.5 Medición:

Las grietas de reflexión de juntas se miden en metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0m puede tener 3.0m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada

Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse

2.1.4.8.6 Opciones de reparación

Bajo: sellado para anchos superiores a 3.0m

Medio: sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial

Alto: parcheo de profundidad parcial, reconstrucción de la junta

2.1.4.9 Falla Tipo 9: Desnivel calzada-hombrillo

2.1.4.9.1 Descripción:

El desnivel calzada-hombrillo es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y el hombrillo

Este daño se debe a la erosión o asentamiento del hombrillo, o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin elevar el nivel del hombrillo.

2.1.4.9.2 Medición:

El desnivel calzada / hombrillo se mide en metros lineales.

2.1.4.9.3 Opciones de reparación

Bajo, medio y alto: relleno del hombrillo para ajustar al nivel del canal

2.1.4.9.4 Nivel de severidad bajo

La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y el hombrillo está entre 25.0 y 51.0 mm.

2.1.4.9.5 Nivel de severidad medio

La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y el hombrillo está entre 51.0 y 102.0 mm.

2.1.4.9.6 Nivel de severidad alto

La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y el hombrillo es mayor de 102.0 mm.

2.1.4.10 Falla Tipo 10: Grietas longitudinales y transversales

2.1.4.10.1 Descripción:

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

1 Una junta de canal del pavimento pobremente construida

2. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al envejecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.

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

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción

Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga.

2.1.4.10.2 Nivel de severidad bajo

Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10 0 mm

2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

2.1.4.10.3 Nivel de severidad medio

Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.

2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.

3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas

2.1.4.10.4 Nivel de severidad alto

Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.

2. Grieta sin relleno de más de 76 0 mm de ancho

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

2.1.4.10.5 Medición:

Las grietas longitudinales y transversales se miden en metros lineales. La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación.

Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrase por separado

Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse como tipo de falla adicional

2.1.4.10.6 Opciones de reparación

Bajo: no se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3.0mm

Medio: sellado de grietas

Alto: sellado de grietas. Parcheo parcial

2.1.4.11 Falla Tipo 11: Bacheo y zanjas reparadas

2.1.4.11.1 Descripción:

Un bache es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente.

Un bache se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área bacheada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento).

Por lo general se encuentra que alguna irregularidad o incomodidad al tránsito está asociada con este daño

2.1.4.11.2 Nivel de severidad bajo

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

Figura 31: falla bache, severidad baja

2.1.4.11.3 Nivel de severidad medio

El bache está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media

Figura 32: falla bache, severidad media

2.1.4.11.4 Nivel de severidad alto

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

Figura 33: falla bache, severidad alta

2.1.4.11.5 Medición:

Los baches se miden en metros cuadrados de area afectada. Sin embargo, si un solo bache tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada

Por ejemplo, un bache de 2.32m2 puede tener 0.9m2 de severidad media y 1.35m2 de baja severidad

Estas áreas deben registrarse separadas

Ningún otro daño (por ejemplo desprendimiento y Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un bache; aún si el material del bache se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como bache.

Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un bache sino como un nuevo pavimento (por ejemplo la sustitución de una intersección completa o un tramo de más de 100 ml de longitud).

2.1.4.11.6 Opciones de reparación

Bajo: no se hace nada
Medio: no se hace nada. Sustitución del bache
Alto: sustitución del bache

2.1.4.12 Falla Tipo 12: Agregados pulidos

2.1.4.12.1 Descripción:

Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con los neumáticos del vehículo se reduce considerablemente
Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo
El pulimento de agregados debe considerarse cuando la evolución de la calzada revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto

Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento (péndulo) es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.

2.1.4.12.2 Niveles de severidad:

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

2.1.4.12.3 Medición:

Se mide en metros cuadrados) de área afectada.

Si se contabiliza mancha del pavimento (exudación), no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

2.1.4.12.4 Opciones de reparación:

Bajo, Medio, alto: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.

2.1.4.13 Falla Tipo 13: Huecos

2.1.4.13.1 Descripción:

Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0 90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior.

El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta.

Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización.

Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización

2.1.4.13.2 Nivel de severidad:

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos.

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área total del hueco en metros cuadrados y dividirla entre (0 47 m²) para hallar el número de huecos equivalentes.

Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

Nivel de severidad bajo:

Nivel de severidad medio:

Nivel de severidad alto:

2.1.4.13.3 Medición:

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

2.1.4.13.4 Opciones de reparación:

Todo hueco debe ser reparado tan pronto como sea posible

Bajo: parcheo parcial o profundo
Medio: parcheo parcial o profundo
Alto: parcheo profundo

2.1.4.14 Falla Tipo 14: Cruce de sumideros de rejilla (cruce de rieles)

2.1.4.14.1 Descripción:

Los defectos asociados al cruce de sumidero de rejilla son depresiones o abultamientos en el plano de contacto entre el pavimento de la calzada y el sumidero, que afectan la calidad de rodaje

2.1.4.14.2 Nivel de severidad bajo

No tienen una consecuencia importante en la calidad de rodaje

2.1.4.14.3 Nivel de severidad medio

Producen un efecto medio en la calidad de rodaje

2.1.4.14.4 Nivel de severidad alto:

Producen un efecto negativo muy marcado en la calidad de rodaje

2.1.4.14.5 Medición:

La falla del cruce de sumideros se mide en metros cuadrados de área afectada. Si el acceso no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse.

2.1.4.14.6 Opciones de reparación

Bajo: no se hace nada

Medio: Parcheo superficial o parcial del cruce. Nivelación total del pavimento del pavimento

Alto: Parcheo superficial o parcial del cruce. Nivelación total del pavimento del pavimento

2.1.4.15 Falla Tipo 15: Ahuellamientos

2.1.4.15.1 Descripción:

El ahuellamiento es una depresión en la superficie bajo las huellas de los neumáticos. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua

El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. del tránsito.

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

2.1.4.15.2 Niveles de severidad:

Bajo: 6.0 a 13.0mm

Medio: >13.0mm a 25mm.

Alto: >25.0mm

2.1.4.15.3 Medición:

El ahuellamiento se mide en metros cuadrados de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella.

La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.

2.1.4.15.4 Opciones de reparación:

Bajo: No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.

Medio: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

Alto: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

2.1.4.16 Falla Tipo 16: Deformaciones por empuje

El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie.

Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión).

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

2.1.4.16.1 Nivel de severidad bajo:

No tienen una consecuencia importante en la calidad de rodaje

2.1.4.16.2 Nivel de severidad medio:

Producen un efecto medio en la calidad de rodaje

2.1.4.16.3 Nivel de severidad alto:

Producen un efecto negativo muy marcado en la calidad de rodaje

2.1.4.16.4 Medición:

Los desplazamientos se miden en metros cuadrados de área afectada

Los desplazamientos que ocurren en baches se consideran para el inventario de daños como baches, no como un daño separado.

2.1.4.16.5 Opciones de reparación:

Bajo. No se hace nada

Medio: fresado. Parcheo parcial o profundo

Alto: fresado. Parcheo parcial o profundo

2.1.4.17 Falla Tipo 17: Grietas de desplazamiento

2.1.4.17.1 Descripción:

Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas en forma de media luna creciente, con sus puntas hacia el sentido del tránsito. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento.

Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de un riego de adherencia excesivo, y en algunas oportunidades pobre, entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento.

Puede ser causada por un pavimento construido sobre una sub-rasante muy débil, que genera deflexiones excesivas en las capas asfálticas.

Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada.

2.1.4.17.2 Nivel de severidad bajo:

Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm

2.1.4.17.3 Nivel de severidad medio:

Existe una de las siguientes condiciones:

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

2.1.4.17.4 Nivel de severidad alto:

Existe una de las siguientes condiciones:

1 Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm

2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

2.1.4.17.5 Medición:

La falla asociada con una grieta parabólica se mide en metros cuadrados y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

2.1.4.17.6 Opciones de severidad:

Bajo: no se hace nada. Parcheo parcial

Medio: parcheo parcial

Alto: parcheo parcial

2.1.4.18 Falla Tipo 18: Hinchamientos

2.1.4.18.1 Descripción:

El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento con una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3 0 m longitud mayor que 3.0 m.

El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por suelos potencialmente expansivos.

2.1.4.18.2 Nivel de severidad:

Bajo: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

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

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

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

2.1.4.18.3 Medición:

El hinchamiento se mide en metros cuadrados de área afectada

Opciones de reparación:

Bajo: no se hace nada

Medio: no se hace nada. Reconstrucción

Alto: reconstrucción

2.1.4.19 Falla Tipo 19: Disgregación y desintegración

2.1.4.19.1 Descripción:

La disgregación y desintegración son perdidas de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfaltico y de las partículas sueltas de agregados

Este daño indica que, o bien el ligante asfaltico se ha endurecido de forma apreciable, o que el agregado en la mezcla es de muy poco afinidad con el ligante, También pueden suceder en mezclas con muy poca cantidad de ligante y mezclas que fueron sobrecalentadas durante su producción en planta.

Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de transito, por ejemplo, vehículos de orugas

El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

2.1.4.19.2 Nivel de severidad bajo:

Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse

En el caso de derramamiento de de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

2.1.4.19.3 Nivel se severidad medio:

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

2.1.4.19.4 Nivel de severidad alto:

Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetro menor que 10.0mm y profundidades menores que 13.0mm; áreas ahuecadas mayores se

consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfaltico ha perdido su efecto ligante y el agregado esta suelto

2.1.4.19.5 Medición:

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

2.1.4.19.6 Opciones de reparación:

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

Medio: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

Alto: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción

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

2.2 Capítulo II: Métodos de reparación para la falla existente en la ruta 160 km 128.2 al 128.7

2.2.1 Generalidades.

En el siguiente capítulo se mostrara los distintos métodos que se pueden utilizar para la reparación de la carretera de acuerdo a la falla y al nivel de severidad que presente la ruta

2.2.2 Estado de la ruta 160 km 128.2 al 128.7

De acuerdo a visitas realizadas al lugar y como se muestra en fotografías tomadas en terreno se puede apreciar que la carpeta asfáltica sobrepuesta a la original (realizada como reparación por los daños del terremoto del 2010) se está comenzando a desprender en distintos sectores de la carretera, dejando en manifiesto la carpeta original y dificultando el tránsito en el sector.

Figura 35: estado actual de la ruta 160, foto in situ

Estudiando todas las posibles fallas que se pueden presentar en los pavimentos flexibles (asfalto) se puede ver que reúne las características de las falla de bacheo (*Un bache es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente.*

Un bache se considera un defecto, no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área bacheada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento).

Por lo general se encuentra que alguna irregularidad o incomodidad al tránsito está asociada con este daño)

Ya que el mismo bache realizado como reparación ya se está desprendiendo, y de acuerdo a la información recaudada, queda en evidencia que la severidad que tiene es **grave** (*El Bache está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.)*

Figura 34: estado actual de la ruta 160, foto in situ

En resumen, el diagnóstico de la ruta 160 km 128, 2 al 128,7 es que pertenece a los asfaltos flexibles, es del tipo de carretera convencional y posee una falla de bacheo de alta severidad, por lo que necesita una completa sustitución del bache.

De acuerdo a toda la información recaudada en el capítulo 1 (diagnostico actual de la ruta 160 km 128.2 al 128.8) se pudo reconocer que el tipo de falla que se está presentando pertenece al tipo BACHE (*Un bache es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente.*

Un bache se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área bacheada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento).

Por lo general se encuentra que alguna irregularidad o incomodidad al tránsito está asociada con este daño), con una severidad de **grave.**

A continuación se mostrarán los distintos métodos para poder solucionar el tipo de falla BACHE, mostrando así su proceso constructivo, características, ventajas y desventajas para de esta manera poseer toda la información posible para evaluar una reparación para la falla existente en la ruta 160

2.2.3 MÉTODOS DE REPARACIÓN PARA BACHES.

2.2.3.1 THROW AND ROLL:

2.2.3.1.1 **Procedimiento:** A continuación se dará a conocer el tipo de proceso constructivo a realizar:

- coloque el material dentro del bache, (puede o no ser una mezcla asfáltica) el bache puede contener agua o residuos

Figura 36: método THROW AND ROLL, reparación bache

- compacte el bache utilizando los neumáticos de un camión

Figura 37: método THROW AND ROLL, reparación bache

- verifique que el parche compactado tenga un resalte en la cima entre 3 a 6mm

Figura 38: método THROW AND ROLL, reparación bache

- diríjase al siguiente bache

- abra la sección reparada al tráfico tan pronto como los trabajadores de mantenimiento y equipos sean despejados de la zona

2.2.3.1.2 Ventajas:

- alta tasa de producción
- económico
- solución rápida

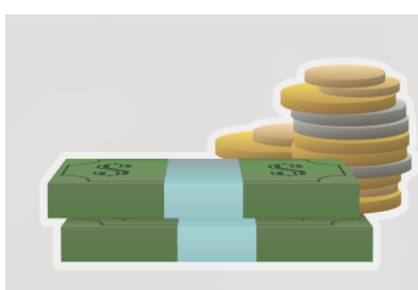
2.2.3.1.3 Desventaja:

- Corta vida útil del parche
- La mala compactación del material
- Solución a corto plazo

2.2.3.1.4 Características:

- vida útil (depende de varios factores)
- se pueden utilizar los escombros o material removido como relleno
- también se usa mezcla asfáltica en frio con emulsión
- tiempo de compactación entre 1 a 2 minutos

2.2.3.1.5 Costos



- mano de obra
- herramientas básicas

2.2.3.2 EDGE SEAL

2.2.3.2.1 Procesamiento:

A continuación se dará a conocer el proceso constructivo de esta reparación

- Rellenar el bache con el material (el bache puede o no puede ser llenado con escombros o agua)

Figura 39: método EDGE SEAL, reparación bache

- Compactar el parche usando neumáticos de camión

Figura 40: método EDGE SEAL, reparación bache

- Verifique que el parche compactado tenga exceso de material (corona entre 3 a 6mm).

Figura 41: método EDGE SEAL, reparación bache

- Continúe con el siguiente bache

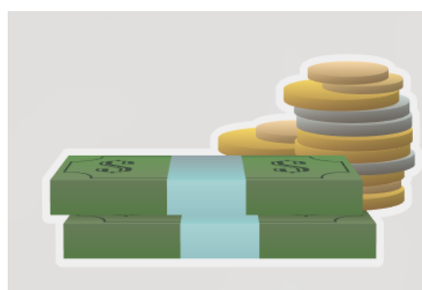
- Una vez que la sección reparada se haya secado, coloque una cinta de emulsión asfáltica en la parte superior del borde del parche (la emulsión debe ser colocada tanto en parche y pavimento)

- Coloque una capa de arena sobre el material para evitar que el paso de neumáticos provoque ahuellamiento

Figura 42: método EDGE SEAL, reparación bache

- Abra la sección reparada al tráfico tan pronto como los trabajadores de mantenimiento y equipos se retiren de la zona.

Figura 43: método EDGE SEAL, reparación bache



2.2.3.2.2 Costos

- Mano de obra
- Materiales
- Costos indirectos por tiempo de cierre

2.2.3.2.3 Ventajas

- Económico
- Vida útil (depende de varios factores)
- Alta productividad

2.2.3.2.4 Desventajas

- Puede requerir segunda visita

:

2.2.3.3 SPRAY INJECTION

Figura 44: metodo SPRAY INJECTION

2.2.3.3.1 Procedimiento:

A continuación se dará a conocer el proceso constructivo de esta reparación

Este procedimiento no requiere compactación después de cubrir el bache con el agregado

- Remover por medio de presión de aire el agua y los escombros del bache

Figura 45: método SPRAY INJECTION, reparación bache

- Rocié el ligante en las paredes y fondo del bache

- Inyectar a presión el asfalto y el agregado dentro del bache

Figura 46: método SPRAY INJECTION, reparación bache

- Cubra el área parchada con una capa de agregado

- Abra la sección reparada al tráfico tan pronto como los trabajadores y el equipo sea despejado de la zona

Figura 47: método SPRAY INJECTION, reparación bache

2.2.3.3.2 Características

- Implica presión de aire
- Vida útil (depende de varios factores)
- Mezcla abierta en frio
- Emulsión CRR-2 (catonica de rompimiento rápido)
- Temperatura de aplicación oscila entre 40 y 45 grados centígrados
- Presión cercana a 120 PSI
- El rendimiento depende del operador
- Los costos varían con el tamaño del bache, mano de obra entre otros factores

2.2.3.3.3 Ventajas

- No requiere compactación
- Permite apertura al tráfico en aproximadamente 15 minutos
- Tecnología amigable con el medio ambiente
- Se necesitan menos operarios en comparación con otros métodos
- Mejora la calidad de vida en los ciudadanos

2.2.3.3.4 Desventajas

- Constante y costoso mantenimiento a la maquinaria

2.2.3.4 SEMI-PERMANENT

2.2.3.4.1 Procedimiento:

A continuación se dará a conocer el proceso constructivo de esta reparación:

- Delimitar un área de trabajo que contenga al hueco

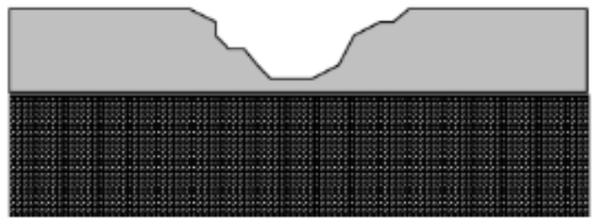


Figura 48: método SEMI-PERMANENT, reparación bache

- Remover el área delimitada teniendo cuidado de no dañar el HMA (hot mix of asphalt) del pavimento sano

Figura 49: método SEMI-PERMANENT, reparación bache

- Remover el agua y posibles desechos que puedan haber en el hueco

- Remover los bordes del hueco hasta que queden los pavimentos sano

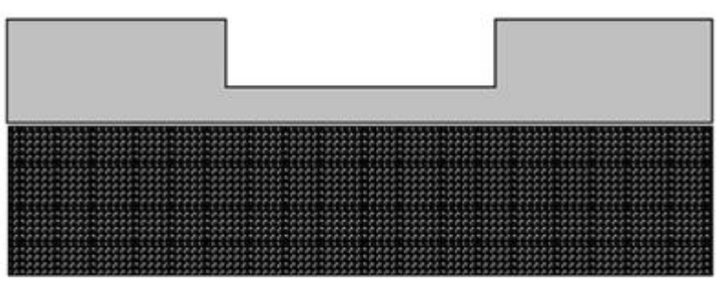


Figura 50: método SEMI-PERMANENT, reparación bache

- Aplicar una capa ligante de emulsión asfáltica con un rendimiento de aproximadamente 1 litro/m.

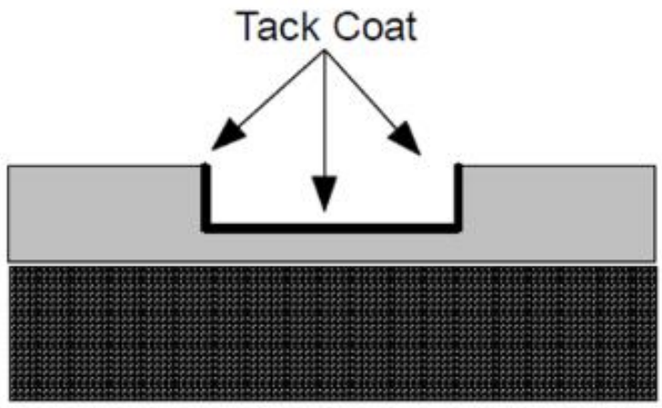


Figura 51: método SEMI-PERMANENT, reparación bache

- Verter asfalto y agregados en el área tratada con un exceso de 20 y 25 por ciento de su profundidad

- Compactar el área del parche

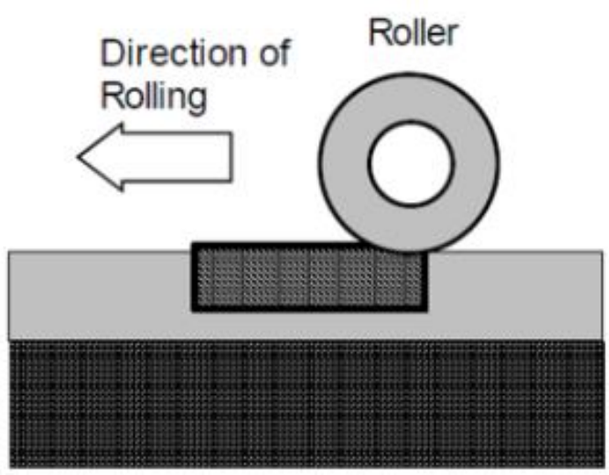


Figura 52: método SEMI-PERMANENT, reparación bache

- Comprobar especificaciones. El parche terminado debe tener de 3 a 6 milimetros de espesor por encima de la superficie

- Sellar las juntas del parche con un sellador de grieta (crack sealant y fog sealed).

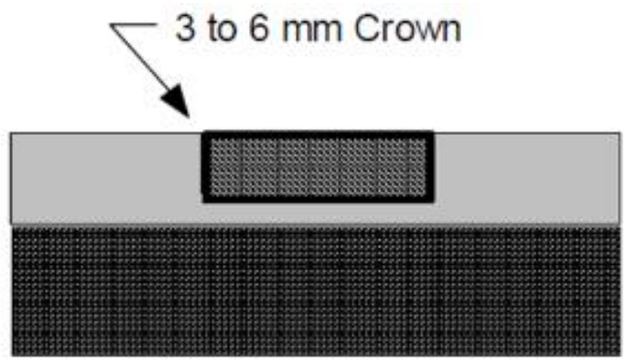


Figura 53: método SEMI-PERMANENT, reparación bache

- Abrir la sección reparada al tráfico

Figura 54: método SEMI-PERMANENT, reparación bache

2.2.3.4.2 Características

- Vida útil relativamente larga (depende de varios factores)
- Ideal para huecos pequeños
- Remueve y reemplaza completamente el material de falla en la capa
- Se requieren cuatro trabajadores para realizar el procedimiento y los necesarios para controlar el trafico
- Los costos depende del costo de los materiales, la mano de obra y los equipos requeridos

2.2.3.4.3 Ventajas:

- Proporciona una mayor vida útil del parche

2.2.3.4.4 Desventajas

- Baja tasa de productividad comparada a otro métodos

- Requiere un exceso en el material nuevo de 20 a 25 por ciento
- Más personal y equipos requeridos comparado con otro métodos

2.2.3.5 RECONTRUCCION DE LA ZONA AFECTADA

Este método es utilizado cuando la severidad del daño es muy alta, lo que se recomienda reconstruir completamente la zona afectada retirando la carpeta existente y remplazándola por una nueva

2.2.3.5.1 Ventajas:

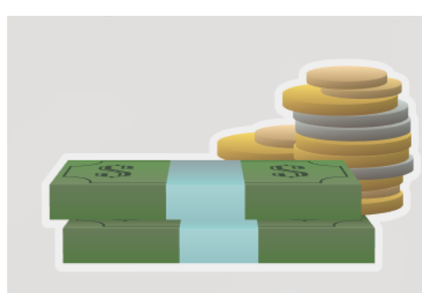
- Vida útil mucho mayor
- No requiere un mantenimiento tan cercano a primera instancia

2.2.3.5.2 Desventajas:

- Alto costo de ejecución
- Más personal calificado

2.2.3.5.3 Costos:

- Rodillo vibratorio liso con frecuencia
- Rodillo neumático, con control automático de la presión de inflado
- Equipos menores, medidor manual de espesor, rastrillos, palas, termómetros y otros.
- Mano de obra
- Camión tolva
- Mezcla asfáltica



2.3 CAPITULO 3: PRESENTACIÓN DE PROPUESTA Y COSTO

2.3.1 Generalidades:

En este capítulo se presentara el método de reparación y proceso constructivo que se utilizara para la reparación de la ruta 160 kilómetro 128.2 al 128.7 y el presupuesto necesario para implementar la propuesta

De acuerdo a los datos recaudados se utilizara el método número 5 del capítulo anterior, es decir, reconstrucción de la carpeta asfáltica, la que fue sugerida por un profesional de área del MOP de Lebu.

2.3.2 RECONSTRUCCIÓN CARPETA ASFÁLTICA

2.3.2.1 Procedimiento

A continuación se dará a conocer el tipo de proceso constructivo a realizar:

-corte de camino:

No se suspenderá el transito del camino ya que tiene transito constante, por lo que se trabajara con media calzada. Y al finalizar esta, se seguirá con la segunda mitad

Figura 55: reconstrucción carpeta, corte de camino

-señalética:

Se empleara para alertar acerca de la proximidad de trabajos en la vía. Siendo la primera señal que los conductores deberán visualizar, se instalara al inicio de la zona de advertencia, dimensionándose de acuerdo con la velocidad del tramo previo a la obra

Cuando se realicen trabajos en calzadas unidireccionales, se deberá instalar en ambos costados de la calzada

El color será amarillo fluorescente la que igual se utiliza tanto en caminos como en carreteras

Como la carretera es de 80km/h se deberá instalar la señalización a 350m previos a la zona de trabajo

Figura 56: reconstrucción carpeta, señalética

-trazado:

Se marcara la zona afectada para comenzar a cortar el pavimento asfaltico y retirar el material existente

Figura 57: reconstrucción carpeta, trazado

-escarpe de carpeta existente

Figura 58: reconstrucción carpeta, escarpe de carpeta

La partida incluye la demolición y retiro de pavimentos asfalticos de cualquier espesor y composición, incluyendo su correspondiente transporte a terraplén o botadero autorizado, y demás actividades o trabajos necesarios para cumplir con lo especificado

Se cuantificara por metro cuadrado de pavimento asfaltico removido; la medición se efectuará de acuerdo a las necesidades del proyecto y aprobadas por el inspector fiscal

-retiro de escombros

Figura 59: reconstrucción carpeta, retiro de escombros

-preparación de la superficie:

Se debe comprobar la seguridad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla asfáltica en caliente

Figura 60: reconstrucción carpeta, preparacion superficie

-compactación:

Figura 61: reconstrucción carpeta, compactación

-imprimación:

Antes de aplicar el riego de liga, deberá prepararse el pavimento existente eliminando los materiales sueltos, el polvo, la suciedad y todo otro material extraño, la superficie así preparada, debe ser aprobado por el inspector fiscal previo al riego

Figura 62: reconstrucción carpeta, imprimación

-transporte de mezcla asfáltica en caliente:

La mezcla asfáltica en caliente se debe transportar de la planta de fabricación a la extendedora, en camiones. Para evitar su enfriamiento superficial, se debe proteger, durante el transporte, mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendedora, su temperatura no sea inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

Figura 63: reconstrucción carpeta, transporte de mezcla asfáltica

-extensión de la mezcla:

La extensión se recomienda hacerla con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la extendedora a la producción de la planta de fabricación de modo que aquella no s detenga. En caso de detención, se debe comprobar que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no

baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para el inicio de la compactación, de lo contrario, se puede ejecutar una junta transversal.

Figura 64: reconstrucción carpeta, extensión de mezcla

-Compactación de la mezcla:

La compactación se debe hacer a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida; y se continúe mientras la temperatura de la mezcla no baje de la mínima prescrita en la fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta que alcance la densidad especificada

Figura 65: reconstrucción carpeta, compactación de mezcla

-demarcación:

Se deberá considerar un vehículo que preceda y anteceda al equipo de pintura, los que contaran con baliza y un panel luminoso con flecha que indique la dirección del transito

Estos trabajos deberán señalizarse avisando a lo menos 500, 300 y 100 metros previos al tramo de demarcación y, en forma análoga, antes del sector donde finalizan estas, desplazándolas durante cada jornada

No se permitirá efectuar trabajos de demarcación en horarios de amanecer o atardecer, como tampoco en situaciones de poca visibilidad, tales como, neblina, llovizna, etc.

Figura 66: reconstrucción carpeta, demarcación

-habilitación:

Después de concluida la pavimentación del primer tramo se habilitara el tránsito para así poder continuar con la segunda mitad del camino

Figura 67: reconstrucción carpeta, habilitación

-continuar con el siguiente lado de la carretera con el mismo procedimiento.

2.3.2.2 Recomendaciones:

2.3.2.2.1 Preparación de la superficie existente:

Se debe comprobar la seguridad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla asfáltica en caliente.

Las Especificaciones Técnicas Especiales o, en su defecto, el ITO o el Profesional Responsable indiquen las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar zonas dañadas.

Si dicho pavimento fuera heterogéneo se recomienda eliminar mediante fresado los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables.

Se debe comprobar especialmente que, una vez transcurrido el plazo de rotura del ligante de los tratamientos aplicados, no queden restos de agua en la superficie, asimismo, si ha transcurrido mucho tiempo desde su aplicación, se aconseja comprobar que su capacidad de

unión con la mezcla asfáltica no Unidad Ingeniería | Página 16 de 20 haya disminuido en forma perjudicial, en caso contrario, el ITO o el Profesional Responsable puede ordenar la ejecución de un riego de adherencia adicional.

Figura 68: recomendaciones, preparación de superficie

2.3.2.2.2 Fabricación de la mezcla:

Es recomendable que la carga de cada una de las tolvas de áridos en frío se haga de forma que su contenido esté comprendido entre el cincuenta y el cien por ciento (50 a 100%) de su capacidad, sin rebosar.

En las operaciones de carga se aconseja tomar las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

Si la alimentación de éste es discontinua, después de haber introducido los áridos y el polvo mineral se debe agregar automáticamente el ligante asfáltico para cada amasada, se puede continuar la operación de mezcla durante el tiempo especificado en la fórmula de trabajo.

Si se utilizan áridos procedentes del reciclado de mezclas asfálticas, en la planta, cuyo secador no, sea a la vez mezclador, si la alimentación de éste es discontinua, después de haber introducido los áridos, se debe pesar e introducir los áridos procedentes del reciclado de mezclas asfálticas junto al polvo mineral, después de un tiempo de disgregación, calentado y mezcla, se puede agregar el ligante asfáltico y en su caso los aditivos, para cada amasijo pudiéndose continuar la operación de mezcla durante el tiempo especificado en la fórmula de trabajo. Si la alimentación fuese continua, los áridos procedentes del reciclado de mezclas asfálticas se pueden incorporar al resto de los áridos en la zona de pesaje en caliente a la salida del secador.

En los mezcladores de las plantas que no sean de tambor secador-mezclador, se puede limitar el volumen del material, en general hasta dos tercios (2/3) de la altura máxima que alcancen las paletas, de forma que, para los tiempos de mezclado establecidos en la fórmula de trabajo se alcance una envuelta completa y uniforme.

A la descarga del mezclador, se recomienda que todos los tamaños del árido estén uniformemente distribuidos en la mezcla y todas sus partículas total y homogéneamente

cubiertas de cemento asfáltico. Se aconseja que la temperatura de la mezcla al salir del mezclador no exceda de la fijada en la fórmula de trabajo.
En el caso de utilizar adiciones al cemento asfáltico a la mezcla, se debe cuidar su correcta dosificación, la distribución homogénea, así como que no pierda sus características iniciales durante todo el proceso de fabricación.

Figura 69: recomendaciones, fabricación de mezcla

2.3.2.2.3 Transporte de la mezcla:

La mezcla asfáltica en caliente se debe transportar de la planta de fabricación a la extendedora, en camiones. Para evitar su enfriamiento superficial, se debe proteger, durante el transporte, mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendedora, su temperatura no sea inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

Figura 70: recomendación, transporte de mezcla

2.3.2.2.4 Extensión de la mezcla:

Es recomendable que la extensión comience por el borde inferior, y se haga por franjas longitudinales.
La anchura de estas franjas se fije de manera que se realice el menor número de juntas posible y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendedora y la producción de la planta.

En obras sin circulación, para las vías clasificadas, como, Expresa y Troncales o con superficies a extender en calzada superiores a setenta mil metros cuadrados (70.000 m2), se sugiere hacer la extensión de cualquier capa asfáltica a ancho completo, trabajando si fuera necesario con dos (2) o más extendedoras ligeramente desfasadas, evitando juntas longitudinales. En los demás casos, después de haber extendido y compactado una franja, se puede extender la siguiente, mientras el borde de la primera, se encuentra aún caliente y en condiciones de ser compactado. En caso contrario, se puede ejecutar una junta longitudinal.
La extendedora se puede regular de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres y con un espesor tal, que una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos.
La extensión se recomienda hacerla con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la extendedora a la producción de la planta de fabricación de modo que aquella no s detenga. En caso de detención, se debe comprobar que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la Unidad Ingeniería | Página 18 de 20 extendedoera y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para el inicio de la compactación, de lo contrario, se puede ejecutar una junta transversal.
Donde resulte imposible el empleo de máquinas extendedoras, la mezcla asfáltica en caliente se puede poner en obra por otros procedimientos adecuados. Para ello, se descarga fuera de la zona en que se vaya a extender y se distribuye en una capa uniforme de un espesor tal que, una vez compactada, se pueda ajustar a la rasante y sección transversal indicadas en planos.

Figura 71: recomendación, extensión de mezcla

2.3.2.2.5 Compactación de la mezcla:

La compactación se debe hacer a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida; y se continúe mientras la temperatura de la mezcla no baje de la mínima prescrita en la fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta que alcance la densidad especificada
La compactación se debe hacer longitudinalmente, de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla asfáltica se realiza por franjas, al compactar una de ellas se debe ampliar la zona de compactación para que incluya al menos, quince centímetro (15 cm) de la anterior.

Los rodillos pueden llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se pueden hacer sobre la mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se hacen con suavidad.
Se deben tener los elementos de compactación limpios y si fuera preciso húmedos

2.3.2.2.6 Rasante, espesor y anchura:

Tanto la rasante, como el espesor y anchura se deben controlar según planos. Se debe verificar que la superficie acabada a nivel de rasante no difiera de la teórica en más de cinco milímetros (5 mm) en capas de rodadura, ni de diez milímetros (10 mm).
El espesor de una capa no sea inferior al previsto para ella en la sección-tipo de los Planos. En todos los perfiles se debe comprobar que la anchura extendida, en ningún caso sea inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos de proyecto.

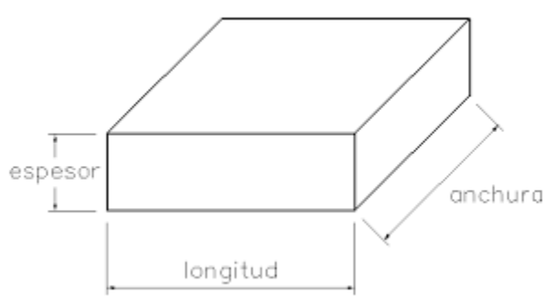


Figura 72: datos para cubicar asfalto

2.3.2.3 Requisitos generales:

Las mezclas deberán transportarse a los lugares de colocación en camiones tolva convenientemente preparados para este objetivo y distribuirse mediante una terminadora autopropulsada

La superficie sobre la que se colocara la mezcla deberá estar seca o ligeramente húmeda. En ningún caso se pavimentara sobre congeladas, cuando la temperatura atmosférica sea inferior

a 5°C o con tiempo brumoso o lluvioso. Cuando la temperatura ambiente descienda de 10°C, deberá tomarse precauciones especiales para controlar la temperatura de compactación

El equipo mínimo que se deberá disponer para comenzar a colocar una mezcla será el siguiente:

- Terminadora autopropulsada, que deberá estar equipada con elementos que permitan controlar el espesor de la capa automáticamente, siendo capaz de absorber cualquiera deficiencia de la capa inferior
- Rodillo tándem de dos ruedas de acero
- Rodillo neumático; y
- Equipos menores, medidor manual de espesor, rastrillos, palas y otros

2.3.2.4 Presupuesto de la reparación de pavimento

A continuación se presentara el presupuesto necesario para poder efectuar la propuesta para la reparación de la ruta 160

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
APU:	Demolicion de Carpeta Existente			Unidad	m2
Proyecto:				Cantidad:	1
A	**MATERIALES**				
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1					0
2					0
3					0
4					0
5					0
					0
					0
				Total A	0
				Unitario A	
B	**MAQUINAS Y EQUIPOS**				
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	rompepavimento	hr	0,25	5355	1338,75
2	Camion transporte a botadero	hr	0,083	9200	763,6
3	bulldozer	hr	0,083	45000	3735
					0
					0
					0
					0
				Total B	5837,35
				Unitario B	
C	**MANO DE OBRA**				
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	maestro + jornal	hh	0,25	2999	749,75
2	chofer maquina	hh	0,083	1850	153,55
3	desgaste de herramientas	3%	0,03	903,3	74,9739
					0
					0
					0
					0
					0
				Sub Total C	978,2739
			31% leyes Sociales		498,919689
				Totall C	1477,19359
			Unitario C:		
			D.- Total costo directo (A+B+C)		7314,54359

Figura 73: análisis de precio DEMOLICION

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

APU: Compactación Base — Unidad: M2

Proyecto: — Cantidad: 1

A	MATERIALES				
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1					0
2					0
				Total A	0
				Unitario A	

B	MAQUINAS Y EQUIPOS				
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
	Rodillo vibratorio liso	hrs	0,016	25000	400
					0
				Total B	400
				Unitario B	

C	MANO DE OBRA				
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	chofer maquina	hh	0,016	1666	26,656
				Sub Total C	26,656
			31% leyes Sociales		8,26336
				Totall C	34,91936
			Unitario C:		
			D.- Total costo directo (A+B+C)		434,91936

Figura 74: análisis precio preparación base

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

APU: Carpeta Asfaltica — Unidad: m2

Proyecto: — Cantidad: 1

A	MATERIALES				
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Mezcla Asfaltica tipo CA-80-10	m3	0,1	35387	3538,7
2	Imprimante	ltr	0,012	143460	1721,52
					0
				Total A	5260,22
				Unitario A	

B	MAQUINAS Y EQUIPOS				
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Finisher	hr	0,01	62244	622,44
2	Camión Tolva	hr	0,022	9200	202,4
3	Rodillo vibratorio liso 10 ton	hr	0,045	25000	1125
4	Rodillo neumatico	hr	0,05	19100	955
5	Camión de imprimacion	hr	0,006	22566	135,396
					0
					0
				Total B	3040,236
				Unitario B	

C	MANO DE OBRA				
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Capataz de Obras	hh	0,099	2222	219,978
2	Maestro + 2 Jornales	hh	0,189	4266	806,274
3	Desgaste de herramientas	3%	0,03	1026,352	30,79056
					0
				Sub Total C	1057,04256
			31% leyes Sociales		327,683194
				Totall C	1384,72575
			Unitario C:		
			D.- Total costo directo (A+B+C)		9685,18175

Figura 75: análisis precio pavimentación

PRESUPUESTO

Proyecto: reconstruccion carpeta asfaltica

Nº	Partida	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Demolicion carpeta	m2	4500	7314,54359	32915446,16
2	Base	m2	4500	434,91936	1957137,12
3	Carpeta Asfaltica	m2	4500	9685,1817	43583317,65
4					0
		Costo Total			$78.455.901
		Gastos Generales 15%			$11.768.385
		Utilidades 10%			$9.022.429
		IVA 19%			$18.856.876
		PRECIO TOTAL			**$118.103.590**

Figura 76: resultado final de cotizaciones

Para poder realizar esta cotización se recurrió al ONDAC, que nos sirvió para poder tener un aproximado de los precios reales y estimar en cuanto nos podría salir la realización de nuestra propuesta de reparación para la ruta 160 km 128.2 al 128.7 en la comuna de Lebu

Como se puede apreciar en las imágenes anteriores de las cotizaciones realizadas en el ONDAC se ve que el presupuesto necesario para realizar la propuesta es de $118 millones en pesos chilenos

3 CONCLUSIONES

La presente tesis tuvo como objetivo desarrollar una propuesta técnica y económica de la ruta 160 kilómetro 128.2 al 128.7 en la comuna de LEBU, la que para realizarlo nos fijamos distintos objetivos, el primero era explicar la situación actual de la ruta afectada, reconociendo la falla que afecta la carretera, la que con visitas a terreno, el manual de carretera y entrevista con personal del MOP de LEBU se pudo llegar a la conclusión del estado actual de la ruta 160, la falla existente en ese sector de la carretera de BACHE

Como ya se había obtenido el tipo de falla que existía se continuo en examinar que tan grave estaba el estado de esta, y con la ayuda del manual de carretera se pudo concluir que el estado actual de la falla de bache en la ruta 160 era de alta severidad, por lo que junto con el profesional del MOP de LEBU se optó por la reconstrucción completa de la carpeta afectada

Ya con todo lo concluido anteriormente se comenzó a desarrollar el tercer capítulo que era presentar una propuesta técnica y económica de la ruta 160 kilómetro 128.2 al 128.7, pero anteriormente ya se había optado por la reconstrucción completa de la carpeta asfáltica por lo que ahí ya teníamos nuestra propuesta técnica ahora nos faltaba saber cuánto seria el presupuesto necesario para poder realizar la reconstrucción de la carpeta, la que junto con mi profesor guía realizamos cotizaciones en el ONDAC 2017, y se concluyó que para poder desarrollar la propuesta presentada de reconstrucción de la carpeta asfáltica era necesario un presupuesto de $ 118.103.590

Con todo lo anterior resuelto, en resumen la falla de la ruta 160 kilómetro 128.2 al 128.7 era de BACHE la que tiene una severidad alta y para su reparación se propone una reconstrucción completa de la carpeta para la que se necesita un presupuesto de $ 118.103.590