

UNIVERSIDAD DE ORIENTE.
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI.
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS.
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL.



EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA VÍA LOCAL CUMANÁ –
CUMANACOA (L001); PROGRESIVA 0+000 (PUENTE ALIVIADERO
MANZANARES) HASTA PROGRESIVA 10+000 (VÍA CUMANACOA), DE
LOS MUNICIPIOS SUCRE Y MONTES DEL ESTADO SUCRE.

REALIZADO POR:
MARYA JOHANNA SÁNCHEZ ALFONZO.

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO ANTE LA UNIVERSIDAD DE
ORIENTE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL.

Puerto la Cruz, Abril del 2010.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE.
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI.
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS.
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL.



EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA VÍA LOCAL CUMANÁ –
CUMANACOA (L001); PROGRESIVA 0+000 (PUENTE ALIVIADERO
MANZANARES) HASTA PROGRESIVA 10+000 (VÍA CUMANACOA), DE
LOS MUNICIPIOS SUCRE Y MONTES DEL ESTADO SUCRE.

ASESORES:

Ing. Andreína Narváez
Asesor Académico.

Ing. Lorena Gómez.
Asesor Industrial.

Puerto la Cruz, Abril del 2010.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE.
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI.
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS.
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL.



EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA VÍA LOCAL CUMANÁ –
CUMANACOA (L001); PROGRESIVA 0+000 (PUENTE ALIVIADERO
MANZANARES) HASTA PROGRESIVA 10+000 (VÍA CUMANACOA), DE
LOS MUNICIPIOS SUCRE Y MONTES DEL ESTADO SUCRE.

JURADO CALIFICADOR

Prof. Andreína Narváez.

Asesor Académico.

Prof. María Ramírez.

Jurado Principal.

Prof. Francelia Araujo.

Jurado Principal.

Puerto la Cruz, Abril del 2010.

ARTÍCULO 41

De acuerdo con el artículo 41 del reglamento del trabajo de grado de la Universidad de Oriente: “Los trabajos de grado son exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual lo participará al Consejo Universitario.”

DEDICATORÍA

A mi pequeño, gran núcleo familiar:

- Mercedes Alfonzo. (Mi mami; te quiero un mundo).
- José Muñoz. (Mi esposo, amigo, compañero).
- Jesús Muñoz. (Mi hijo; lo más bello que me ha dado la vida).
- Jennifer Sánchez. (Mi hermana).
- Rosangeles Caraballo. (Mi sobrina; tremenda pero bella).

Y a ustedes mis más que primos y hermanos:

- Thais Parra. (Mami Thais).
- Renier Muñoz. (Un gran ejemplo a seguir).
- Coromoto Muñoz. (Mi prima, tía, hermana; te voy a extrañar).

AGRADECIMIENTOS

En estos momentos pasan tantas cosas por mi cabeza que es difícil agradecer y no olvidar a alguien que de seguro fue un gran apoyo, de todas maneras lo intentare.

A Dios, fuente de vida, guía, fiel compañero, amigo, padre, todo, gracias Dios.

A mi madre, Mercedes Alfonzo, con sacrificio, pero con mucho amor y confianza, lo lograste; de dos, dos.

A mi esposo, José Muñoz, mi amigo incondicional; te amo, eso lo describe todo.

A mi abuelita, Rosa Dolores Ortiz de Alfonzo (Q.E.P.D.), por haber estado cuando mi mami no podía.

A una persona que sin saberlo me enseñó que esperar a veces es bueno, pero nunca abandonar. Señora Lila Gracias por estar cuando yo más lo necesité. (Secretaria del departamento de Ingeniería Civil), y a Sorelis.

A todos mis profesores en especial al Prof. Fernando Baeza, Prof. Andreína Narváez, Prof. Hernán Canela, Prof. Esteban Hidalgo, Prof. Yasser Saab, Prof. Francelia Araujo, Prof. María Ramírez, Prof. Ana Álvarez.

A mi amiga y hermana, Eneidis García; solo nos falta llevar la misma sangre.

A mi primo, Renier Muñoz y toda su bonita familia, los quiero mucho.

A mis tíos, todos porque se que de una manera u otra estuvieron pendientes, pero muy especialmente a mis tíos, Luís y Raquel Sánchez.

A Thais Parra, por ejercer muy bien mis funciones de mamá mientras yo realizaba mi tesis.

A mis amigas y compañeras; Marisela Villarroel, Nohelis Zambrano, Mari Cruz Berroteran, Mirna Silva, Dunia Bauza, Melanie Rodríguez, Patricia Rodarie, Yadilbert Rivero, Ivanna Rodríguez, Grecia España, Katiuska Acosta.

A todo el personal de Servicio Autónomo de Vialidad del Estado Sucre, SAVES Cumaná.

A la Ing. Lorena Gómez, aunque antipática, excelente persona y amiga; y a sus hermanos Marielvis y José Gómez.

A Natacha Narváez; un placer conocerte amiga.

A Padilla y Rosa, son el dúo dinámico de civil.

A Elio Farias, por haberme guiado y orientado en mis momentos difíciles.

A mis primas, Vanessa y Daniela Alfonzo, son casi mis hermanitas, las quiero mucho.

Al Doctor en leyes, Miguel Marín.

A todos mis maestros de la Escuela Básica “Andrés Eloy Blanco”, mis profesores de la Unidad Educativa “República Argentina” y a mis profesores del liceo “Antonio José de Sucre”; porque es por aquí por donde realmente empieza este largo pero bonito camino.

En fin, a todas aquellas personas que de una u otra manera han creído en mi y me han apoyado en esta, otra meta LOGRADA.

A todos;

¡MIL GRACIAS!.....

RESUMEN

El presente trabajo, tuvo como propósito la evaluación integral de la vía local 01 Cumaná – Cumanacoa, desde la Progresiva 0+000 (Puente Aliviadero Manzanares) hasta Progresiva 10+000 (Vía Cumanacoa), en los Municipios Sucre y Montes del Estado Sucre. En la evaluación para determinar las condiciones generales de la vía se consideró el estado del pavimento, las condiciones del drenaje superficial y transversal, el uso de dispositivos de control, señalamiento y demarcación, los laterales de la vía en cuanto a vegetación y limpieza, la revisión de obras especiales como brocales y aceras. Para lograr estos objetivos se realizaron varios recorridos de inspección en el tramo en estudio reportando en tablas la situación a lo largo de la vía y en especial para la evaluación del pavimento se usó el Índice de Condición de Pavimento o Método PCI. Se pudo verificar que la vía se encuentra en MUY MAL ESTADO. Obteniéndose por el método PCI, el valor para ese tramo de 30,4 lo que indica que la condición del pavimento es MUY MALA. También se pudo verificar que la vía en ese tramo necesita la sustitución de tres colectores, la reparación de aceras, cunetas, brocales; el desmalezamiento de todo el tramo y la colocación de dispositivos de control, señalamiento y demarcación. Se recomienda, realizar jornadas de mantenimiento y rehabilitación para lograr aumentar la vida útil del pavimento y en general mantener la vía en condiciones óptimas.

CONTENIDO

	<i>Pág.</i>
PÁGINA DE TÍTULO.	i
ARTÍCULO 41.	iv
DEDICATORIA.	v
AGRADECIMIENTOS.	vi
RESUMEN.	ix
CONTENIDO.	x
CAPÍTULO I.	
INTRODUCCIÓN.	
1.1 INTRODUCCIÓN.	15
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	16
1.3 OBJETIVOS.	18
CAPÍTULO II.	
FUNDAMENTOS TEÓRICOS.	
2.1 ANTECEDENTES.	19
2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS EN VENEZUELA.	
2.2.1 Clasificación administrativa.	20
2.2.2 Clasificación funcional.	21
2.2.3 Clasificación según su geometría.	21
2.3. PAVIMENTO.	
2.3.1 Concepto.	22
2.3.2 Tipos de pavimentos.	22

2.3.3 Comportamiento de un pavimento.	26
2.3.4 Parámetro que afectan el modo de deterioro.	26
2.3.5 Tipos de fallas.	27
2.3.6 Curva deterioro tiempo.	27
2.3.7 Curva de deterioro de un pavimento. Relación deterioro – vida consumida – costo de rehabilitación.	29
2.3.8 Costos usuarios y costos de operaciones de los vehículos.	31
2.4 MANTENIMIENTO VIAL.	
2.4.1 Concepto.	33
2.4.2 Importancia del mantenimiento vial.	33
2.4.3 Beneficios del mantenimiento vial.	34
2.4.4. Clasificación del mantenimiento vial.	35
2.4.5 Fallas Comunes en pavimentos flexibles.	35
2.4.6 Acciones de mantenimiento y rehabilitación.	36
2.5 ESPECIFICACIONES/ NORMAS ESPECIALES APLICABLES A	
2.6 LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN.	68
2.6 METODO DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS (PCI).	
2.6.1 Concepto.	69
2.6.2 Objetivo del índice de condición de pavimentos (PCI).	70
2.6.3 Procedimiento de inspección.	71
2.6.4. Determinación del índice de condición de pavimentos (PCI).	73
2.6.5. Fallas consideradas en el método de evaluación de pavimentos (PCI).	75
2.6.6. Efecto en la calidad de rodaje.	108
2.6.7. Notas importantes en la medición de las fallas.	109
2.7 EVALUACIÓN FÍSICA Y DE ESTADOS DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE.	110

2.8 SELECCIÓN DEL TIPO DE ALCANTARILLA.	111
2.9 INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL.	112
2.10 CALCULO DEL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI).	113

CAPÍTULO III.

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	118
3.2. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO.	
3.2.1 Evaluación del pavimento haciendo uso del método PCI.	119
3.2.2 Evaluación del pavimento haciendo so del índice de regularidad internacional (IRI).	122
3.3. CONDICIÓN DEL DRENAJE SUPERFICIAL Y TRANSVERSAL.	124
3.4. USO DE DISPOSITIVOS DE CONTROL, SEÑALAMIENTO Y DEMARCACIÓN.	124
3.5. CONTROL DE VEGETACIÓN Y LIMPIEZA.	124
3.6. CONDICIONES DE BROCALES Y ACERAS.	125

CAPÍTULO IV.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1 CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.	
4.1.1 Correlación entre el PCI y el PSI.	126
4.2 DRENAJE SUPERFICIAL Y TRANSVERSAL.	127
4.3 DISPOSITIVOS DE CONTROL, SEÑALAMIENTO Y DEMARCACIÓN.	128
4.4 CONTROL DE VEGETACIÓN Y LIMPIEZA.	129
4.5. BROCALES Y ACERAS.	129

4.6 SUGERENCIAS DE ACCIONES A TOMAR EN LA REHABILITACIÓN INTEGRAL DE LA VÍA LOCAL CUMANÁ – CUMANACOA (L001), ESPECIFICAMENTE EN EL TRAMO EN ESTUDIO.	130
4.7. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO LUEGO DE REHABILITADO EL TRAMO EN ESTUDIO. (PROGRAMA SUGERIDO).	145
 CAPÍTULO V.	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
5.1. CONCLUSIONES.	155
5.2. RECOMENDACIONES.	157
 BIBLIOGRAFÍAS CITADAS.	 158
 APENDICE I.	
ANEXOS.	
ANEXO A. PLANILLAS DE CAMPO.	161
ANEXO B. GRÁFICAS.	164
ANEXO C. RECOLECCIÓN DE DATOS EN EL CAMPO.	186
ANEXO D. MAPA VIAL DEL ESTADO SUCRE.	197
ANEXO E. EJEMPLO DE CÁLCULOS.	199
 APÉNDICE II.	
TABLAS.	
TABLAS.1. CONDICIÓN DEL DRENAJE SUPERFICIAL.	208
TABLA 2. USO DE DISPOSITIVOS DE CONTROL, SEÑALAMIENTO Y DEMARCACIÓN.	209

TABLA 3. CONTROL DE VEGETACIÓN Y LIMPIEZA.	211
TABLA 4. CONDICIÓN DE BROCALES Y ACERAS.	212

APÉNDICE III.

MEMORIA FOTOGRÁFICA.

PAVIMENTO. CONDICIÓN GENERAL DE LA VÍA LOCAL 01.	214
LATERALES. CONDICIÓN GENERAL DE LA VÍA LOCAL 01.	217

APÉNDICE IV.

CÓMPUTOS MÉTRICOS.

PRESUPUESTO.

CRONOGRAMA DE TRABAJO.

COMPUTOS MÉTRICOS.	219
PRESUPUESTO.	224
CRONOGRAMA DE TRABAJO.	227

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN.

Las carreteras representan un importante medio de desarrollo ya que permiten la comunicación entre poblaciones, el acceso a servicios y recursos y la integración del país. Conservar las carreteras en buen estado es un trabajo arduo que demanda atención permanente y se realiza con el objetivo de brindar seguridad y confort a los usuarios de las mismas.

Para la conservación de las carreteras, es necesaria la implementación de planes de mantenimiento vial; actividad que en nuestro país no es valorada ni atendida con dedicación por los organismos competentes, apartando el hecho de que muchos de estos organismos habían desaparecido. Esto ha generado un deterioro en toda nuestra red vial, afectando directamente a los conductores; por un lado debido a que los conductores arriesgan su vida en dicha carreteras y por otro lado por el aumento exagerado en los costos operacionales de los vehículos, entre otras cosas.

La red vial del Estado Sucre, no escapa de esta realidad, y atendiendo a las necesidades de las comunidades se crea el Servicio Autónomo de Vialidad del Estado Sucre, SAVES. Institución que tiene por objetivo rehabilitar y mantener dicha red vial.

La vía local 01, es la carretera que comunica la ciudad de Cumaná con la población de Cumanacoa y es una de las carreteras que presenta

mayor deterioro; es por esta razón que se realiza el siguiente trabajo de investigación de carácter explicativo ya que se encargará de buscar el por qué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El servicio autónomo de vialidad del estado sucre (S.A.V.E.S.), es un organismo adscrito a la Gobernación del Estado Sucre, creado mediante decreto gubernamental N° 0079 de fecha 13 - 02 – 1996, publicado en Gaceta oficial del Estado Sucre en edición extraordinaria N° 228, de fecha 23 de febrero de ese mismo año, a través de la cual, la gobernación del Estado Sucre ejercerá la competencia exclusiva sobre la conservación, administración y aprovechamiento de las carreteras, puentes, caminos y vías de penetración agrícola que se encuentran dentro del territorio del Estado Sucre.

S.A.V.E.S. tiene como misión administrar, construir y mantener la red vial del Estado (Locales, ramales y vías de penetración), mediante la coordinación, planificación y ejecución de actividades que contribuyan a la prestación de un servicio oportuno en pro del desarrollo del Estado Sucre y así tener una red vial en óptimas condiciones de transitabilidad que garanticen la seguridad de los usuarios y eleven la calidad de vida de las diferentes poblaciones, permitiendo el acceso hacia las áreas de productividad agropecuaria y de atractivo turístico.

Una de las vías locales que forman parte del grupo al cual S.A.V.E.S. debe mantener en buen estado es la carretera local Cumaná – Cumanacoa (L001), la cual se encuentra actualmente intransitable por la cantidad de

huecos, fallas de borde, en general fallas del pavimento, maleza, etc., que afectan a la comunidad residente del sector así como también disminuye el turismo y la economía en la zona. (Registro de S.A.V.E.S, 1996).

La L001 es una vía local según la clasificación administrativa contenida en la “Nomenclatura y Características Físicas de la Red de Carreteras de Venezuela” (MTC 1979) debido a que comunica al Estado Sucre con el Estado Monagas y es de interés regional. Ella se encuentra afectada por la falta de mantenimiento; registros encontrados en el servicio autónomo de vialidad del estado sucre, S.A.V.E.S, reafirman el hecho de que no lo ha recibido desde el año de mil novecientos ochenta y tres (1983), (registro de S.A.V.E.S, 1996).

Este proyecto tuvo como objetivo fundamental, dar una propuesta satisfactoria para la rehabilitación integral de dicha vía, estudiando todos los posibles factores que la han afectado en el transcurrir del tiempo, como por ejemplo la falta de mantenimiento, la deficiencia en los sistemas de drenaje, el colapso de alcantarillas, excesivo aumento de la maleza, aumento del flujo vehicular etc. Para tal fin se realizaron recorridos de inspección. En la evaluación del pavimento se aplicó el “Método de Evaluación de Pavimentos” PCI. (Pavement Condition Index). Para la evaluación de las alcantarillas, se visitaron cada una de las que se encuentran entre el tramo en estudio y así se determinó si presentaban fallas técnicas que evitan su correcto funcionamiento. Se midió el nivel de la maleza para ver si se encontraban en los niveles que establecen las normas. De esta forma, se evaluaron todos los posibles factores que afectan la vía para lograr un estado óptimo de la L001 y ofrecer al conductor seguridad, mayor confort, mejor fluidez vehicular,

facilidad en el traslado de insumos al sector, y así disminuir los costos operacionales y fomentar el desarrollo turístico de la región.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General:

Evaluar el estado general de la vía local 01 Cumaná – Cumanacoa, desde la Progresiva 0+000 (Puente Aliviadero Manzanares) hasta Progresiva 10+000 (Vía Cumanacoa), mediante el uso del método PCI, en los Municipios Sucre y Montes del Estado Sucre.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Determinar las condiciones del pavimento por el Método PCI (Método de Evaluación de Pavimentos).
- Establecer las condiciones del drenaje superficial y transversal.
- Chequear el uso de dispositivos de control, señalamiento y demarcación.
- Chequear los laterales en cuanto al control de vegetación y limpieza.
- Revisar las condiciones de las obras especiales tales como brocales y aceras.
- Sugerir planes o programas de rehabilitación integral que ofrezcan seguridad vial a los usuarios.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 ANTECEDENTES.

El mantenimiento vial, es una actividad de gran utilidad para el buen funcionamiento y aumento de la vida útil de las vías; a esta actividad no se le brinda la importancia que amerita. La vía local Cumaná – Cumanacoa es una carretera de gran interés regional, ya que comunica a dos localidades como son: Cumaná y Cumanacoa; a esta vía se le han realizado una serie de trabajos de reparación, pero no los necesarios para su buen funcionamiento.

En el año 2007, el Servicio Autónomo de Vialidad del Estado Sucre **SAVES** realizó un proyecto titulado “REHABILITACION DE LA L001, MUNICIPIO SUCRE Y MONTES DEL ESTADO SUCRE.” Con el objetivo primordial de mejorar la vía. Para el desarrollo del proyecto, en cuanto al estudio de la vía local, se usó solo la apreciación de los ingenieros inspectores por lo cual no se obtuvo un criterio confiable de las condiciones de la vía local. (SAVES 2007).

Se realizó otra investigación, también por el Servicio Autónomo de Vialidad del Estado Sucre **SAVES**, pero esta vez a la troncal 09 mejor conocida como la carretera Cumaná – Puerto la Cruz (T009). En este proyecto se usó el método PCI para la evaluación del pavimento, además de evaluar las condiciones del drenaje superficial y transversal, en general todos los posibles factores que de una u otra forma estaban afectando dicha arteria vial. Aquí si se obtuvieron criterios confiables de la condición de la vía, razón

por la cual este trabajo va a servir de apoyo en la evaluación integral de la L001. (SAVES 2002).

2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS EN VENEZUELA:

2.2.1 Clasificación Administrativa: Está contenida en la “Nomenclatura y Características Físicas de la Red de Carreteras de Venezuela” (MTC 1979). Allí se establece lo siguiente: [12]

Troncales: Son vías que contribuyen a la integración nacional, proveyendo la conexión interregional y la comunicación internacional. Su simbología y señalización tienen rango nacional.

Locales: Son vías de interés regional, que permiten la comunicación entre centros poblados. Deben poder orientar el tránsito proveniente de ramales y sub.-ramales hacia las Vías Troncales. Su simbología y señalización tienen rango estatal.

Ramales: Son vías de interés local, que conectan diversos centros generadores de tránsito, orientando el mismo hacia la red Local o Troncal. Su simbología y señalización tienen rango estatal.

Sub-Ramales: Son vías de interés local, que conectan caseríos o centros generadores de tránsito específicos, orientando el mismo hacia redes viales de mayor jerarquía. Generalmente no tienen continuidad Su simbología y señalización tienen rango estatal y es semejante a los Ramales.

2.2.2 Clasificación Funcional: En esta clasificación se toma en cuenta las características propias de las corrientes de tránsito. Es la más utilizada en la planificación vial de una región. [12]

Arterial: Vía en la que predomina el tránsito de paso.

Colectora: Vía cuya función predominante es recoger el tránsito generado por el entorno y conducirlo hacia el Sistema Arterial.

Local: Vía cuya función predominante es proveer acceso a los desarrollos adyacentes.

2.2.3 Clasificación según su Geometría. [12]

Autopistas: Son vías con divisoria física continua entre los sentidos del tránsito y con control total de acceso. Las calzadas pueden tener alineamientos independientes o ser paralelas. Cada calzada debe tener por lo menos una franja de estacionamiento de emergencia. (Hombrillo).

Vía Expresa: Son vías con divisoria física entre los sentidos del tránsito, que puede tener apertura ocasionales y con control parcial de accesos. Las calzadas pueden tener alineamientos independientes o ser paralelas. Cada calzada debe tener por lo menos una franja de estacionamiento de emergencia. (Hombrillo).

Carreteras: Son vías sin divisoria física entre los sentidos del tránsito. La calzada puede tener más de un canal por sentido.

Se recomienda la inclusión de un hombrillo a cada lado de la calzada, sobre todo cuando se prevean volúmenes de tránsito considerables.

Es inaceptable la inclusión de un canal central con doble sentido de circulación.

Los accesos deben cumplir con las condiciones relativas a visibilidad y esparcimiento, contempladas en las normas.

2.3. PAVIMENTO:

2.3.1 CONCEPTO

Es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos. [7]

Un pavimento por lo general es una estructura conformada por diferentes capas, de diferentes espesores y de diferentes calidades, las cuales al interactuar unas con otras ofrecen un grado de resistencia al paso de los vehículos. [10]

2.3.2 TIPOS DE PAVIMENTOS:

Los Tipos de Pavimentos pueden clasificarse inicialmente en rígidos y flexibles, continuos y discontinuos, en tipos de pavimentos hay gran variedad de soluciones para pavimentar cualquier vía, eligiendo además entre los permeables y los impermeables. [8]

Esta estructura se diseña según condiciones especiales, los principales parámetros de diseño de un pavimento por métodos racionales son:

- N°. De ejes o vehículos que pasan por la vía.
- Módulos Elásticos de las capas que conforman el pavimento.
- Temperatura del Proyecto.
- Espesores de las Capas.

En general se habla de 2 tipos de pavimentos rígido y flexible, los cuales se subdividen en otros tipos y variedades: pavimentos continuos y pavimentos discontinuos.

Pavimento rígido: La capa mas externa es una capa construida en concreto que por lo general es colocada en placas, se diseña con un tráfico específico, este pavimento puede fallar con solo una repetición de carga. [10]

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 varia entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas. [11]

Pavimentos flexibles se denominan así, aquellos cuya estructura total del pavimento se deflecta o flexiona, un pavimento flexible se adapta a las cargas.

Los pavimentos flexibles, se diseña para un determinado número de repeticiones de carga, y al alcanzar este número de repeticiones, se espera

que el pavimento se fatigue y falle, este fallo del pavimento se demuestra con la presencia de fisuras y grietas en la parte superficial. [10]

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. [11]

Este tipo de pavimentos son de amplio uso en zonas de tráfico constante como vías, aceras, parking etc.

La estructura de pavimento flexible esta compuesta por varias capas de material. Cada capa recibe las cargas por encima de la capa, se extiende en ella, y entonces pasa a la siguiente capa inferior. Por lo tanto, la capa más abajo en la estructura del pavimento, recibe menos carga. [8].

Con el fin de aprovechar al máximo esta propiedad, las capas son generalmente dispuestas en orden descendente de capacidad de carga, por lo tanto la capa superior será la que posee la mayor capacidad de carga de material (y la más cara) y la de más baja capacidad de carga de material (y más barata) irá en la parte inferior.

Capas:

La típica estructura de un pavimento flexible consta de las siguientes capas

- Capa superficial: Esta es la capa superior y la capa que entra en contacto con el tráfico. Puede estar compuesta por uno o varias capas asfálticas.

- **Base:** Esta es la capa que se encuentra directamente debajo de la capa de superficial y, en general, se compone de agregados (ya sea estabilizado o sin estabilizar).
- **Capa Sub-base:** Esta es la capa (o capas), que están bajo la capa base. La Sub-base no siempre es necesaria. [8]

Duración de un Pavimento Flexible

Para pavimentos flexibles, la estrategia de diseño seleccionado deberá presentar un mínimo inicial de duración de ocho años antes de que sea obligatoria la superposición de otra capa. En general la duración óptima debería estar diseñada para un período de 20 años.

Cuanto mayor sea el módulo que se añada a la capacidad estructural de las capas de pavimento. La carga se distribuye a lo largo de un área más amplia de la sub-base o suelo de apoyo. [8]

Pavimentos Continuos: se hacen en el sitio y la superficie es continua, los tipos o clases de pavimentos continuos son: [8]

- **Pavimentos con ligantes:** los bituminosos, de cemento continuo, de hormigón en masa, de mortero hidráulico, empedrados, hechos con resinas, terrazos construidos in situ, etc. Pueden ser rígidos o flexibles, permeables o impermeables.
- **Pavimentos sin ligantes:** enarenados, engravillados, zahorras, etc.

Pavimentos Discontinuos o por Elementos: son aquellos que se ejecutan mediante la instalación en el sitio de elementos naturales o prefabricados: [8]

- Pavimentos discontinuos: Son los Ligados por mortero de cemento o rígidos: como las losas prefabricadas de hormigón, baldosas hidráulicas, baldosas de terrazo, losas de piedra natural, granito etc., adoquinado de piedra natural, pavimentos cerámicos (ladrillo, baldosas cerámicas), etc.

- Sellados sobre arena y sin ligante: adoquinados de hormigón, adoquines de piedras, enlosados, pavimentos de madera, granito etc.

2.3.3 COMPORTAMIENTO DE UN PAVIMENTO.

Existen diversos conceptos básicos que deben tenerse en cuenta al analizar el comportamiento de un pavimento. En este sentido es importante tener presente que su estructura sufrirá, con el tiempo, daño y deterioro aún cuando sea adecuadamente diseñado y construido de acuerdo con todas las especificaciones y normas de calidad. Los pavimentos viales tienen una vida definida; aún con un mantenimiento óptimo alcanzarán un punto de falla. [1]

2.3.4 PARÁMETROS QUE AFECTAN EL MODO DE DETERIORO.

El modo de deterioro varía sustancialmente en función de la interacción de varios parámetros, que adicionalmente controlan la rata de deterioro, ellos son:

- La estructura (resistencia) del pavimento, incluyendo la subrasante.
- El volumen del tráfico y el tipo de carga.
- Políticas de mantenimiento.

En general la falla de un pavimento puede clasificarse como estructural o funcional. La falla estructural está asociada con la capacidad de carga del pavimento y normalmente se refiere a la fatiga de la estructura. La falla funcional es generalmente definida como la incapacidad del pavimento

para proveer una superficie que permita un rodaje confortable, seguro y económico de los vehículos.

Adicionalmente, los modos de deterioro o falla son normalmente divididos en: asociados y no asociados con carga, los asociados son aquellos inducidos por el tráfico en la estructura del pavimento.

Las fallas no asociadas con carga se refieren a las producidas por el medio ambiente y condiciones atmosféricas, calidad de construcción y/o materiales y problemas especiales, tales como: temperatura y humedad, características de los suelos, materiales y diseños inadecuados de ingeniería. [1]

2.3.5 TIPOS DE FALLAS.

Los tipos de falla más comunes en pavimentos asfálticos son:

- Agrietamiento por carga (fatiga).
- Deformación por carga (ahuellamiento).
- Agrietamiento por contracción (termo - fractura).
- Deformaciones y grietas no producidas por cargas.
- Desintegración.
- Ocasionados por factores no intrínsecos de la estructura.

2.3.6 CURVA DETERIORO TIEMPO.

Los pavimentos muestran distintas relaciones deterioro – tiempo de acuerdo con la combinación particular de los distintos factores involucrados en el mecanismo de deterioro. La figura 1, muestra una curva de deterioro en función del tiempo (o repeticiones de carga). Esta figura ilustra lo que pudiera

definirse como una curva normal o típica en la que se distinguen tres puntos de especial importancia, ellos son: [1]

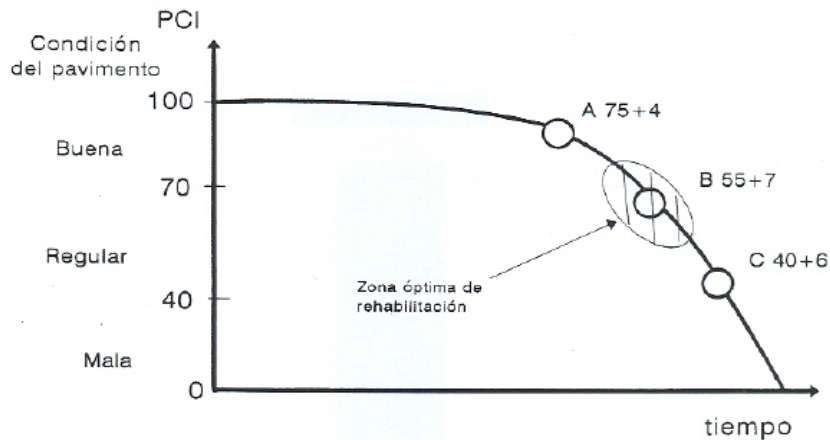


Fig. 1. Curva típica de deterioro de un pavimento¹.

PUNTO A: El pavimento comienza a mostrar síntomas menores y puntuales de deterioro que requieren el inicio de labores de mantenimiento rutinario menor (sellado de grietas, reparación de huecos y bacheo menor) Las acciones menores correctivas son importantes para controlar el deterioro.

PUNTO B: La rata de deterioro comienza a crecer rápidamente, puede requerir algún tipo de acción mayor. Este punto está dentro de la zona denominada “**ÓPTIMA DE REHABILITACIÓN**”, en la que inversiones relativamente pequeñas producen grandes beneficios. La estructura del pavimento y su calidad de rodaje no se han deteriorado severamente, el pavimento aún conserva buena parte de su resistencia original, y una adecuada acción de rehabilitación mejorará considerablemente su condición y estructura.

PUNTO C: La condición del pavimento ha caído en un estado crítico, tanto desde el punto de vista estructural como funcional. En este punto se requieren costosos trabajos de mantenimiento mayor, rehabilitación y reconstrucción.

2.3.7 CURVA DE DETERIORO DE UN PAVIMENTO. RELACIÓN DETERIORO – VIDA CONSUMIDA – COSTO DE REHABILITACIÓN.

La fase comprendida entre la puesta en servicio de un pavimento nuevo y el punto “B” represente aproximadamente una reducción del 40% de su calidad (de excelente a regular), consumiendo un 75% de la vida del pavimento en términos de repeticiones de carga (periodo de diseño). Desde este punto, en un 15% del tiempo (referido al periodo de diseño), se produce una reducción adicional del 40% en calidad (de regular a mala), debido al rápido incremento de la tasa de deterioro, lo que se produce por la acción del tráfico sobre una estructura menos resistente y envejecida. La figura 2 ilustra este concepto [1]

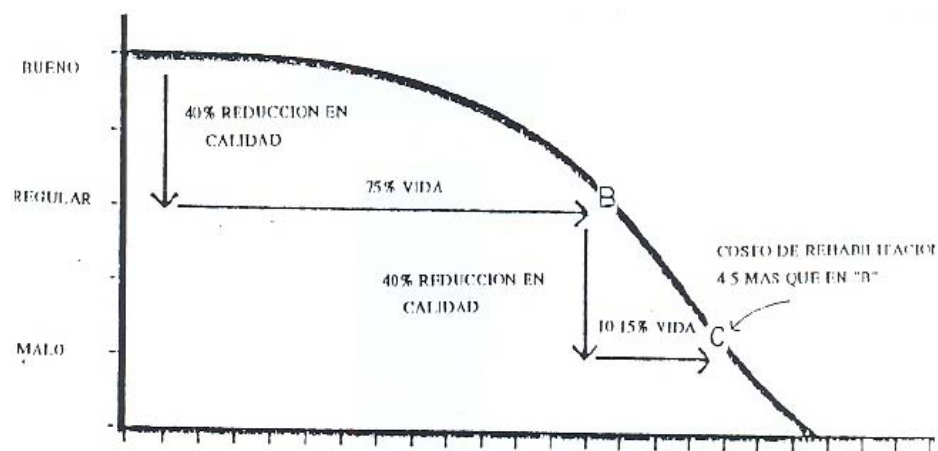


Fig. 2. Curva de deterioro de un pavimento. Relación deterioro – vida consumida – costo de rehabilitación¹

Como se puede observar la definición de estos puntos es de relevante importancia dentro de la configuración de una política efectiva de Mantenimiento y rehabilitación de pavimentos. El resultado de diferentes estudios para ubicar los puntos A, B, C en la curva de deterioro se puede resumir de la siguiente forma:

PUNTO	PCI	CARACTERISTICAS.
A	70±4	El pavimento empieza a necesitar mantenimiento menor.
B	55±7	Se inicia incremento en la rata de deterioro. Zona optima de rehabilitación.
C	40±6	Inicio de zona de falla, se requieren acciones de mantenimiento mayor.

Punto Óptimo de Rehabilitación (B): La ubicación de este punto, dentro de la denominada zona optima de rehabilitación es función del tipo de vía y de la relación tráfico – estructura. La curva de deterioro mostrada en la figura 2 muestra un rápido incremento del deterioro entre los puntos B y C. La calidad del rodaje cae de un nivel aceptable (B) en un corto periodo de tiempo, comparado con la vida total del pavimento. Por otra parte es generalmente aceptado que la rehabilitación - a su condición de pavimento nuevo – costará de 3 a 5 veces más si se ejecuta cuando su condición cae por debajo de C, que si se hace entre B y C. Esto significa que un corto periodo de tiempo induce un significativo incremento de costo. El incremento en la rata de deterioro, se explica por el efecto del tráfico y los agentes atmosféricos sobre un pavimento envejecido y debilitado. La superficie desarrolla grietas que permiten la infiltración del agua, la cual reduce la

capacidad de soporte de la subrasante y bases granulares, disminuyendo la resistencia integral de la estructura, por lo que el tráfico induce deflexiones mayores que aceleran el daño, permitiendo más infiltración de agua, y así sucesivamente. Este proceso explica la importancia de ejecutar acciones de mantenimiento menor correctivo tan pronto como comiencen a aparecer las fallas.

Punto de Falla (c): La definición de este punto en estructuras que no fallan catastróficamente – como los pavimentos – no es fácil ya que tiene un importante componente subjetivo.

En la curva de deterioro es difícil determinar estos puntos debido a que todos los pavimentos no reaccionan igual ante los agentes o factores que pueden afectarlo. Existen diversos esquemas para calificar la calidad de un pavimento y consecuentemente definir distintos puntos o etapas en su curva de deterioro.

2.3.8 COSTO USUARIOS Y COSTO DE OPERACIONES DE LOS VEHÍCULOS.

Uno de los aspectos que debe considerarse, por estar íntimamente ligado al deterioro del pavimento, es el costo usuario y el costo de operaciones de los vehículos (COV) expresado en Bs/Km.

El COV está asociado con la calidad del rodaje de un pavimento. Mientras la calidad del rodaje es buena, la velocidad de operación es alta y el COV es reducido y cercano a un mínimo.

En la primera etapa de la vida de un pavimento no hay un significativo aumento del COV, su incremento se presenta cuando el pavimento comienza

a deteriorarse, llegando finalmente hasta un máximo. Las acciones de mantenimiento y rehabilitación reducen el COV al mejorar la condición de rodaje de la vía. Este concepto es esquemáticamente ilustrado en la figura 3.

Es importante indicar que el costo de operación total en una vía es función directa de su volumen de tráfico (PDT), por lo tanto el uso de este parámetro en el proceso de toma de decisión de acciones de mantenimiento y rehabilitación debe ser cuidadosamente evaluado. [1]

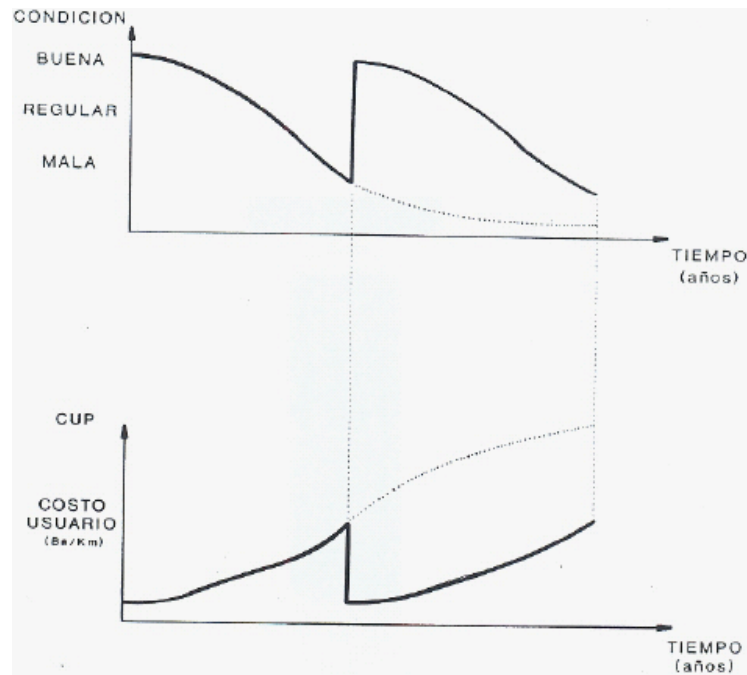


Figura 3: Relación esquemática entre condición de pavimento y costo de usuario¹.

2.4 MANTENIMIENTO VIAL.

2.4.1 CONCEPTO.

Es una importante y compleja actividad que requiere ser valorada y atendida con dedicación; consiste en trabajos de mantenimiento menor y mayor. El mantenimiento menor preventivo y correctivo, en drenajes, pavimentos, control de vegetación, señalamiento y otros afines y el mantenimiento mayor óptimo que es un proceso complejo que requiere la participación de especialistas, ya que es común que existan distintas alternativas para solucionar un determinado problema. La no atención del mantenimiento trae como consecuencia una red vial en deficientes condiciones y enormes costos de rehabilitación, por lo que se ha determinado que el mantenimiento es la actividad más productiva en términos de retorno de inversión. [1]

2.4.2 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO VIAL:

El mantenimiento tiene relevantes ventajas entre los que destacan:

- ✓ Ayuda a mantener las vías operativas, seguras y confiables.
- ✓ Reduce los peligros para los usuarios.
- ✓ Reduce el costo de operación de vehículos, lo que incide en costos de transporte público y de carga.
- ✓ Disminuye los tiempos de viaje y traslado de personas y mercancía.
- ✓ Prolonga la vida de los pavimentos.

Sin embargo el mantenimiento tiene las siguientes desventajas:

- ✓ Requiere dedicación y constancia.
- ✓ Mantener es más difícil que construir.
- ✓ Los pavimentos se comportan relativamente bien sin mantenimiento durante buena parte de su vida útil.

Por otra parte las labores de mantenimiento vial son amplias ya que deben abarcar distintos elementos de la vía, como por ejemplo:

- ✓ La calzada, que abarca pavimento y demarcación.
- ✓ Drenaje: Superficial y transversal.
- ✓ Estructuras: Puentes y otras estructuras de drenaje y contención.
- ✓ Taludes: Control de erosión, estabilidad.
- ✓ Laterales, control de vegetación y limpieza.
- ✓ Señalamiento, de distintos tipos que incluye estructuras además de las propias señales.
- ✓ Defensas: Tanto en estructuras como en taludes.
- ✓ Obras especiales, como túneles, iluminación, semáforos, brocales, aceras, módulos de servicio y vigilancia.

2.4.3 BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO VIAL:

Dentro de los principales beneficios del mantenimiento de un pavimento tenemos:

- ✓ Mejora funcional e incremento del confort de los usuarios.
- ✓ Corrección de problemas estructurales.
- ✓ Mejora de fricción y seguridad a los usuarios.
- ✓ Control de la rata de deterioro.
- ✓ Disminución de peligros.
- ✓ Protección de la inversión.

2.4.4. CLASIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO VIÁL:

Las actividades de mantenimiento de pavimentos se agrupan generalmente en dos categorías, preventivas y correctivas. El mantenimiento preventivo incluye aquellas actividades realizadas para proteger el pavimento y reducir su tasa de deterioro. El mantenimiento correctivo consiste en aquellas actividades ejecutadas para corregir fallas específicas del pavimento o áreas deterioradas. Se puede clasificar así:

Tipo de mantenimiento	Características de las acciones.	
	Alcance	Objetivo.
Menor	Localizado (Puntual)	Preventivo. Correctivo.
Mayor	Todo el área	Efectivo Correctivo

El **Mantenimiento Menor** incluye acciones que se aplican a pequeñas áreas del pavimento para corregir fallas localizadas, mejorar su condición y/o controlar la tasa de deterioro. El mantenimiento rutinario debe ejecutarse continuamente, e iniciarse tan pronto como el pavimento muestre los primeros síntomas de falla. Dentro del mantenimiento rutinario se incluyen aquellas acciones menores tanto programadas como de emergencia.

El **Mantenimiento Mayor** incluye actividades que se aplican a todo el área de un tramo, éstas pueden estar precedidas por acciones preparatorias de mantenimiento menor. [1]

2.4.5 FALLAS COMUNES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.

- Agrietamiento por carga (fatiga).

- Deformación por carga (ahuellamiento).
- Agrietamiento por contracción (termo - fractura).
- Deformaciones y grietas no producidas por cargas.
- Desintegración.
- Ocasionados por factores no intrínsecos de la estructura.

2.4.6 ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN.

Las acciones de mantenimiento y rehabilitación se clasifican en mantenimiento menor y mantenimiento mayor. Además se han considerado un grupo de acciones denominadas acciones complementarias, las cuales se requieren principalmente para corregir problemas en vías urbanas. [1]

El mantenimiento menor se clasifica en preventivo y correctivo, el mantenimiento menor preventivo consiste en acciones que se ejecutan para proteger el pavimento y corregir fallas incipientes en su estado inicial de evolución. El mantenimiento menor correctivo son acciones ejecutadas para corregir o reparar fallas que afectan el nivel de servicio del pavimento, o presentan peligro para los usuarios. Si la condición del pavimento alcanza un alto grado de deterioro, las acciones de mantenimiento menor se hacen costosas y poco efectivas, difícilmente pueden mejorar la condición integral de la vía, y solo se logra mantenerla en una condición deficiente a un altísimo costo. Estos dos aspectos, tanto el nivel de calidad como el costo del mantenimiento menor son indicadores de falla y que el pavimento requiere acciones de mantenimiento mayor.

En general, las acciones de mantenimiento menor son aquellas que se aplican a pequeñas áreas del pavimento para corregir fallas localizadas, mejorar o corregir un problema específico y/o prevenir el crecimiento de fallas

puntuales, disminuyendo de esta forma la rata de deterioro del pavimento. Dentro de estas acciones se incluyen:

Sellado de grietas:

Es una actividad que consiste básicamente en la limpieza de las grietas – suficientemente anchas – y selladas con productos asfálticos, lechadas o mezclas asfálticas, a fin de prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento.

Esta acción es conveniente y efectiva para grietas aisladas, especialmente de tipo longitudinal, transversal, de borde, de reflexión y en algunos casos de contracción o bloque. Su aplicación es por lo general poco efectiva, además de costosa, en el caso de grietas generalizadas, piel de cocodrilo y de deslizamiento.

Su objetivo principal es evitar la entrada de agua a la subrasante y bases granulares, con la consecuente pérdida de soporte. Por sí sola esta acción tiene poco o ningún beneficio estructural, sin embargo, es aceptado que reduce la rata de deterioro del pavimento siendo recomendable su ejecución antes del comienzo de la época de lluvias.

En otros casos puede ser recomendable antes de la ejecución de una acción de mantenimiento mayor a fin de evitar o retardar la reflexión de grietas.

El proceso de ejecución requiere limpieza de la grieta con herramientas menores y/o aire comprimido o equipos especiales, y su posterior sellado –de acuerdo con su ancho – con materiales asfálticos líquidos, lechada asfáltica o mezclas asfálticas en frío o en caliente.

Especificación:

Sellado de grietas a mano con materiales asfálticos: Especificación Especial C-12-21-002-SN.

Unidad de Medición y Pago: Metro lineal (ml). El precio unitario debe incluir todos los materiales, equipos, personal y transportes requeridos.

Nota: Procedimientos similares pueden utilizarse para el mantenimiento y sellado de juntas en pavimentos de concreto Pórtland.

En la figura 2.4.6.1 se puede observar el sellado de grietas.

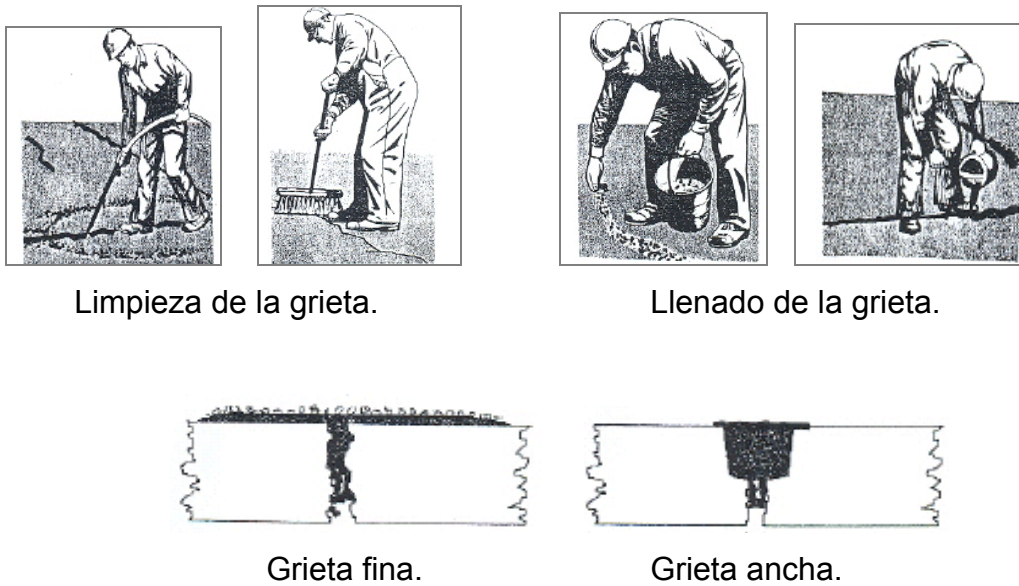


Figura 2.4.6.1. Sellado de grietas.

Bacheo:

Las acciones de bacheo son las más comunes en la reparación de fallas localizadas en pavimentos. El bacheo es generalmente entendido como la remoción y reposición de un área localizada severamente dañada, o el relleno de huecos producidos por disgregación. Así mismo, se realiza para corregir fallas estructurales manifestadas por la aparición de grietas del tipo piel de cocodrilo de severidad media y alta, ahuellamiento profundo, grietas de deslizamiento y fallas puntuales como huecos, quiebres, hundimientos, etc.

Las acciones de bacheo se pueden clasificar como: provisional y permanente, entendiéndose por bache provisional aquel que se realiza, generalmente, por emergencia, debido a la aparición súbita de una falla que no pueda ser reparada en forma permanente debido a: condiciones climáticas, falta de materiales y/o equipos, etc. Se acepta que su duración es corta y que en poco tiempo debe ejecutarse una reparación permanente.

El bacheo permanente se ejecuta como mantenimiento menor preventivo o correctivo, o como una actividad preparatoria, previa a una acción de mantenimiento mayor. El bacheo permanente debe llevar la condición del área tratada a la condición de resistencia original del pavimento.

Una reparación por bacheo tendrá distinta duración dependiendo del tipo de falla, causa y tipo de reparación.

El bacheo provisional puede durar de días a semanas, mientras que el permanente meses a años. En este aspecto debe señalarse que el bacheo debe ejecutarse siguiendo procedimientos que aseguren su calidad y

durabilidad. El bacheo provisional debe reducirse a un mínimo posible, ya que debido a la corta duración su costo final es elevado.

Debe tenerse en cuenta que el costo de los materiales en bacheo es solo una pequeña parte del costo total, generalmente inferior al 30%. El componente mayor de costo está representado por equipos y transporte de materiales, mano de obra y controles de tráfico. De aquí que la ejecución de un bacheo permanente de calidad es altamente beneficioso debido a la reducción de costos y mayor rendimiento -en el tiempo- de las labores, ya que se podrán reparar nuevas área en lugar de efectuar una segunda o tercera reparación en fallas defectuosamente corregidas.

Es recomendable que las acciones de bacheo se realicen bajo condiciones atmosféricas favorables, especialmente en época seca.

Las acciones de bacheo se pueden dividir en:

- Bacheo de emergencia
- Bacheo de superficie
- Bacheo de carpeta
- Bacheo profundo

Bacheo de emergencia: Consiste generalmente en el relleno de huecos con mezclas asfálticas en frío o en caliente y eventualmente concreto Portland, materiales granulares, etc. Se ejecutan con poca o ninguna preparación del área afectada, aún cuando el secado y la limpieza, de ser necesarios, son recomendables. El relleno debe tratar de compactarse en la mejor forma posible, bien empleando equipos de compactación, piones de

mano o los neumáticos de un vehículo cargado, la duración del bache depende en gran parte del nivel de compactación alcanzado.

Bacheo de superficie: Esta acción no requiere remoción del pavimento. Consiste en sellar mediante la aplicación de un riego de adherencia y mezcla asfáltica (en frío o en caliente) áreas localizadas que presenten agrietamientos, deformaciones, hundimientos y/o disgregación. El procedimiento consiste en limpiar la superficie, aplicar el riego asfáltico, extender y compactar la mezcla de espesores por lo general entre 2 y 4 cm.

Bacheo de carpeta: El bacheo de carpeta considera la remoción parcial o total de la capa asfáltica en la zona afectada; limpieza y conformación (de ser necesaria) de la superficie de apoyo; aplicación de un riego de adherencia, el cual puede suprimirse en algunos casos a juicio del Ingeniero; y relleno y compactación de la mezcla asfáltica de reposición.

El área y profundidad de remoción debe ser indicada por el Ingeniero. La remoción debe efectuarse empleando martillos de aire comprimido (con pala plana) o sierra de disco, produciendo el menor daño al pavimento adyacente, brocales, aceras, cunetas, bocas de visita, sumideros, servicios públicos, etc.

Las áreas a bachear deben ser cuadradas o rectangulares y las paredes de los bordes de remoción deben ser verticales. Es importante una adecuada compactación de la mezcla asfáltica empleada en el relleno del bache, así mismo, ésta debe cumplir con las especificaciones de calidad exigidas en las normas de construcción aplicables al tipo de mezcla utilizado. Si una mezcla en caliente no es adecuadamente compactada, la duración del bache se reduce considerablemente, llegando a ser inferior a las mezclas en

frío. No debe compactarse capas de más de 10 cm. de espesor. El espesor sin compactar de la última capa debe sobrepasar el pavimento adyacente en un 25% de su espesor compactado, esto asegurará una adecuada densidad una vez que se compacte y que el área corregida quede ligeramente por encima de la superficie adyacente.

Es importante que la transición en los bordes del bache quede bien nivelada a fin de evitar molestias al tráfico. Con el uso de pisones de mano generalmente no se logra el resultado deseado, es altamente recomendable el uso de equipos de compactación aptos de acuerdo con el trabajo.

Bacheo profundo: El bacheo profundo se refiere a la remoción y reposición de la capa asfáltica y de bases o subrasante. Con respecto a la capa asfáltica debe procederse como se indicó en el punto anterior. La remoción de bases, subbases o material de subrasante se hará cuando no se encuentre una superficie de apoyo sólida, los casos más comunes son: exceso de humedad, falta de compactación, contaminación y/o materiales de pobre calidad. En estos casos debe removerse y reemplazarse el material inadecuado. Es importante que el Ingeniero supervise y autorice estos trabajos ya que en algunos casos los problemas pueden requerir soluciones diferentes a la sola remoción y reposición.

Para la reposición del material es recomendable que se use uno de alta calidad como: piedra picada o integrales de cantera que ofrezcan calidad, uniformidad y fácil control. El uso de granzones y gravas es generalmente aceptable para vías de menor importancia, cuando éstos tengan una calidad adecuada y ofrezcan importantes ventajas económicas. Otro material alternativo es el proveniente del fresado de pavimentos. En el caso

de baches pequeños y espesores menores de reposición de bases, pudiera ser más conveniente el uso de mezcla asfáltica en todo el espesor.

Es importante que la superficie de apoyo sea adecuadamente conformada y compactada, el material de reposición debe compactarse como mínimo al 95% de su densidad máxima seca (DMS), en capas no mayores de 15 cm. La aplicación de un riego de imprimación asfáltica antes de la colocación de la capa asfáltica queda a criterio del Ingeniero. En algunos casos, debido a la dificultad constructiva de ejecutar riegos de adherencia e imprimación en bacheos, éstos pudieran suprimirse sin que se produzcan problemas en el comportamiento del bache.

La Tabla 1, muestra algunas características de estas acciones de bacheo las cuales se complementan a continuación.

TIPO DE BACHEO	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
<p>Provisional</p> <p>De emergencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenado de huecos con mezcla en frío o caliente. ✓ Compactación a mano o con vehículo no controlable. Requiere limpieza y preparación del hueco. ✓ Corta duración.
<p>Permanente</p> <p>Bacheo de superficie</p> <p>Bacheo de carpeta</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sellado y nivelación de áreas localizadas con mezcla fina. ✓ Requiere riego de adherencia ✓ Compactación adecuada no controlable ✓ Remoción de capa deteriorada y preparación de área a tratar; reposición con mezcla de calidad, requiere

Bacheo profundo	compactación adecuada. ✓ Operación controlable mediante especificación técnica. ✓ Remoción de capa asfáltica y base granular inestable. ✓ Reposición de base con material granular de calidad ✓ Capa asfáltica similar a Bacheo de carpeta
-----------------	--

Tabla 1. Clasificación y aspectos generales del Bacheo¹.

Especificaciones:

Bacheo de emergencia: no existen. Se debe controlar -en lo posible- la calidad de mezcla, limpieza del hueco y compactación.

Bacheo superficial: Especificación Especial C-12-25-SN complementada con COVENIN C-12-25.

- ✓ Bacheo de carpeta: C-12-25
- ✓ Remoción de pavimento: C-03-05
- ✓ Riego de adherencia: C-12-02
- ✓ Riego de imprimación: C-12-01

Bacheo de carpeta: COVENIN C-11-25. Para las capas asfálticas.

Bacheo Profundo: COVENIN C-11-25. Para las capas asfálticas.

Unidades de Medición y Pago:

Bacheo de emergencia: Tonelada de mezcla (ton.)

Parche superficial: Metro cuadrado (m2).

Bacheo de carpeta: Tonelada (ton.)

Bacheo profundo: Para bases y subrasante: Metro cúbico (m3). Para las capas asfálticas: Tonelada (ton.)

Nota: Es recomendable que los precios unitarios de cada acción incluyan todos los materiales, transportes, mano de obra y equipos tanto para la remoción y bote de los materiales como para su colocación. Debe incluirse además la conformación de las bases y/o subrasante y los riegos de adherencia e imprimación cuando sean requeridos.

En las figuras 2.4.6.2 se puede observar el proceso de Preparación, colocación, extendido y compactación; además de los pasos clásicos de bacheo

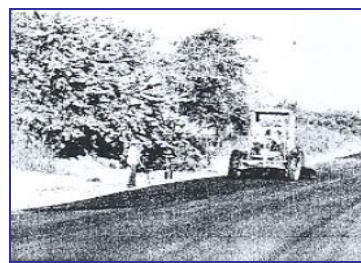
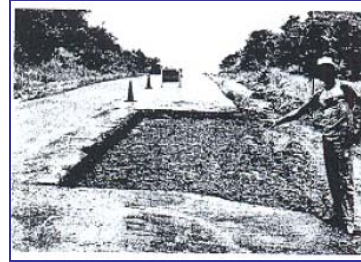
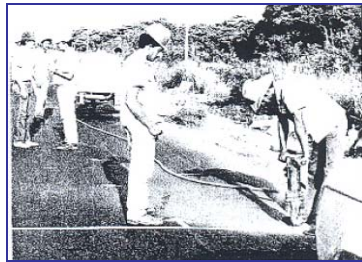


Figura 2.4.6.2.1. Preparación, colocación, extendido y compactación.

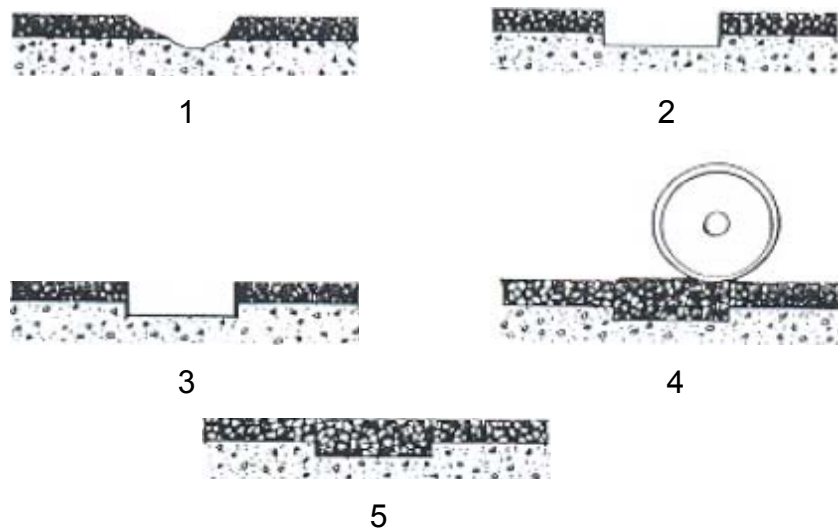


Figura 2.4.6.2.2. Pasos clásicos de bacheo.

Tratamiento Superficial (Sello) Localizado.

Esta acción consiste en la aplicación de un sello asfáltico o tratamiento superficial en sitios localizados menores de 300 m² de área. La acción consiste en: (1) un riego con material asfáltico cubierto con agregados, ó (2) lechada asfáltica (slurry seal). Su ejecución es conveniente sobre pavimentos envejecidos y oxidados, que presenten grietas finas y/o pérdida de agregado por disgregación menor. Así mismo, pueden ser utilizados para corregir problemas de textura y mejorar la resistencia al deslizamiento en puntos críticos como: curvas, intersecciones, pendientes, etc. Generalmente no son recomendables para vías de alto volumen y tráfico pesado, así como en pavimentos que presenten fallas estructurales severas.

La ejecución de esta acción requiere –en algunos casos – acciones previas sobre la superficie a tratar, estas pueden incluir: bacheo, sellado de grietas anchas, nivelación localizada en áreas deformadas, además de barrido y limpieza de la superficie.

Las acciones más comunes son:

- ✓ Capa de sello con piedra o grava picada.
- ✓ Capa de sello con arena.
- ✓ Lechada asfáltica.

Uno de los aspectos más importantes a cuidar en la ejecución de sellos es el extendido uniforme del material asfáltico en la cantidad requerida. Este puede ser cemento asfáltico, asfalto líquido o emulsión, según el caso. Los agregados deben ser limpios y duros, cumplir con los requisitos granulométricos y de forma cúbica, evitando partículas alargadas. En el caso de sellos es necesario –una vez extendido el agregado – “pisarlo” empleando compactadora de neumáticos, a fin de mejorar su adherencia con el asfalto.

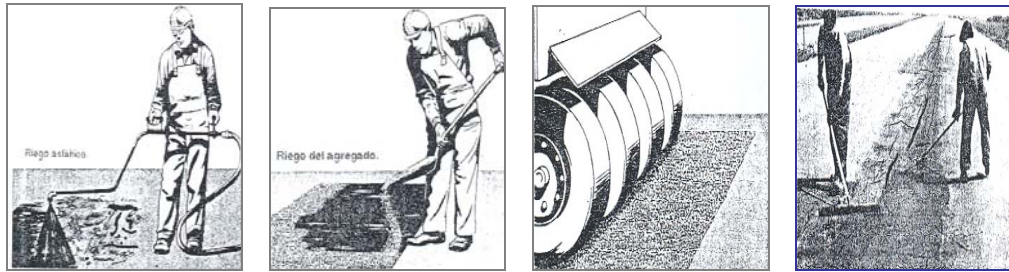
La lechada asfáltica es una mezcla homogénea de emulsión asfáltica, agua y agregados finos bien gradados, mezclados y extendidos por un equipo especialmente diseñado. El producto final tiene una apariencia cremosa y fluida, cuando es proporcionado y mezclado en forma correcta.

Especificaciones:

Capas de sello: COVENIN C-12-20. Lechada asfáltica: Especificación Especial C12-

Unidad de Medición y Pago: Metro cuadrado (m²). Es recomendable que el precio unitario incluya los costos de todos los materiales, equipos, mano de obra, transportes etc.

En las figuras 2.4.6.3, se puede observar el tratamiento superficial o sello.



Riego
Asfáltico

Riego del
Agregado

Compactación

Lechada
Asfáltica

Figuras 2.4.6.3. Tratamiento Superficial Localizado.

Nivelación Localizada con Mezcla Asfáltica

Esta acción es básicamente igual en su ejecución al BACHEO SUPERFICIAL. Es adecuada para corregir fallas de poca gravedad como: hundimientos, ahuellamientos, zanjas, etc.

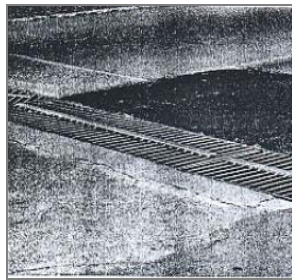
Su ejecución requiere barrido y riego asfáltico de la superficie a tratar. Luego la mezcla es extendida a mano o con la ayuda de equipos de construcción (minicargadores, motoniveladoras, etc., según el caso). Finalmente la mezcla es compactada, empleando equipos de rodillo liso, hasta obtener una densificación adecuada.

Esta acción puede cuantificarse y medirse en forma similar al Bacheo de Superficie (acciones de bacheo). En el caso de ejecutarse con equipo extendedor de asfalto (finisher), la Norma COVENIN C-12-31 – referente a Capas Asfálticas de Espesor Variable – es aplicable.

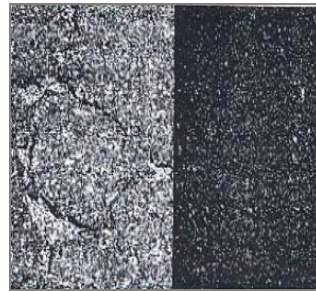
Especificaciones: Especificación Especial C-12-25-SN1. En forma complementaria, C-12-25. Para las mezclas C-12-10 y C-12-18.

Unidad de Medición y Pago: Metro Cuadrado (m²). El precio unitario debe incluir todos los costos de los materiales, transportes, equipos y mano de obra.

En la figura 2.4.6.4, se puede observar se la nivelación localizada.



Área reparada.



Área sellada

Figura 2.4.6.4. Nivelación Localizada.

Parche Superficial (Bacheo).

Fresado y/o Texturización Localizada

El fresado en frío es un proceso por el cual un equipo provisto de un cilindro rotatorio, con dientes de especial dureza, remueve pavimentos de concreto asfáltico (o concreto Portland), hasta una profundidad especificada. Estos equipos cuentan con sistemas de nivelación automática y son capaces de operar con buena precisión.

Esta acción específica se refiere, en el caso de fresado, a la remoción de 1 a 3 cm. de pavimento con la finalidad de alisar áreas deformadas con elevaciones y corrugaciones, ahuellamientos menores, superficies agrietadas y disgregadas.

El equipo remueve el material sin dañar las capas inferiores, deja una superficie rugosa y nivelada que facilita la colocación de nuevas capas de espesor uniforme, además de mejorar la adherencia. Otras ventajas del uso de este equipo son:

- ✓ Elimina el uso de capas de nivelación y reduce las elevaciones de rasante que afectan drenajes, aceras, reducción de altura libre en puentes, sobrecargas en estructuras, etc.

- ✓ Se puede utilizar para tratar áreas de cualquier tamaño.

- ✓ El material removido es reutilizable, bien para ser reciclado en mezclas o como base en nuevos pavimentos o baches.

- ✓ Los trabajos de remoción producen menos molestias al tráfico, ya que el equipo fresador carga el material removido en forma simultánea. Adicionalmente la superficie tratada puede ser usada en forma temporal.

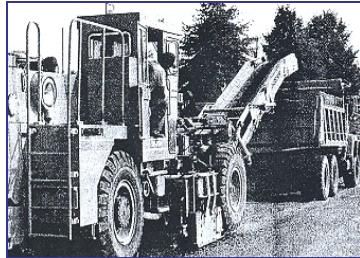
Por su parte la texturización se refiere al fresado o remoción de un espesor entre 3 a 10 mm., con la finalidad de mejorar la fricción del pavimento. Para el texturizado o fresado fino debe usarse una alineación especial de dientes en el cilindro.

El fresado puede ejecutarse como acción preparatoria de acciones de mantenimiento mayor.

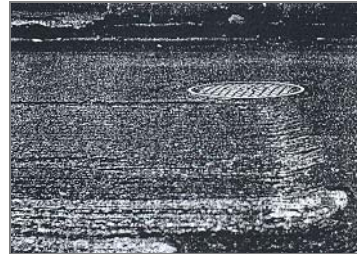
Especificaciones: Especificación Especial C-03-05-02.

Unidad de Medición y Pago: Metro cuadrado (m²) especificando la profundidad promedio del fresado. El precio unitario debe incluir carga y bote del material removido, en forma total o hasta una distancia o sitio especificado.

En la figura 2.4.6.5 se puede observar el frezado localizado.



Operación de frezado



Área removida

Figura 2.4.6.5. Frezado Localizado.

Las acciones de mantenimiento mayor son aplicadas a un tramo de vía, o al menos a una sección importante de la misma. Son actividades programadas y ejecutadas para el mejoramiento sustancial del pavimento, tanto estructural como funcional, aumentando su vida útil en un periodo considerable de tiempo. Generalmente, están dirigidas a mejorar la calidad de rodaje del pavimento, su fricción y/o su capacidad estructural.

Este tipo de mantenimiento se ha clasificado en: efectivo y correctivo, este último se aplica cuando el nivel de servicio de una vía está por debajo del mínimo aceptable desde el punto de vista funcional, o presenta importante debilitamiento estructural. En estos casos, se requieren acciones de mantenimiento mayor para corregir integralmente el problema. Este tipo de acciones se aplican al pavimento clasificado como "malo".

Por su parte el mantenimiento mayor efectivo, se aplica antes que la condición del pavimento alcance un estado crítico, condición regular-baja, dentro de la zona "óptima" de rehabilitación.

En esta condición, el pavimento –generalmente- aún conserva buena parte de su estructura original y acciones de mantenimiento mayor son altamente recomendables desde el punto de vista económico por las siguientes razones:

- ✓ Se requiere poca acción preparatoria, bacheo, etc.
- ✓ Un pequeño aporte estructural alarga considerablemente la vida del pavimento.
- ✓ Rara vez se requieren capas de nivelación (especialmente inconveniente en vías urbanas).
- ✓ Los espesores de refuerzo -de requerirse- son reducidos.
- ✓ Los costos de la rehabilitación son considerablemente menores.

En base a estudios de costos en el ciclo de vida de un pavimento, es invariablemente más económico y ventajoso el aplicar acciones de mantenimiento mayor antes de que la estructura alcance el punto de falla, o sea cuando su condición se encuentre en la "zona óptima de rehabilitación".

El proceso de definición de acciones de mantenimiento mayor es complejo debido a que no existen procedimientos claramente definidos y deben considerarse una importante cantidad de aspectos, con la finalidad de definir una solución "óptima". Es importante que se haga un completo análisis del proyecto, el cual debe complementarse con buen criterio técnico. No hay soluciones "correctas" o "erradas" en rehabilitación, sino "óptimas" o "preferidas". Estas deben ser económicas y técnicamente efectivas, convenientes y ejecutables. Es fundamental que la estrategia aplicada ataque la causa del problema, no sólo que corrija las fallas que presente el pavimento.

Generalmente, la selección de una solución "preferida u óptima" es un complejo problema de ingeniería. Sin embargo, el análisis requerido puede simplificarse si se emplea un procedimiento lógico paso-a-paso.

De acuerdo a la nueva guía AASHTO-2002 para el Diseño de Pavimentos, los pasos fundamentales del proceso son:

1. Definición del problema
 - ✓ Recolectar información
 - ✓ Evaluar información
 - ✓ Definir causas de falla
 - ✓ Identificar limitaciones

2. Analizar soluciones
 - ✓ Seleccionar posibles soluciones
 - ✓ Definir soluciones factibles
 - ✓ Elaborar diseño preliminar

3. Selección de solución "preferida u óptima"
 - ✓ Análisis de costos
 - ✓ Consideraciones no monetarias
 - ✓ Selección de alternativas
 - ✓ Diseño final

Este procedimiento ayudará al ingeniero a economizar tiempo y dinero en la selección de una acción de rehabilitación que sea adecuada para las necesidades del pavimento, que satisfaga las restricciones del proyecto y que refleje las prioridades de la agencia, en función de uso de recursos y necesidades de mantenimiento. Si el procedimiento es bien documentado y

analizado con buen criterio de ingeniería, la selección de una determinada alternativa será más fácil de justificar ante los diversos niveles administrativos y el público usuario. Otro aspecto interesante e igualmente beneficioso es que se ofrece la posibilidad de emplear criterios distintos y evaluar otras alternativas, diferentes a las normalmente establecidas que tienden a perdurar en las instituciones.

Dentro de las acciones de mantenimiento mayor se han considerado las siguientes:

Tratamientos Superficiales (Capas de Sello)

La construcción de capas de sello se encuentra claramente documentada en las normas COVENIN C-12-20. Para la lechada asfáltica (Slurry Seal) se ha preparado una especificación especial, C-12-21. Los aspectos constructivos generales son similares a los descritos para Sello asfáltico localizado (mantenimiento menor).

Los sellos o tratamientos superficiales constituyen una excelente alternativa de rehabilitación, especialmente recomendable para vías de bajo y medio volumen de tráfico y cargas. Son adecuados y económicos para proteger superficies viejas y oxidadas, sellar grietas y corregir fallas menores.

Los sellos asfálticos –por sí solos – no aportan un significativo incremento estructural al pavimento. Sin embargo, al sellar grietas, es decir, impermeabilizar la superficie, se reduce la rata de deterioro y produce un incremento en la vida de éste. En todo caso debe entenderse que éstos no son solución a problemas estructurales, siendo poco efectivos en vías de alto volumen de tráfico con problemas estructurales y síntomas de fatiga. Para el buen comportamiento de un sello es importante que se realice una

preparación adecuada de la superficie. Esta debe incluir reparaciones localizadas, bacheo, nivelación y/o fresado, sello de grietas anchas, reparación de zanjas, barrido, etc.

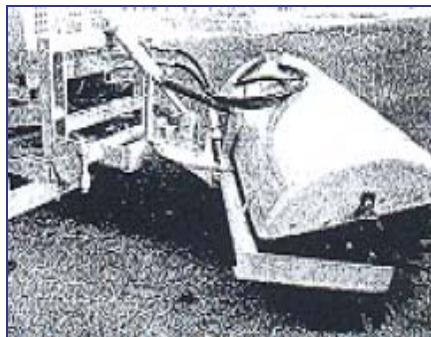
La duración de un sello asfáltico es variable y depende de la condición del pavimento original, calidad del sello y características del tráfico. Por lo general, puede esperarse una duración entre 4 y 8 años.

Especificaciones: Sellos COVENIN C12-20.

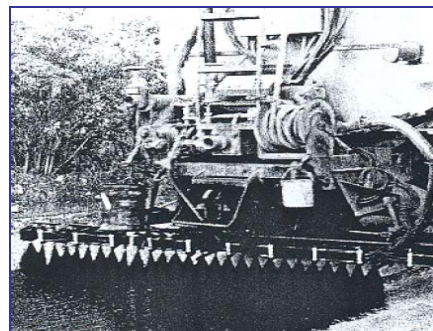
Lechada asfáltica: Especificación Especial C-12-21.

Unidad de Medición y Pago: Metro cuadrado (m²). El precio unitario debe incluir todos los materiales, transportes, equipos y mano de obra.

En la figura 2.4.6.6. Se puede observar el barrido y aplicación del material asfáltico.



Barrido.



Aplicación del material asfáltico.

Figura 2.4.6.6. Tratamiento Superficial.

Capas Asfálticas

La construcción de capas asfálticas –en especial con mezclas en caliente de concreto asfáltico – constituye una de las principales actividades en el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos. El procedimiento clásico para proteger un pavimento deteriorado, eliminar o reducir su rugosidad, mejorar la resistencia al deslizamiento y reforzar la estructura de un pavimento flexible o rígido es mediante la repavimentación con concreto asfáltico (CA). Las capas asfálticas de alta calidad ofrecen solución para casi todo tipo de problema. Considerado las siguientes:

- ✓ Capa de nivelación
- ✓ Capa de fricción y/o sello
- ✓ Capas de refuerzo estructural

Algunas características relevantes de estas acciones de Mantenimiento y Rehabilitación se presentan a continuación:

Capa de Nivelación: Las capas de nivelación son requeridas en aquellas vías deformadas que permitan elevación de la rasante. Son capas de espesor variable colocadas con equipo extendedor (finisher) provisto de implementos y accesorios especiales (patín, ski deslizante, sensores electrónicos, etc.). Dependiendo del caso pueden ejecutarse previo a la colocación de otra capa, o cumplir simultáneamente funciones de nivelación y refuerzo estructural, o de nivelación y sello. Es práctica común el uso de capas delgadas (2 a 4 cm.) cuando se considera la necesidad de proteger una superficie envejecida, mejorar su calidad de rodaje y resistencia al deslizamiento. En muchos casos estas capas se comportan adecuadamente, en especial en vías menores. Sí un pavimento presenta fuertes deformaciones las capas delgadas pueden mejorar su condición de rodaje,

pero no corregirla totalmente. El espesor promedio de una capa de nivelación está en función de las deformaciones a corregir.

Las capas de nivelación, aún sin tener un espesor constante, pueden tener un aporte estructural importante, el cual debe considerarse en el diseño de la acción de Mantenimiento y Rehabilitación.

Uno de los objetivos buscados con la capas de nivelación, es permitir la colocación de una capa de refuerzo -de ser ésta necesaria – con espesor constante, lo que facilita su construcción y mejora su calidad. Esta condición también puede lograrse mediante la nivelación previa de la superficie mediante el fresado.

Capas de Fricción y/o Sello: Las capas de fricción tienen como objetivo principal mejorar la resistencia al deslizamiento del pavimento a fin de dar mayor seguridad a los usuarios. Estas capas deben ser de concreto asfáltico y regirse por la especificación especial C-12-10-04-SN2. Sus características especiales son: el uso de agregados de especial dureza y resistencia a la pulimentación y el cumplimiento de un requisito mínimo de textura.

Estas capas se colocan en pavimentos sanos y poco deformados, generalmente con espesores entre 2 y 4 cm. Su aporte estructural es moderado, sin embargo debe considerarse –según el caso – su efecto de sellado y nivelación de deformaciones leves que mejoran la calidad de rodaje del pavimento, además de cumplir con su objetivo principal, como es el mejorar la fricción.

Capas de Refuerzo Estructural: Un pavimento requiere la construcción de un refuerzo estructural, cuando las cargas soportadas exceden su resistencia inicial de diseño. En estos casos el pavimento ha fallado estructuralmente y requiere ser reforzado para soportar futuras cargas. La construcción de capas de concreto asfáltico (CA) es comúnmente empleada para reforzar la estructura de un pavimento y mejorar su condición funcional. La determinación del espesor de esta capa debe hacerse mediante un análisis que permita:

- ✓ Establecer la condición del pavimento existente y su mecanismo de falla.
- ✓ Determinar las características y condición de los materiales "in-situ".
- ✓ Definir el período de vida de la nueva estructura y las cargas esperadas.
- ✓ Determinar el espesor de refuerzo empleando un método o procedimiento técnicamente reconocido y apropiado.

Los espesores de refuerzo, más comúnmente usados varían entre 4 y 6 cm., pudiéndose requerir en algunos casos espesores mayores o iguales a 10 cm. Dentro de las consideraciones de diseño de una repavimentación deben evaluarse la reducción de altura libre en pasos inferiores, sobrecarga de estructuras, elevación de rasante y su efecto sobre drenajes, brocales, aceras, islas, defensas, intersecciones, etc. Estos problemas son más frecuentes en vías urbanas, pudiendo resolverse o minimizarse mediante la remoción por fresado.

La construcción de capas de refuerzo presentan algunas ventajas adicionales, como: mejorar la condición funcional del pavimento y su fricción, reducir los costos del mantenimiento menor. Adicionalmente su técnica

constructiva es ampliamente conocida y documentada, su ejecución es rápida y no requiere períodos de espera para su puesta en servicio, lo que reduce considerablemente las molestias al tráfico.

Especificaciones:

Riego de adherencia: COVENIN C-12-02.

Capa (de nivelación) de espesor variable: COVENIN C-12-31.

Capa de fricción: COVENIN C-12-10, complementada con especificación especial sobre agregados.

Capa de refuerzo: COVENIN C-12-10.

Unidad de Medición y Pago: Tonelada (ton.) -todas las capas.

Nota: En algunos casos puede ser conveniente, para facilitar el control y medición de obra, el incluir todos los suministros y transportes dentro del precio unitario de la partida.

En la figura 2.4.6.7. Se puede observar el proceso de capas asfálticas.

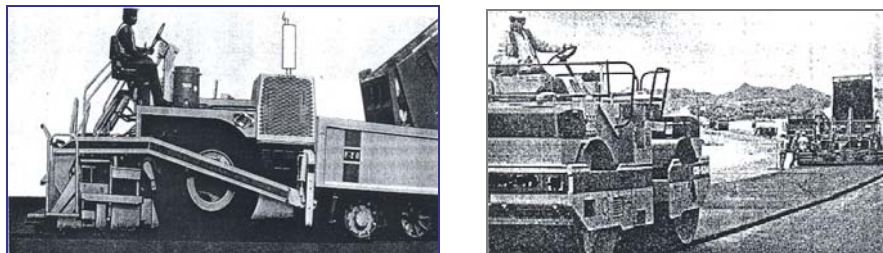


Figura 2.4.6.7. Capas Asfálticas.

Remoción por Fresado:

La remoción por fresado de pavimentos asfálticos ofrece una excelente alternativa para evitar algunos de los problemas que se generan

con la colocación de capas asfálticas, especialmente en vías urbanas. Su uso es conveniente para alisar superficies deformadas, remover elevaciones y corrugaciones, o reducir el ahuellamiento antes de la ejecución de otras acciones de Mantenimiento y Rehabilitación. Existen equipos capaces de remover mas de 10 cm. en una sola pasada. En algunos casos el procedimiento puede ser especialmente beneficioso, específicamente en vías multicanal pueden lograrse importantes economías cuando se encuentra un canal más deteriorado que los adyacentes. En este caso el fresado permite remover – con precisión – el canal fallado y aplicar un correctivo específico, no necesariamente requerido por toda la calzada. Otro caso común es cuando un canal de una vía, generalmente el externo en vías multicanal, requiere mayor refuerzo estructural que los adyacentes. En este caso al remover parte de la capa asfáltica en el canal fallado, y colocar el refuerzo que éste requiere, la nueva rasante no obliga un sobre-espesor en los canales adyacentes –menos deteriorados – lográndose significativa economía.

Lo referente al fresado y/o texturización localizada (Mantenimiento Menor) incluye algunos aspectos y ventajas de este procedimiento, entre las que se destacan el no producir daño a las bases y capas inferiores, reutilización del material removido y el causar poca molestia al tráfico.

Esta alternativa debe tenerse presente y considerarse en programas de Mantenimiento y Rehabilitación importantes, ya que en muchos casos, - mediante un sencillo análisis económico se puede determinar su bondad y la conveniencia de su aplicación. El problema principal de ésta acción se encuentra en el costo de los equipos y su poca disponibilidad a nivel nacional.

Especificaciones: Remoción por fresado: Especificación Especial C-03-05-02.

Unidad de Medición y Pago: Metro cuadrado-centímetro (m²-cm.) de espesor, o m³, según el caso.

Nota: El precio unitario debe incluir la carga del material y de ser conveniente su transporte hasta un sitio de almacenamiento o uso especificado.

Reciclado

Se entiende por reciclado la reutilización de materiales que conforman (capas) un pavimento existente, mediante procesos especiales, con la finalidad de mejorar sus propiedades y reincorporarlos en la estructura. El reciclado puede ejecutarse en frío o en caliente. En ambos casos puede hacerse en obra, o transportando el material a una planta donde es procesado, bien en caliente o en frío.

Reciclado en Caliente.

El reciclado en caliente, generalmente se aplica a las capas asfálticas removiendo –mediante fresado- la capa asfáltica a reciclar, posteriormente este material es procesado en planta con la adición de agregado virgen, asfalto y agentes rejuvenecedores, con la finalidad de producir una nueva mezcla en caliente. Para ello se requiere una planta con ciertas características especiales. En Venezuela, esta práctica fue usada en algunas vías en los años 80's, sin embargo no hay experiencias más recientes.

Reciclado en Frío.

El reciclado en frío es una tecnología que ha venido ganando terreno recientemente. Consiste en remover (disgregar) el espesor de mezcla asfáltica a tratar y reciclarla mediante la adición de Emulsión Asfáltica. Esta operación puede hacerse en planta, transportando el material removido, o sobre la vía con equipos especiales para tal fin; en este caso, el equipo esta dotado de dientes para escarificar (disgregar) la capa existente, y dosificadores para agregar agua y emulsión, mezclando en forma simultánea los materiales dejando como producto final, una mezcla reciclada en frío, la cual puede ser compactada seguidamente.

El principal uso del reciclaje en frío, es la recuperación y reutilización de mezclas asfálticas en vías de bajo y mediano tráfico. Por lo general la mezcla reciclada puede caracterizarse como una base asfáltica en frío, la cual debe ser protegida mediante un sello asfáltico, una lechada asfáltica o una capa de mezcla, cuyo espesor y tipo dependerá de las características del proyecto. En vías con capas asfálticas delgadas, el reciclado puede incluir – en la misma operación- parte de la capa base subyacente, e incorporarla en la mezcla final.

El reciclado en frío, es especialmente conveniente en pavimentos que presenten deformaciones, disgregación, oxidación, grietas de bloque, longitudinales y/ transversales, y problemas estructurales que no afecten las capas inferiores de la estructura. Ofrecen, por lo general buena relación beneficio-costos ya que eliminan transportes y botes de materiales contaminantes.

Especificaciones:

Mezcla asfáltica Reciclada en frío con Emulsión Asfáltica (MARE):
Especificación Especial C. 12.80.001.01

Unidad de Medición y Pago: Metro cúbico (m3).

Suministro y transporte de Emulsión asfáltica. C.12.80.003.01

Unidad de Medición y Pago: Tonelada (ton).

En la figura 2.4.6.8. Se puede observar el reciclado estructural con emulsión asfáltica

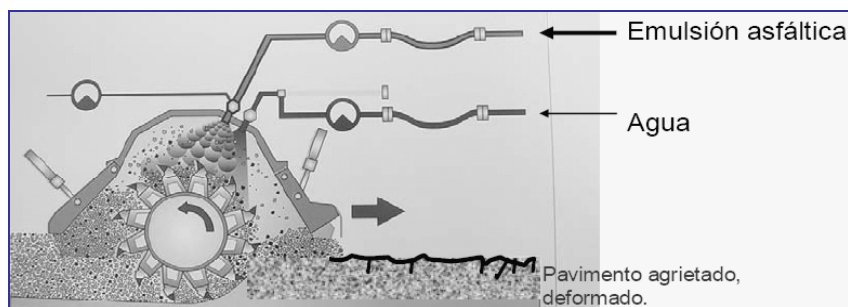


Figura 2.4.6.8. Reciclado Estructural con Emulsión Asfáltica

Acciones Complementarias:

Estas acciones agrupan aquellas actividades –generalmente localizadas – que se requieren para corregir aspectos que afectan la condición de rodaje, y que no dependen directamente del pavimento y su resistencia estructural.

En diversos proyectos de Mantenimiento y Rehabilitación es necesaria la ejecución de algunas obras complementarias, por lo general menores, a fin de corregir problemas específicos o adaptar distintos elementos de una vía a

su nueva condición rehabilitada. Estos trabajos son generalmente necesarios en vías urbanas, se refieren mayormente a:

- a. Nivelación de bocas de visita
- b. Nivelación de sumideros
- c. Suministro de rejillas y marcos metálicos
- d. Obras menores complementarias (demolición y construcción de aceras, brocales, cunetas, etc.).

Estas actividades o similares son eventualmente requeridas para lograr que las acciones de Mantenimiento y Rehabilitación cumplan totalmente con su cometido principal, como es el mejoramiento de la calidad de rodaje de la vía.

Es importante que estas acciones se prevean en las contrataciones respectivas, ya que desafortunadamente en muchos casos –especialmente en repavimentaciones – se construyen capas de refuerzo dejando bocas de visita y sumideros con desniveles que reducen la efectividad de la reparación ejecutada, molestan al tráfico y producen otros inconvenientes. En otros casos se tapan las tanquillas y bocas de visita, dificultando su ubicación cuando se requiere su acceso para reparaciones o mantenimiento.

a) Nivelación de Bocas de visita

Esta acción se refiere a la remoción y nivelación (a ras) con la nueva superficie, de tapas de bocas de visita (BV), tanto circulares como rectangulares. Por lo general éstas son piezas metálicas de hierro fundido colocadas sobre conos de concreto o tanquillas. Su remoción y nivelación es necesaria cuando se ejecutan acciones de repavimentación, especialmente refuerzos estructurales.

El trabajo de nivelación puede realizarse antes o después de repavimentar. La nivelación antes es mas "limpia" desde el punto de vista estético, pero requiere una mejor programación de los trabajos.

Especificación: Especificación Especial C-20-SN

Unidad de Medición y Pago: Unidad.

b) Nivelación de Sumideros:

La nivelación de sumideros se refiere a la remoción y reubicación (a ras) con el pavimento de sumideros de reja, ubicados en la calzada de una vía. La ejecución de la acción y su necesidad es similar a la nivelación de Bocas de Visita. La nivelación requiere la remoción y fijación del marco y rejas del sumidero. Es factible que algunas piezas, en especial los marcos, se inutilicen en la remoción, por lo tanto es conveniente que se prevea el suministro de elementos metálicos de reposición.

Especificación: Especificación Especial C-20-SN2.

Unidad de Medición y Pago: Metro cuadrado (m2)

c) Suministro de Rejillas y Marcos Metálicos:

En algunos proyectos de Mantenimiento y Rehabilitación, se hace necesario el suministro y/o la colocación de tapas de hierro fundido de tamaño estándar o dimensiones especiales, marcos y rejas metálicas para sumideros, tanquillas y bocas de visita.

La inclusión de estas actividades, generalmente necesarias en trabajos urbanos, dependerá de la obra en particular, ya que su ejecución no es siempre requerida.

Especificaciones:

Suministro de tapas de boca de visita de hierro fundido: COVENIN C-20-4

Suministro de marcos y rejas metálicas: COVENIN C-20-4.

Unidad de Medición y Pago:

Suministro de tapas y marcos de hierro fundido: Unidad

Suministro de rejas metálicas: Kilogramo (Kg.)

d) Obras Menores Complementarias:

En algunas vías se hace necesaria la ejecución de obras menores para corregir fallas, adaptar elementos o permitir una correcta ejecución de los trabajos de Mantenimiento y Rehabilitación propiamente dichos. Dentro de estos aspectos deben considerarse -entre otros- los siguientes:

- ✓ Remoción de pavimentos asfálticos, de concreto o mixtos.
- ✓ Remoción de obras de concreto, brocales, aceras, cunetas, etc.
- ✓ Construcción de brocales, aceras, cunetas, etc.
- ✓ Construcción de defensas y barandas.
- ✓ Demarcación

Estas actividades deben incluirse de acuerdo con las necesidades específicas de cada proyecto, prácticamente todas están contempladas en las Normas COVENIN.

Especificaciones:

Remoción (demolición) de pavimentos: COVENIN C-03-05

Remoción (demolición) de aceras, brocales y cunetas de concreto:
COVENIN C03-05.

Construcción de brocales de concreto: COVENIN C-20-01.

Revestimiento de cunetas de concreto: COVENIN C-20-02.

Construcción de aceras de concreto: COVENIN C-20-03.

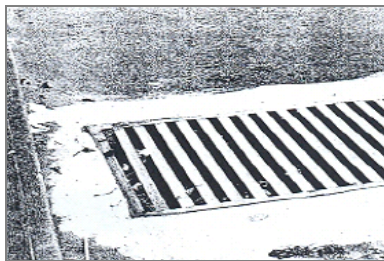
Construcción de defensas: COVENIN C-22-01

Demarcación: COVENIN C-22

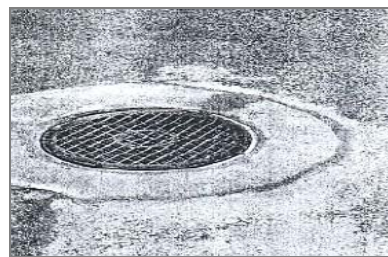
Unidad de Medición y Forma de Pago: Las especificaciones constructivas de cada actividad indican en forma clara la forma de medición y pago de cada acción.

Nota: Es por lo general conveniente que cada partida incluya el suministro y transporte de todos los materiales, equipos y mano de obra.

En la figura 2.4.6.8. Se pueden observar la nivelación de boca de visita y de sumidero.



Nivelación de boca de visita



Nivelación de sumidero.

Figura 2.4.6.8. Acciones Complementarias.

2.5 ESPECIFICACIONES/ NORMAS ESPECIALES APLICABLES A LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN.

SELLADO DE GRIETAS.	
Sellado de grieta a mano con material asfáltico y arena	Especificación C.12.21.002.SN
BACHEO.	
Bacheo Superficial	Especificación especial C.12.25.SN COVENIN, C 12.25
Demolición (remoción) de pavimentos	COVENIN, C.3.5
Bacheo con mezcla asfáltica en caliente.	COVENIN, C.12.25. Para la mezcla C.12.10, C.12.11, ó C.12.18 según el caso.
Bacheo de subbases y bases (granulares)	COVENIN, C.11.25
Riego de imprimación en baches	COVENIN, C.12.1
Riego de adherencia en baches	COVENIN, C.12.2
TRATAMIENTOS LOCALIZADOS.	
Sellos en áreas localizadas con agregados tipo A ó tipo B.	COVENIN, C.12.20
Nivelación localizada con mezcla asfáltica	Especificación especial C, 12.25.SN; COVENIN, C.12.25, C.12.10, C.12.18
Frezado/Texturizado en áreas localizadas	Especificación especial.
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.	
Capa de sello con agregado tipo A ó tipo B	COVENIN C.12.20
Sello tipo lechada asfáltica	Especificación especial C.12.21
CAPAS ASFÁTICAS.	
Riego de adherencia	COVENIN, C.12.02
Capas asfálticas de espesores variables	COVENIN, C.12.31
Pavimento de concreto asfáltico, con agregados especiales.	COVENIN, C.12.10, complementada con especificación especial sobre agregados.

Pavimento de concreto asfáltico	COVENIN, C.12.10
REMOCIÓN POR FRESADO.	
Remoción mediante máquina recuperadora de asfalto (fresado en frío).	Especificación especial C.03.05.02
ACCIONES COMPLEMENTARIAS.	
Nivelación de boca de visita de HF ó marcos y rejas metálicas.	Especificación especial C.320.SN1/SN2.
Suministro de tapas de boca de visita de HF.	COVENIN, C.20.4
Suministro de marcos y rejas metálicas	COVENIN, C.20.4
Demolición de aceras, brocales y cunetas de concreto.	COVENIN, C.03.5
Construcción de brocales de concreto.	COVENIN, C.20.1
Construcción de aceras de concreto.	COVENIN, C.20.3
Revestimiento de cunetas con concreto	COVENIN, C.20.2

2.6 METODO DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS (PCI).

2.6.1 CONCEPTO: El método de evaluación de pavimentos PCI, fue desarrollado por M. Y. Shahin y S. D. Khon y publicado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos en el Reporte Técnico M – 268 (1978). Se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. [2]

La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas: el procedimiento es enteramente manual.

La metodología ofrece buena repetibilidad y confiabilidad estadística de los resultados; Además, suministra información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y el área afectada.

2.6.2 OBJETIVO DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS (PCI):

El objetivo fue desarrollar un Índice de Condición de Pavimentos (PCI) para carreteras, calles y estacionamientos para proveer al ingeniero de:

- ✓ Un método Standard para la evaluación de la condición estructural y de la superficie (operacional) de una sección de pavimento.
- ✓ Un método para determinar necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición del pavimento.
- ✓ Un método para determinar comportamiento mediante determinación continua del PCI.

El método determina el Índice de Condición del pavimento (PCI) en base a información obtenida de una inspección visual. Este índice ayuda al ingeniero en procesos de evaluación, determinación de labores y prioridades de mantenimiento y reparación.

2.6.3 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN:

Para una determinación precisa del PCI debe realizarse una inspección cuidadosa del pavimento a fin de determinar los tipos de falla, su cantidad y severidad.

La figura 2.6.3 se muestra esquemáticamente los pasos necesarios para determinar el PCI. [2]

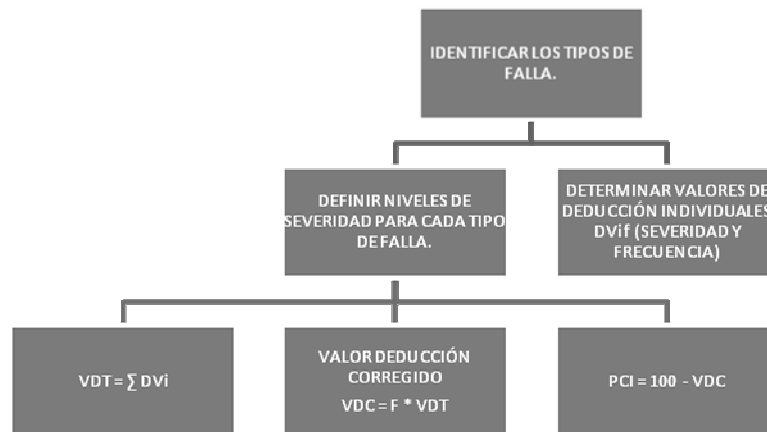


Figura 2.6.3. Determinación de PCI. Fuente MÉTODO DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS PCI (pavement condition index)¹.

Hay dos procedimientos para realizar la inspección del pavimento. En ambos debe dividirse la sección del pavimento en unidades de aproximadamente 230 ± 93 M² cada una. El primer procedimiento requiere evaluar todas las unidades; el segundo, una muestra escogida aleatoriamente. Cada unidad es cuidadosamente inspeccionada y los datos referentes a cada tipo de falla son anotados en la planilla de evaluación, mostrada en el anexo A-1 ó A-2.

Inspección por Muestreo:

La inspección de todas las unidades de una sección puede resultar costosa y requiere excesivo tiempo y recurso. El método contempla un plan de muestreo estadístico para determinar el PCI mediante la inspección de una muestra de la sección sin producir una pérdida significativa de precisión. [2]

Determinación del Número de Muestras:

El número mínimo de unidades (n) a ser evaluadas se determina mediante la siguiente ecuación: [2]

$$n = \frac{N \alpha^2}{\frac{e^2}{4} (N - 1) + \alpha^2}$$

Donde:

N = Número total de unidades.

e = Error permisible en determinación del PCI. (usualmente 5%).

α = Desviación Standard del valor PCI en las unidades de la sección (si se desconoce α , úsese inicialmente $\alpha = 10$).

Esta ecuación provee un 95% de confianza en que el valor del PCI estará dentro de +/- el valor real, cuando se emplea un número "n" de muestras. El valor mínimo de "n" es de 5 unidades. El valor "n" puede ser estimado también mediante el anexo B-1.

Una vez determinado el número de unidades a ser muestreadas, éstas deben escogerse empleando uno de los dos procedimientos sugeridos por el método, estos serían:

- ✓ Dividir el total de unidades, en 7 grupos iguales o similares. Luego se escogen aleatoriamente dos unidades de cada grupo para un total de 14. Igualmente pudieran formarse 14 grupos y escoger aleatoriamente una sección de cada grupo.

- ✓ El segundo procedimiento, denominado “Sistemático”, consiste en evaluar unidades uniformemente espaciadas, siempre que la primera sea escogida aleatoriamente.

2.6.4. DETERMINACIÓN DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS (PCI).

El valor del PCI de la sección del pavimento se obtiene determinando el average de los valores de las unidades evaluadas. Los pasos a seguir para determinar el valor PCI para cada unidad son [2]:

- ✓ Determinar los datos correspondientes a cada tipo de falla (severidad y frecuencia), y su forma de medición

- ✓ Determinar los valores de deducción (VD), para cada falla y severidad mediante las figuras B-2 a B-20.

- ✓ El valor total de deducción (VTD = Sumatoria de DV) es corregido mediante la figura B-21, así se obtiene VDC. (valor de deducción corregido)

- ✓ Finalmente el $PCI = 100 - VDC$.

Debe recordarse que en el anexo B-20, pág.185 el valor de “q” corresponde al número de VD individuales mayores de 5, bien por el tipo de falla o por severidad dentro de la misma falla.

El valor final de PCI de la sección del pavimento es:

$$\overline{PCI} = \frac{\sum PCI_i}{n}$$

Escala de Condición.

PCI		ESCALA
100	*****	EXCELENTE
85	▣▣▣▣▣▣▣▣	MUY BUENO
70	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	BUENO
55	≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈	REGULAR
40	▤▤▤▤▤▤▤▤	MALA
25	▧▧▧▧▧▧▧▧	MUY MALA
10	▨▨▨▨▨▨▨▨	FALLIDO

En Venezuela la práctica común es hacer una medición de PCI por km. La primera Sección se ubica aleatoriamente, y las demás a un km. de la anterior.

Notas importantes: Un tramo vial abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si la selección de las unidades de muestreo para la inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas.

Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

$$PCI_t = \{((N - A) * PCI_R) + (A * PCI_A)\} / N.$$

Donde:

PCI_t = PCI del tramo de vía.

PCI_R = PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCI_A = PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

N = Número total de unidades de muestreo en la sección.

A = Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

2.6.5. FALLAS CONSIDERADAS EN EL MÉTODO DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS (PCI). [2]

2.6.5.1. Falla Tipo 1: Piel de cocodrilo

Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas, producidas por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito.

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

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

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión.

Niveles de Severidad:

Nivel de severidad Bajo (Low): L

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.

Nivel de severidad Medio (M)

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

Nivel de severidad Alto (High): (H)

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. Pueden venir acompañadas de ahuellamiento. En este caso ambas fallas se miden separadamente.

Forma de 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.

Opciones de Reparación.

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

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

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

En la figura 2.6.5.1 se puede observar este tipo de falla.



Figura 2.6.5.1: Piel de cocodrilo.

2.6.5.2 Falla Tipo 2: Mancha en pavimentos (Exudación)

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

La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire, 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 de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento.

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

Niveles de Severidad:

Nivel de severidad Bajo (Low): L

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 vehículos.

Nivel de severidad Medio (M)

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

Nivel de severidad Alto (High): (H)

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

Forma de Medición:

Se mide en metros cuadrados de área afectada. Si se contabiliza la mancha no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

Opciones de Reparación:

L: No se hace nada.

M: Se aplica arena / agregados y cilindrado. Lavado.

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

Nota: Si la exudación está presente, el agregado pulido (Falla N° 12), no debe tomarse en cuenta.

En la figura 2.6.5.2 se puede observar este tipo de falla.



Figura 2.6.5.2: Exudación

2.6.5.3 Falla Tipo 3: Grietas de contracción (bloque)

Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m.

Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria).

Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito.

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

Niveles de Severidad:

Nivel de severidad Bajo (Low): L

Existe una de las siguientes condiciones:

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

Nivel de severidad Medio: M

Existe una de las siguientes condiciones:

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

Nivel de severidad Alto (High): H

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 unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

Forma de 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 de severidad deberá medirse y anotarse separadamente

Opciones de Reparación:

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

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

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

En la figura 2.6.5.3 se puede observar este tipo de falla.

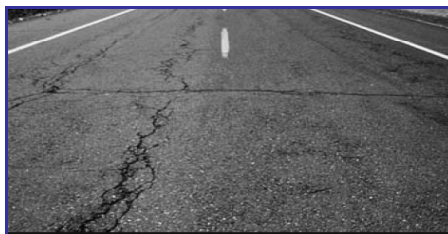


Figura 2.6.5.3: Bloque.

2.6.5.4 Falla Tipo 4: Elevaciones y/o hundimientos

Las elevaciones son pequeñas y localizadas protuberancias de la superficie del pavimento. A diferencia de las deformaciones por empuje, que son producidas por inestabilidad del pavimento, las elevaciones son producidas por:

- 1) Levantamiento o movimiento de losas de concreto de cemento. Portland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.
- 2) Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
- 3) Infiltración de material en las juntas.

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. No debe confundirse esta falla con las deformaciones más pronunciadas y largas, producidas por hinchamiento.

Niveles de Severidad

Nivel de severidad Bajo (Low): L

No tienen una consecuencia importante en la calidad de rodaje

Nivel de severidad Medio: M

Producen un efecto medio en la calidad de rodaje.

Nivel de severidad Alto (High): H

Producen un efecto negativo muy marcado en la calidad de rodaje

Forma de 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 también se registra.

Opciones de Reparación:

L: No se hace nada.

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

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

Sobrecarpeta.

En la figura 2.6.5.4 se puede observar este tipo de falla.



Figura 2.6.5.4: Elevaciones y/o hundimientos.

2.6.5.5. Falla Tipo 5: Corrugaciones.

La corrugación (también llamada “sartanejas”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m.

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

Niveles de Severidad:

Nivel de severidad Bajo (Low): L

No tienen una consecuencia importante en la calidad de rodaje.

Nivel de severidad Medio: M

Producen un efecto medio en la calidad de rodaje

Nivel de severidad Alto (High): H

Producen un efecto negativo muy marcado en la calidad de rodaje

Forma de Medición:

Se mide en metros cuadrados de área afectada.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

M: Reconstrucción.

H: Reconstrucción.

En la figura 2.6.5.5 se puede observar este tipo de falla.

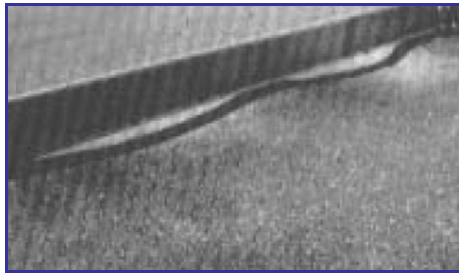


Figura 2.6.5.6: Corrugaciones.

2.6.5.6. Falla Tipo 6: Depresiones.

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 subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidropneumático. Se diferencian de los hundimientos en que no son abruptos.

Niveles de Severidad:

Nivel de severidad Bajo (Low): L

Máxima profundidad de la depresión:

L: 13 0 a 25 0 mm.

Nivel de severidad Medio: M

Máxima profundidad de la depresión:

L: 25 0 a 51 mm.

Nivel de severidad Alto (High): H

Profundidad de la depresión:

Más de 51 mm.

Forma de Medición:

Se mide en metros cuadrados del área afectada.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo.

En la figura 2.6.5.6 se puede observar este tipo de falla.

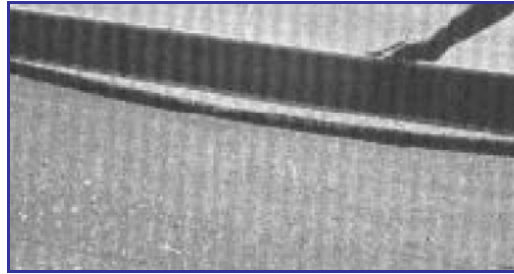


Figura 2.6.5.6: Depresiones

2.6.5.7 Falla Tipo 7: Grietas de borde.

Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento, o por falta de soporte lateral o inclusive por terraplenes construidos con materiales expansivos. En algunos casos se puede llegar a producir pérdida del material por disgregación.

Niveles de Severidad.

Nivel de severidad Bajo (Low): L

Grietas de baja severidad sin disgregación.

Nivel de severidad Medio: M

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

Nivel de severidad Alto (High): H

Considerable rotura de borde disgregación en las grietas.

Forma de Medición:

La grieta de borde se mide en metros lineales.

Opciones de reparación:

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

M: Sellado de grietas Parcheo parcial profundo.

H: Parcheo parcial – profundo.

En la figura 2.6.5.7 se puede observar este tipo de falla.



Figura 2.6.5.7: Grieta de borde.

2.6.5.8. Falla Tipo 8: Grietas de reflexión de juntas de losas de concreto

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

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

Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta.

Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada.

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

Niveles de Severidad.

Nivel de severidad Bajo (Low): L

Existe una de las siguientes condiciones:

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

Nivel de severidad Medio: M

Existe una de las siguientes condiciones:

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

Nivel de severidad Alto (High): H

Existe una de las siguientes condiciones:

- 1) Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
- 2) Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
- 3) Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

Forma de Medición:

La grieta de reflexión de junta se mide en metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

Opciones de Reparación.

L: Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.

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

En la figura 2.6.5.8 se puede observar este tipo de falla.

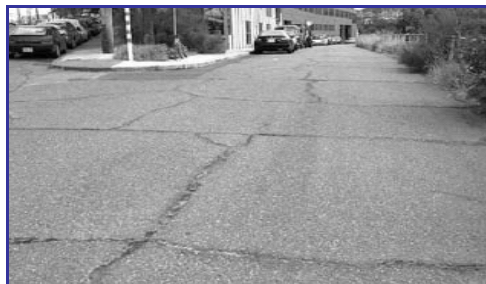


Figura 2.6.5.8: Grieta de reflexión.

2.6.5.9. Falla Tipo 9: Desnivel calzada-hombrillo

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.

Forma de Medición:

El desnivel carril / berma se mide en metros lineales.

Niveles de Severidad.

Nivel de severidad Bajo (Low): L

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

Nivel de severidad Medio: M

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

Nivel de severidad Alto (High): H

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

Opciones de Reparación:

L, M, H: Relleno del hombrillo para ajustar al nivel del canal.

En la figura 2.6.5.9 se puede observar este tipo de falla.



Figura 2.6.5.9: Desnivel calzada - hombrillo.

2.6.5.10. Falla Tipo 10: Grietas longitudinales y transversales.

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

- 1) Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
- 2) Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al 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 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.

Nota: DENTRO DE ÉSTAS NO SE CONSIDERAN LAS GRIETAS TIPO 8. GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS

Niveles de Severidad.

Nivel de severidad Bajo (Low): L

Existe una de las siguientes condiciones:

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

Nivel de severidad Medio: M

Existe una de las siguientes condiciones:

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

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

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

Nivel de severidad Alto (High): H

Existe una de las siguientes condiciones:

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

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

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

Forma de Medición.

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

Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

Opciones de reparación:

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

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo parcial.

En la figura 2.6.5.10 se puede observar este tipo de falla.



Figura 2.6.5.10.1: Grietas Longitudinales.



Figura 2.6.5.10.2: Grietas Transversales.

2.6.5.11. Falla Tipo 11: Bacheo y zanjas reparadas.

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 rugosidad está asociada con este daño.

Niveles de Severidad.

Nivel de severidad Bajo (Low): L

Bache bien ejecutado y en condición satisfactoria. Tiene bajo efecto sobre la calidad de rodaje.

Nivel de severidad Medio: M

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

Nivel de severidad Alto (High): H

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

Forma de Medición:

Los baches se miden en metros cuadrados de área 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 2.32 m² puede tener 0.9 m² de severidad media y 1.35 m² de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un 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).

Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Sustitución del bache.

H: Sustitución del bache.

En la figura 2.6.5.11 se puede observar este tipo de falla.



Figura 2.6.5.11: Bacheo.

2.6.5.12. Falla Tipo 12: Agregados pulidos

Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente.

Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo.

El pulimento de agregados debe considerarse cuando la evaluación 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 es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.

Niveles de severidad.

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

Forma de 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.

Opciones de reparación:

L, M, H: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
Fresado y sobrecarpeta.

En la figura 2.6.5.12 se puede observar este tipo de falla.

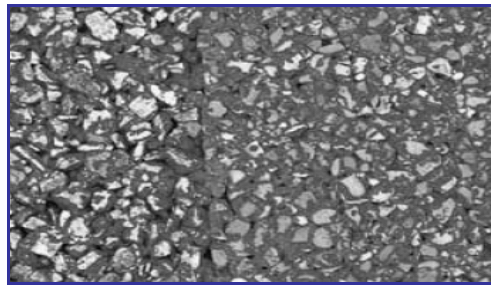


Figura 2.6.5.12: Agregado pulido.

2.6.5.13. Falla Tipo 13: Huecos.

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.

Niveles de Severidad.

El nivel de severidad para huecos de diámetro inferior a 76,2 cm. (30") se basa tanto en el diámetro como en la profundidad.

Diámetro Promedio (cm.).

Profundidad Máxima (cm.).	10 a 20 (4" a 8")	20 a 45 (8" a 18")	45 a 76 (18" a 30")
1.2 a 2.5 cm. (1/2" a 1")	L	L	M
>2.5 a 5 cm. (1" a 2")	L	M	H
>5 cm. (>2")	M	M	H

Tabla Nº 2.6.5.13.1. Fuente: Cuerpo de Ingenieros de la Armada de EUA ^[2]

Forma de Medición:

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

Opciones de Reparación:

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

M: Parcheo parcial o profundo.

H: Parcheo profundo.

En la figura 2.6.5.13 se puede observar este tipo de falla.



Figura 2.6.5.13: Hueco.

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

Los defectos asociados al cruce de sumideros 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.

Niveles de Severidad.

Nivel de severidad Bajo (Low): L

No tienen una consecuencia importante en la calidad de rodaje

Nivel de severidad Medio: M

Producen un efecto medio en la calidad de rodaje

Nivel de severidad Alto (High): H

Producen un efecto negativo muy marcado en la calidad y rodaje

Forma de Medición:

La falla del cruce de sumideros se mide en metros cuadrados entonces no debe registrarse.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

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

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

En la figura 2.6.5.14 se puede observar este tipo de falla.

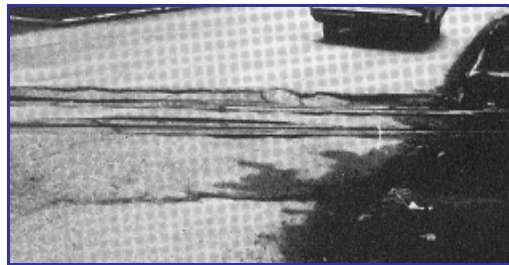


Figura 2.6.5.14: Cruce de Sumideros de rejilla.

2.6.5.15. Falla Tipo 15: Ahuellamientos.

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

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

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

Niveles de severidad:

Profundidad media del ahuellamiento:

L: 6.0 a 13.0 mm.

M: >13.0 mm a 25.0 mm.

H > 25.0 mm.

Forma de 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.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.

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

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

En la figura 2.6.5.15 se puede observar este tipo de falla.



Figura 2.6.5.15: Ahuellamiento.

2.6.5.16. 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 asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Portland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Portland se incrementa causando el desplazamiento.

Los defectos asociados a las deformaciones por empuje están asociados con el grado de afectación de la calidad de rodaje.

Niveles de Severidad:

Nivel de severidad Bajo (Low): L

No tienen una consecuencia importante en la calidad de rodaje

Nivel de severidad Medio: M

Producen un efecto medio en la calidad de rodaje

Nivel de severidad Alto (High): H

Producen un efecto negativo muy marcado en la calidad de rodaje

Forma de 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.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

H: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

En la figura 2.6.5.16 se puede observar este tipo de falla.



Figura 2.6.5.16: Deformación por empuje.

2.6.5.17. Falla Tipo 17: Grietas de desplazamiento

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.

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

Niveles de Severidad.

Nivel de severidad Bajo (Low): L

Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

Nivel de severidad Medio: M

Existe una de las siguientes condiciones:

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

Nivel de severidad Alta (High): H

Existe una de las siguientes condiciones:

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

Forma de 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.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Parcheo parcial.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.

En la figura 2.6.5.17 se puede observar este tipo de falla.

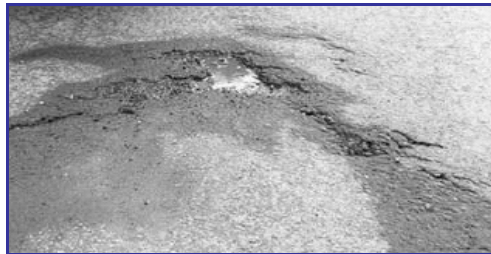


Figura 2.6.5.17: Grieta de desplazamiento.

2.6.5.18. Falla Tipo 18: Hinchamientos.

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

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

Niveles de Severidad.

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

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

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

Forma de Medición:

El hinchamiento se mide en metros cuadrados de área afectada.

Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reconstrucción.

H: Reconstrucción.

En la figura 2.6.5.18 se puede observar este tipo de falla.



Figura 2.6.5.18: Hinchamiento.

2.6.5.19. Falla Tipo 19: Disgregación y desintegración (desprendimiento).

La disgregación y desintegración son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado.

Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito como por ejemplo, los vehículos de orugas.

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

Niveles de Severidad.

Nivel de severidad Bajo (Low): L

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

Nivel de severidad medio: M.

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

Nivel de severidad alto (High) H:

Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas

ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos.

En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

Forma de Medición:

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

Opciones de reparación:

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

M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

H: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje.

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

En la figura 2.6.5.19 se puede observar este tipo de falla.

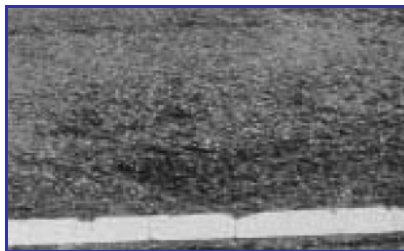


Figura 2.6.5.19: Disgregación y desintegración (desprendimiento).

2.6.6. EFECTO EN LA CALIDAD DE RODAJE.

El Método exige la determinación del efecto sobre la “calidad de rodaje”, en el momento de la evaluación de las siguientes fallas:

Falla 4: Elevaciones y hundimientos

Falla 5: corrugaciones

Falla 14: cruce de sumideros de rejilla

Falla 16: deformaciones por empuje

Falla 18: hinchamientos

Para esta determinación del impacto que, sobre la calidad de rodaje, tienen estos tipos de fallas, debe conducirse un automóvil estándar a la velocidad indicada en las señales informativas (velocidad de diseño) y las secciones de pavimento cercanas a las señales de “PARE”, o a las intersecciones, debe conducirse a la velocidad normal de desaceleración.

Bajo (L) efecto sobre la calidad de rodaje:

Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero creando poca incomodidad.

Medio (M) efecto sobre la calidad de rodaje:

Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

Alto (H) efecto sobre la calidad de rodaje:

Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o

los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

2.6.7. NOTAS IMPORTANTES EN LA MEDICIÓN DE LAS FALLAS.

Es importante que el evaluador del pavimento este familiarizado con este tipo de fallas, sus niveles de severidad y las formas de medición establecidas en el método.

Los tipos de fallas más comunes en pavimentos asfálticos son: grietas del tipo piel de cocodrilo, de contracción, de reflexión de juntas, longitudinales y transversales, baches, huecos, ahuellamientos y desintegración o disgregación superficial. El resto de los tipos de falla considerados en el método son menos frecuentes.

Por otro lado, es importante aclarar algunos puntos que generalmente representan duda con respecto a la forma de medición de distintas fallas:

- 1) Si éstas presentan las grietas piel de cocodrilo y ahuellamiento en la misma área, ambas fallas se miden separadamente.
- 2) Si el pavimento presenta exudación, el agregado pulido no se cuenta en la misma área.
- 3) Si existen grietas en los bordes de una falla de elevación – hundimiento, éstas se miden separadamente.
- 4) Las elevaciones y hundimientos se miden longitudinalmente y no por área.
- 5) Fallas en un bache no se cuentan, ellas sólo afectan la severidad del bache.

- 6) Los huecos se miden por número de huecos con una determinada área y no como área total.

En algunos casos se requiere entender como es afectada la calidad de rodaje por diversos tipos de falla a fin de determinar su severidad.

2.7 EVALUACIÓN FÍSICA Y DE ESTADOS DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE.

El drenaje en una carretera, busca eliminar el agua superficial sobre la franja del camino, restituir la red de drenaje natural la cual puede verse afectada por el trazado y evitar que el agua subterránea pueda comprometer la estabilidad de la base, de los terraplenes o cortes del camino.

Con la finalidad de eliminar el agua proveniente de las avenidas, se diseñan las obras de drenaje vial, abarcando los tipos más comunes de alcantarillas de tubos (acero corrugado y hormigón), alcantarillas de cajones simples, dobles y triples y alcantarillas de arco. También obras de drenaje superficial como bajadas de agua, cunetas, disipadores de energía, sumideros, etc. como obras de drenaje subterráneo como subdrenes, drenes longitudinales, sifones, etc. [9]

2.8 SELECCIÓN DEL TIPO DE ALCANTARILLA.

La selección del tipo de alcantarilla que se debe utilizar en un lugar determinado, depende de la necesidades hidráulicas y de la resistencia requerida para soportar el peso del relleno o de la carga que se mueve sobre ruedas después de que se han establecido estos elementos la selección se vuelve por mucho, un asunto económico, deberá tomarse en consideración la

durabilidad y el costo de la estructura completa, incluyendo aspectos tales como el costo inicial de las unidades manufacturadas y los costos de transporte e instalación. En cualquier comparación total del costo de los diferentes tipos de alcantarilla que pueda seleccionarse para su uso en una instalación dada, deberán considerarse también el costo de mantenimiento. [9]

2.9 INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL.

La evaluación de pavimentos proporciona información que puede ser utilizada tanto en el diseño como en la gestión de la infraestructura, permitiendo priorizar las actividades de mantenimiento, rehabilitaciones y reconstrucciones. Permite también realizar inventarios del estado y la condición de la red vial, así como evaluar los costos adicionales en los cuales pueden incurrir los usuarios por el uso de la carretera.

Se reconocen dos tipos de evaluaciones, la evaluación estructural (relacionada con la capacidad que tiene el pavimento para soportar las cargas de los vehículos) y la evaluación funcional (relacionada directamente con la percepción del usuario al utilizar una determinada vía). [3]

En el caso de la evaluación funcional, la regularidad de la superficie de ruedo para la circulación de los vehículos permite ofrecer condiciones de seguridad y comodidad para los usuarios de las carreteras. Tiene incidencia en los costos de operación de los vehículos, puesto que, dependiendo de la magnitud de las irregularidades superficiales, la velocidad de circulación

puede verse afectada negativamente, lo cual puede reflejarse por un mayor desgaste en las llantas y el consumo de combustible.

Adicionalmente, los efectos dinámicos producidos por las irregularidades de las carreteras, pueden reflejarse no sólo en los vehículos, sino también en modificaciones de estado de esfuerzos y deformaciones en la estructura del pavimento, lo que puede incrementar los costos en las actividades de conservación y rehabilitación. [3]

Por estas razones, conocer la regularidad superficial del pavimento en cualquier momento desde el inicio de su periodo de servicio o de la vida útil, permitirá definir las acciones de conservación o rehabilitación necesarias en el momento pertinente.

Debido a esto, muchos países han utilizado el Índice de Regularidad Internacional (IRI), como parámetro para evaluar la regularidad y reflejar el confort y seguridad de los usuarios.

Algunas de las propiedades del análisis del IRI son:

- El IRI es un indicador independiente del equipo de medida. Lo que depende del equipo de medida son los datos de entrada o cotas de perfil.
- La escala del IRI es linealmente proporcional con la regularidad.

La regularidad se mide longitudinalmente por carril mediante un sistema perfilométrico de precisión, midiendo las cotas del perfil al milímetro y con una frecuencia igual o superior a cuatro puntos por metro, es decir, cada 250mm como máximo.

2.10 CALCULO DEL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI).

El cálculo del IRI involucra la utilización de herramientas matemáticas, estadísticas y computacionales que permiten derivar la medida de regularidad asociada al camino; lo cual contempla etapas claramente diferenciadas y ajustadas a un desarrollo sistemático. [3]

El primer paso del procedimiento para el cálculo del IRI, y el más importante de todos, consiste en medir las cotas o elevaciones de terreno que permiten representar el perfil real del camino. Esto significa que, el IRI es independiente de la técnica o equipo utilizado para obtener el perfil, y dependerá únicamente de la calidad del perfil longitudinal. Estos datos son sometidos a un primer filtro, en el cual se realiza un análisis estadístico (media móvil) y adecuaciones matemáticas, para poder generar un nuevo perfil que permite ser analizado desde el punto de vista de las irregularidades que se pudieran observar. Las razones para aplicar este primer filtro son las siguientes:

- Para simular el comportamiento entre las llantas de los vehículos y la carretera.
- Para reducir la sensibilidad del algoritmo del IRI al intervalo de muestreo.

Al nuevo perfil generado se le aplica un segundo filtro, el cual consiste en un carro que se desplaza a una velocidad de 80 km/h. A través de éste, se registran las características asociadas al camino basadas en los desplazamientos verticales inducidos a un vehículo estándar, el cual es modelado de forma simplificada como un conjunto de masas ligadas entre sí y con la superficie de la carretera, mediante resortes y amortiguadores. El movimiento sobre el perfil de la carretera produce desplazamientos,

velocidades y aceleraciones en las masas, que nos lleva a medir los movimientos verticales no deseados atribuibles a la irregularidad del camino.

A partir del estudio realizado por el Banco Mundial, se propuso una escala de medición de la regularidad superficial para diferentes tipos de vías (ver figura 2.10.1).

ESCALA DE RUGOSIDAD IRI (m/km).

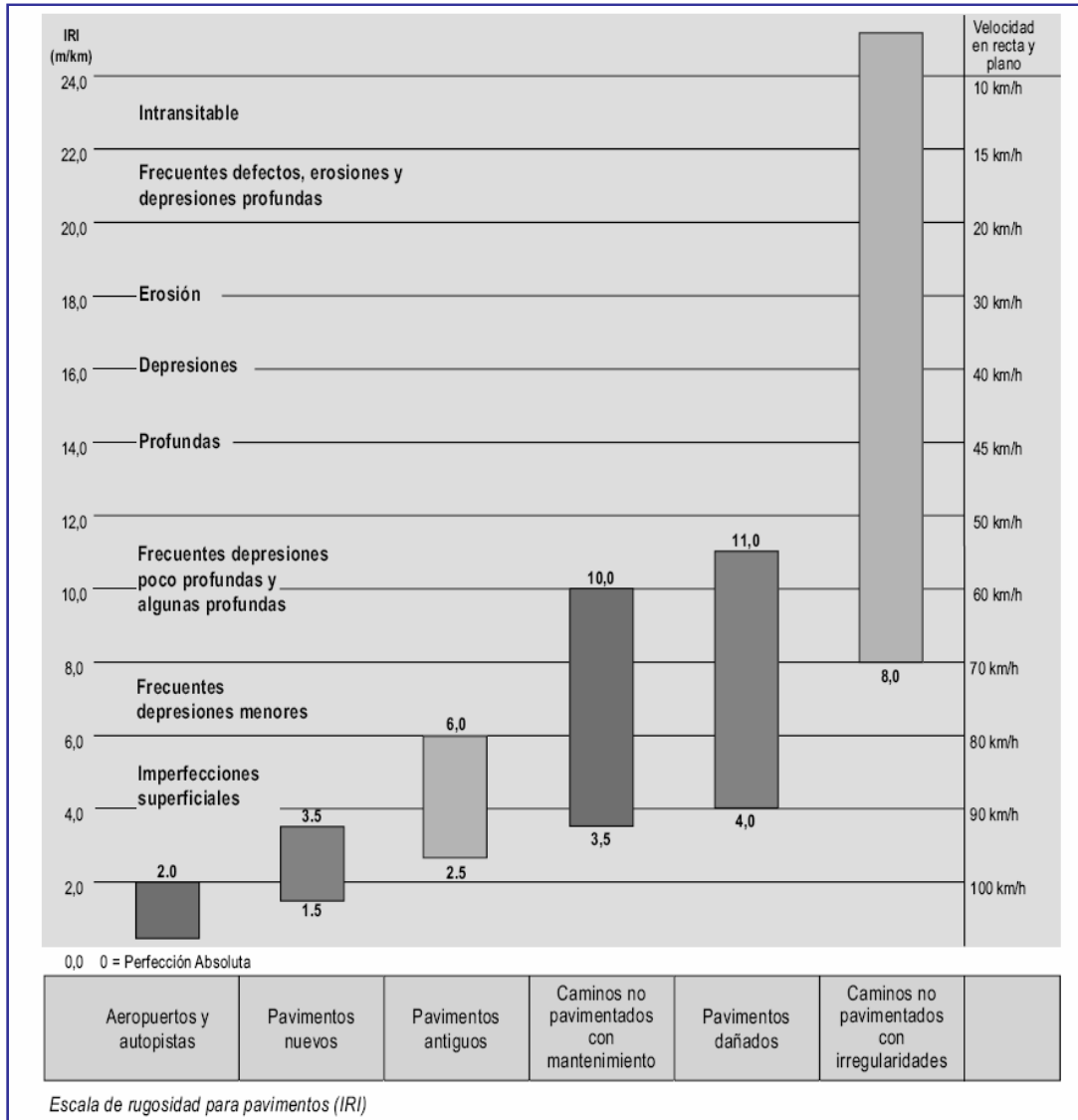


Figura: 2.10.1. Escala estándar empleada por el Banco Mundial para la cuantificación del IRI para diferentes tipos de vías³

Para caminos pavimentados, el rango de la escala del IRI es de 0 a 12 m/km, donde 0 representa una superficie perfectamente uniforme y 12 un camino intransitable; para vías no pavimentadas la escala se extiende hasta el valor de 20. El perfil real de una carretera recién construida tiene un

estado cero, pero se define por su IRI inicial mayor a cero, debido principalmente a que alcanzar valores de $IRI = 0$ es sumamente difícil desde el punto de vista constructivo. Una vez puesta en servicio, la regularidad del pavimento se modifica lentamente en función del paso del tránsito. (ver Figura 2.10.2). [3]

Regularidad.

(m/km,IRI)

2	Manejo confortable arriba de 120Km/h. Ondulación levemente perceptible a 80Km/h en rango entre 1.3 a 1.8. Depresiones, baches o corrugaciones no son fácilmente visibles; depresiones <2mm/3mm. Típicamente en asfalto de alta calidad entre 1.4 y 2.3 Tratamiento superficial de alta calidad entre 2.0 y 3.0
4	Manejo confortable entre 100-120km/h a 80km/h, movimientos moderadamente perceptibles a largas ondulaciones pueden ser percibidos. Superficie defectuosa: depresiones ocasionales, parches, baches o muchos baches poco profundos(por ejemplo en tratamientos superficiales mostrando desprendimiento de materiales).Superficie sin defectos; ondulaciones moderadas o largas.
6	Manejo confortable entre 70-90km/h, grandes movimientos perceptibles y oscilaciones. Usualmente asociados con defectos; frecuentes depresiones moderadas y variables o parches o baches ocasionales(por ejemplo 3-1 en 50m).Superficie sin defecto: grandes ondulaciones o corrugaciones.
8	Manejo confortable entre 50-60km/h, frecuentes movimientos puntuales u oscilaciones. Asociados con severos defectos: frecuentes depresiones profundas y variables parches o frecuentes baches (por ejemplo 4-6 en 50m).
10	Necesario reducir velocidad por debajo de 50km/h. Muchas depresiones profundas, baches y desintegración severa(por ejemplo 40-80mm de profundidad con frecuencia entre 8-16 en 50m)

Figura. 2.10.2: Escala de estimación de la regularidad de vías para caminos pavimentados con concreto asfáltico o superficies con tratamiento superficial ^[3]

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

En la investigación realizada, cuyo objetivo general consiste en evaluar el estado general de la vía local 01 Cumaná – Cumanacoa, desde la Progresiva 0+000 (Puente Aliviadero Manzanares) hasta Progresiva 10+000 (Vía Cumanacoa), mediante el uso del método PCI, en los Municipios Sucre y Montes del Estado Sucre, se aplicó un diseño de campo ya que los datos fueron recolectados directamente en el lugar en estudio, luego se realizaron los cálculos y posteriormente se analizaron los resultados.

Esta investigación posee un nivel explicativo ya que busca el por que de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causa, como de los efectos.

Antes de iniciar la toma de datos en la vía local, se procedió a la revisión bibliográfica y documental sobre los diversos métodos que pueden aplicarse para el estudio de las condiciones de las vías; dentro de ellos tenemos:

- El Índice de Regularidad Internacional (IRI), el cual ha sido un parámetro ampliamente utilizado para determinar las características superficiales que presentan los pavimentos. La medición del IRI se usa como parámetro de aceptación de diferentes obras viales; sin embargo, no ha sido posible lograr una adecuada implementación de este índice.

- El rugosímetro MERLIN: Es un método sencillo que se utiliza para la evaluación de la rugosidad de todo tipo de pavimentos, siendo aplicado al estudio de pavimentos para su rehabilitación, para el control de calidad de pavimentos recién construidos, y como parte de programas de mantenimiento vial.

A pesar de los resultados que proporciona MERLIN, la desventaja del equipo es su bajo rendimiento si se compara con los rugosímetros dinámicos automatizados. La gran cantidad de tiempo consumido en la toma de datos y cálculo del IRI, utilizando el método gráfico original establecido por el TRRL, se hace más notoria cuando se trata de evaluar la rugosidad de vías de gran longitud y se dispone de muy poco tiempo para ello.

Para el estudio de la vía local 01, no fue posible la aplicación de los métodos anteriores ya que la institución (SAVES), no contaba con el equipo necesario, además de que el método PCI es un método más sencillo de aplicar muy bien documentado y el más empleado en Venezuela.

3.2. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO.

3.2.1 EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO HACIENDO USO DEL MÉTODO PCI.

3.2.1.1. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE UNIDADES A SER MUESTREADAS Y ÁREA A MUESTREAR.

Cuando se va a determinar el área a ser muestreada debe tomarse en cuenta que el método PCI recomienda áreas de 230 ± 93 M². La vía Cumaná

– Cumanacoa mide transversalmente aproximadamente ocho metros, así para el desarrollo del proyecto se tomaron áreas o unidades de 280 M2 por lo tanto cada unidad va a tener medidas de 8 metros transversales por 35 metros longitudinales.

Por otro lado para la determinación del número de unidades a ser muestreadas, el método PCI sugiere una ecuación que provee un 95% de confianza en que el valor del PCI estará dentro de +/- el valor real, cuando se emplea un número “n” de muestras.

En Venezuela la práctica común es hacer una medición de PCI por Km. La primera sección se ubica aleatoriamente, y las demás a un Km. de la anterior.

Así las unidades a muestrear serán diez porque el área de estudio es de diez kilómetros y las progresivas a estudiar serán las siguientes:

	INICIO Progresiva	FINAL Progresiva
1	0+100	0+135
2	1+100	1+135
3	2+100	2+135
4	3+100	3+135
5	4+100	4+135
6	5+100	5+135
7	6+100	6+135
8	7+100	7+135
9	8+100	8+135
10	9+100	9+135

Cuadro N° 3.1: Progresivas a estudiar.

3.2.1.2. RECOLECCIÓN DE DATOS EN EL CAMPO.

Para la recolección de datos en el campo, se hizo uso de las planillas de campo sugeridas por el método PCI. Se tomaron en cuenta las notas importantes, (punto 2.6.7) para la medición de las fallas y se procedió a ubicar las progresivas determinadas anteriormente. Todas estas medidas se encuentran reportadas en el anexo C, pág.186 para cada unidad o progresiva respectivamente.

3.2.1.3. DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE DEDUCCIÓN (VD) PARA CADA TIPO DE FALLA.

Los valores de deducción se calcularon para cada tipo de falla presente en cada progresiva o unidad de estudio y éstas se hicieron de la siguiente manera:

Se totalizó cada tipo y nivel de severidad de daño y se registró en la columna correspondiente; el daño se midió en unidades de áreas, longitud ó por número según correspondiera.

Luego se dividió la cantidad de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el área total de la unidad de muestreo y se expresó el resultado como porcentaje. Así se obtuvo la densidad del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la sección en estudio.

Entonces se determinó el valor de deducción para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor de Deducción” que se encuentran en el anexo B, pág. 164; de acuerdo con el tipo de falla medida.

3.2.1.4. DETERMINACIÓN DEL VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT).

Para el cálculo del valor total de deducción (VDT) se sumaron todos los valores de deducción de cada tipo de falla individual. Pero el valor total de deducción debió ser corregido y se hizo mediante la gráfica 21 del anexo B con el valor total de deducción y el número de valores de deducción individuales mayor que cinco. De esta forma se obtuvo el valor de deducción corregido (VDC).

Todos estos valores se encuentran reportados en las planillas de campo, pág. 186 y en el anexo E pág. 199 se halla una muestra de cálculo.

3.2.1.5. CALCULO DEL PCI.

El PCI se calcula para cada unidad de estudio o progresiva y luego para el tramo en estudio; Para la unidad se aplicó la fórmula de PCI igual a cien menos el VDC y se estableció la condición del pavimento para esa unidad, luego se realizó un promedio de todos los PCI determinados en cada unidad de muestreo obteniendo así el PCI del tramo vial en estudio.

3.2.2 EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO HACIENDO USO DEL INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI).

Debido a que no fue posible la toma de datos en el campo para la determinación de la condición del pavimento por este método, se realizó haciendo uso de la escala de estimación de la regularidad que se encuentra en el punto 2.10 del capítulo II; entonces usamos los siguientes datos:

IRI = usamos 10m/Km ya que el manejo es confortable a una velocidad entre 50-60km/h, y se pueden percibir frecuentes movimientos puntuales u oscilantes.

Relacionando PSI con IRI nos encontramos que:

$$PSI = 5,85 - 1,68*(IRI)^{0,5}$$

$$PSI = 5,85 - 1,68*(10)^{0,5}$$

$$PSI = 0,54.$$

Si usamos la figura 2.10.1 tenemos:

Entramos en el área de pavimento dañado con una velocidad posible en recta de 55 km/h que es el promedio, cortamos y nos desplazamos hasta la columna del IRI, obteniendo así un IRI de 11m/Km. aproximadamente.

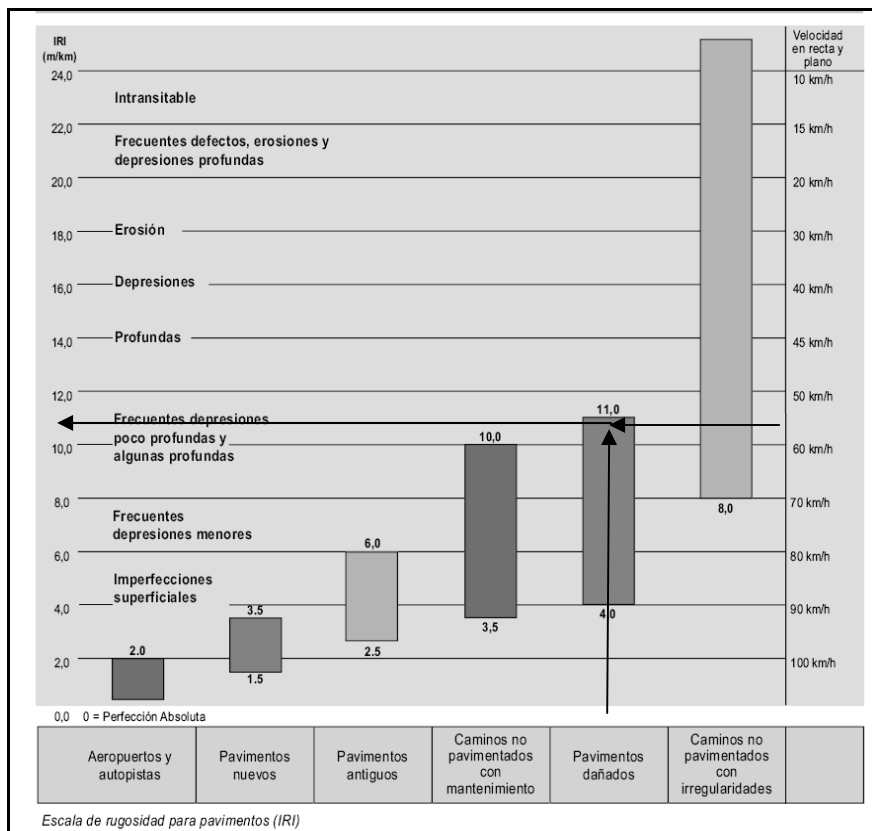


Figura: 2.10.1. Escala estándar empleada por el Banco Mundial para la cuantificación del IRI para diferentes tipos de vías³

Calculamos el PSI y obtenemos:

$$\text{PSI} = 5,85 - 1,68 * (\text{IRI})^{0,5}$$

$$\text{PSI} = 5,85 - 1,68 * (11)^{0,5}$$

$$\text{PSI} = 0,28.$$

3.3. CONDICIÓN DEL DRENAJE SUPERFICIAL Y TRANSVERSAL.

Para determinar las condiciones del drenaje superficial y transversal se realizó una inspección en la vía deteniéndonos en los puntos o progresivas de mayor interés o donde es necesario el uso de medidas de mantenimiento, sustitución y reparación del drenaje tanto superficial como transversal. Los resultados de esta inspección fueron reportados en la tabla 1, pág. 208, en ella se reflejan los puntos de mayor importancia.

3.4. USO DE DISPOSITIVOS DE CONTROL, SEÑALAMIENTO Y DEMARCACIÓN.

En cuanto al uso de dispositivos de control, señalamiento y demarcación en la inspección se verificó el uso de los dispositivos de control en los lugares donde son necesarios; por ejemplo en alcabalas, escuelas, etc., en cuanto al señalamiento y demarcación se comprobó el uso de los mismos en todo el tramo en estudio. Los resultados de esta inspección fueron reportados en la tabla 2, pág. 209, en ella se reflejan los puntos de mayor importancia.

3.5. CONTROL DE VEGETACIÓN Y LIMPIEZA.

Este es otro aspecto importante del mantenimiento vial. Para lograr este objetivo se realizó un inventario a fin de determinar los lugares que requerían de limpieza y control de vegetación en la vía debido a que estos lugares

representan un grave peligro para el conductor porque disminuyen su visibilidad. Los resultados de este inventario se muestran en la tabla 3, pág. 211 del anexo.

3.6. CONDICIONES DE BROCALES Y ACERAS.

En su mayoría las carreteras no poseen aceras y brocales, para lograr este objetivo en la inspección se tomó nota de los puntos que poseen y sobre todo de las condiciones de la misma; si poseía, en que estado se encontraba “en buen estado, regular, malo” o no poseía, de igual forma se llenó una tabla para lograr hacer mas visible estos datos y tomar las medidas necesarias, ver tabla 4, pág.212.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.

4.1.1 CORRELACIÓN ENTRE EL PCI Y EL PSI.

Para conocer la fórmula que relaciona la serviciabilidad presente (PSI) y el índice de condición de pavimento (PCI), es necesario conocer algunas definiciones.

Índice de Serviciabilidad. (PSI)

La serviciabilidad de un pavimento es la habilidad de éste de proveer una superficie suave, confortable, que permita conducir con seguridad, manteniendo su estructura íntegra.

El PSI \approx PSR “Present Serviciability Rating”

Se mide según la siguiente escala. (Tabla 4.1):

PSR	Condición
0 – 1	Muy Mala
1 – 2	Mala
2 – 3	Regular
3 – 4	Buena
4 - 5	Muy Buena

Tabla 4.1. Clasificación de la condición superficial del pavimento. ^[3]

Entonces, la relación es la siguiente:

$$PSI = e^{(PCI \text{ del tramo} + 27,65) / 91,47}$$

$$PSI = e^{(30,4 + 27,65) / 91,47}$$

$$PSI = 1,88$$

Según la clasificación de la condición superficial del pavimento se encuentra en una condición **MALA**.

El valor del PCI en el tramo en estudio es de 30,4 lo que indica que se encuentra en una condición **MALA**.

Del cálculo del PSI usando el IRI tenemos 0,54 y 0,28; lo que indica según la clasificación de la condición superficial del pavimento que se encuentra en una condición **MUY MALA**.

En general el estado de la vía en el tramo en estudio es bastante malo, por tanto es necesario aplicar acciones de rehabilitación general, y luego ejecutar planes de mantenimiento, para lograr así aumentar su vida útil.

4.2 DRENAJE SUPERFICIAL Y TRANSVERSAL.

Se pudo determinar por medio de la inspección que las condiciones del drenaje son en su mayoría muy defectuosas por la falta de mantenimiento y otras por haber cumplido ya su vida útil.

En el tramo en estudio se encontraron tres alcantarillas colapsadas una de 36" en la progresiva 6+100 que necesita ser sustituida, otra en la

progresiva 7+200 de 48" y otra en la progresiva 8+600 de 60", ambas necesitan ser sustituidas.

En cuanto al drenaje superficial se pudo constatar que hay unos cinco km. obstruidos y otros tres km. dañados aproximadamente.

Esto está ocasionando graves problemas a la vía ya que el agua afecta muy negativamente al pavimento.

4.3 DISPOSITIVOS DE CONTROL, SEÑALAMIENTO Y DEMARCACIÓN.

A lo largo del tramo en estudio se encuentra una alcabala (prog 0+000) y una escuela (prog.7+200), lugares donde son necesarios los dispositivos de control para lograr que los vehículos circulen a menor velocidad. En la alcabala hay dispositivos de control, pero se encuentran en muy mal estado, mientras que en la escuela no hay ningún tipo de control del tráfico vehicular; por tales motivos se hace necesaria la restitución y colocación de los dispositivos en los lugares ya señalados.

En cuanto al señalamiento y la demarcación, también se encuentran ausentes en el tramo en estudio, cabe destacar que ambos son necesarios para ofrecer mayor seguridad tanto al conductor como a las personas que habitan en la zona.

Para los conductores son de mucha importancia los dispositivos de control y señalamiento ya que ellos le van a indicar en la vía algún acontecimiento que ocurra mas adelante y va a permitirles disminuir la velocidad progresivamente no frenar de repente, mientras que la demarcación es una guía para mantenerse dentro de su canal de circulación y así evitar posibles choques.

Por los motivos anteriormente expuestos es necesaria la demarcación y el uso de los dispositivos de control y señalamiento en el tramo en estudio.

4.4 CONTROL DE VEGETACIÓN Y LIMPIEZA.

El control de la vegetación y limpieza es una acción muy importante a la hora del mantenimiento de la vía ya que ello puede ayudar o disminuir la vida útil del pavimento.

Por un lado se puede decir que al encontrarse el drenaje superficial y transversal obstruidos por basura, escombros, etc. ésto va a provocar que las aguas de lluvia se queden retenidas en la vía provocando el deterioro de la misma, además por otro lado si la vegetación es muy alta, reduce la visibilidad del conductor disminuyendo su tiempo de percepción y reacción, lo que puede poner en riesgo su vida.

En el tramo en estudio se pudo evidenciar que posee alrededor de seis kilómetros en muy mal estado en cuanto a vegetación y limpieza se refiere, por tal motivo se hace necesaria la limpieza del mismo.

4.5. BROCALES Y ACERAS.

Si bien se sabe que no es necesaria la existencia de aceras a todo lo largo de una vía local (porque no hay peatones), también se sabe que las aceras son de mucha importancia en aquellos lugares donde se encuentran pequeño poblados, en nuestro tramo en estudio hay tres sitios ubicados en las progresivas 0+000, 3+500 y 7+000 en donde es necesaria la acera y de hecho existen pero necesitan ser reparadas, es aproximadamente un kilómetro y medio de acera.

Los brocales, que tienen aproximadamente un kilómetro y medio de longitud, también necesitan reparación, estos están ubicados en las progresivas 0+000,3+500 y 7+000.

4.6 SUGERENCIAS DE ACCIONES A TOMAR EN LA REHABILITACIÓN INTEGRAL DE LA VÍA LOCAL CUMANÁ – CUMANACOA (L001), ESPECIFICAMENTE EN EL TRAMO EN ESTUDIO:

Para la rehabilitación integral de la vía local Cumaná – Cumanacoa (L001); del tramo comprendido entre la progresiva 0+000 (Puente aliviadero manzanares) hasta la progresiva 10+000 (Vía Cumanacoa), de los municipios Sucre y Montes del Estado Sucre, se sugiere realizar las siguientes actividades:

- Sustitución de tres alcantarillas colapsadas ubicadas en las progresivas; 6+100, 7+200, 8+600.
- Colocación y sustitución de dispositivos de control en los puntos necesarios; frente a la escuela ubicada en la progresiva 7+200 y en la alcabala progresiva 0+000.
- Colocación de señales en los puntos estratégicos.
- Demarcación a lo largo de todo el tramo.
- Control de vegetación y limpieza en unos seis kilómetros aproximadamente.
- Reparación de la acera existente y del brocal.
- Colocación de carpeta corrida en el tramo comprendido entre la progresiva 0+000, hasta la progresiva 4+000.
- Bacheo en los restantes seis kilómetros.

Haciendo uso de las normas COVENIN, se describen a continuación el alcance de las partidas sugeridas:

C-02-82-001-02: Transporte de maquinaria pesada para movimiento de tierra, asfaltos, etc. Con peso superior a 30 ton. Por maquina. Se pagará un solo viaje de ida y regreso por maquina y no se reconocerá cuando una maquina sea sustituida por otra.

El transporte de las maquinarias requeridas, para ejecutar los trabajos de movimientos de tierra, asfalto, preparación del sitio y drenajes, se realizará por medio de equipos de carga destinados para tal fin, este transporte se hará desde el sitio donde se encuentran las maquinarias y equipos hasta el sitio de la obra a ejecutar.

Maquinaria	Peso
1 Pay-Loader	15 Ton
1 Patrol	18 Ton
1 Finisher	10 Ton
1 Trompo	10 Ton
1 Vibrocompactador	12 Ton
1 Retro	<u>10 Ton</u>
	75 Ton

C-03-01-003-00: Deforestación liviana y limpieza (rastros, vegetación baja en general, con una altura predominante máxima de 8 m).

Debido a que los laterales de la vía se encuentran muy montados, es necesaria su deforestación y limpieza, para darles mejor visibilidad a los conductores y evitar accidentes viales.

Para la deforestación de la vía se tomarán 6 Km. por lado para un total de 12 Km. Además se tomarán 4 Mts de ancho por lado

C-03-02-004-02: Demolición de obras de arte de concreto armado con equipo liviano (compresor), bote y transporte hasta 200 m. de distancia.

Aquellas obras de arte que se encuentran en mal estado o que se van a sustituir, serán demolidas con compresor, entre ellas mencionaremos, aceras, brocales, cunetas, cabezales de alcantarillas, etc. El material sobrante de estas demoliciones se depositará en sitio adecuado para ser botado.

C-03-05-002-01: Demolición de pavimentos de asfalto con equipo liviano (compresor), bote y transporte hasta 200m de distancia.

Para la remoción y construcción de las alcantarillas es necesaria la demolición del pavimento de asfalto, para lo cual se utilizará equipo liviano (Compresor).

C-03-05-004-00: Remoción de bases y sub-bases de pavimento, bote y transporte hasta 200 mt de distancia.

Cuando se va a realizar un bacheo es necesario remover el material contaminado hasta encontrar una base firme, este material debe sacarse para ser botado en un sitio determinado.

C-03-05-113-11: Escarificación y carga de carpeta asfáltica, mediante el uso de perfiladora de asfalto en sector continuo, zona no urbana, a profundidad comprendida entre 0 y 5 cm.

La escarificación se hará con una maquina perfiladora de asfalto con el fin de mantener el nivel de la capa asfáltica existente.

C-03-06-001-06: Remoción de tuberías metálicas existentes, incluyendo las operaciones necesarias para desarmar y extraer de su sitio los diferentes elementos metálicos, bote y transporte hasta 200 m.

Esta actividad se refiere a la extracción de la tubería metálica existente en el sitio con el fin de subsanar el colapso que se presenta. En el tramo vial estudiado es necesaria la sustitución de 3 alcantarillas.

C-03-82-001-02: Transporte no urbano en camiones, a distancias mayores de 200 m., de cualquier tipo de material proveniente de la preparación del sitio (demoliciones), medido en estado suelto, a distancias comprendidas entre 1 Km. y 2 Km.

El transporte debe efectuarse en forma tal que no cause perjuicio ni al público, ni a las propiedades públicas y privadas. En este sentido se deberán tomar las siguientes precauciones:

- Colocar avisos de prevención en los sitios que lo requieran por causa de los trabajos de transporte.
- De ser necesario, disponer de vigilantes que regulen el tráfico de los equipos y de los usuarios de la vía.
- Mantener regados los caminos que lo requieran, para evitar las molestias del polvo a terceros.

C-05-02-091-04: Suministro y colocación de alcantarillas tubulares de concreto (con junta de mortero), de 0,91 Mts. de diámetro (36 pulgadas), clase 4.

Los drenajes transversales a lo largo de la vía son de extrema importancia para su conservación, por lo cual se utilizará la colocación de alcantarilla de concreto de D=36", clase 4 para garantizar el drenaje de las aguas superficiales que afectan la vía.

C-05-02-122-04: Suministro y colocación de alcantarillas tubulares de concreto (con junta de mortero), de 1,22 Mts. de diámetro (48 pulgadas), clase 4.

Los drenajes transversales a lo largo de la vía son de extrema importancia para su conservación, por lo cual se utilizara la colocación de alcantarilla de concreto de D=48", clase 4 para garantizar el drenaje de las aguas superficiales que afectan la vía.

C-05-02-152-04: Suministro y colocación de alcantarillas tubulares de concreto (con junta de mortero), de 1,52 Mts. de diámetro (60 pulgadas), clase 4.

Se colocara una alcantarilla de concreto de D=60", clase 4 para mejorar las condiciones del drenaje.

C-05-07-005-00: Relleno con material de filtro para sub-drenajes. Incluye transporte del material de filtro hasta 50 km.

Para la estabilización de la base y laterales de las alcantarillas es necesario el uso del relleno con material de filtro y así evitar que el agua arrastre el material fino, lo que ocasionaría que la compactación baje y se hunda el terraplén.

C-05-80-001-01: Excavación a mano para estructuras correspondiente a obras de drenaje de cualquier profundidad, apilamiento y/o bote. Transporte hasta 200 m de distancia.

Para la construcción de cunetas nuevas es necesario hacer excavaciones a mano para hacer las cunetas de acuerdo a las medidas exigidas según normas de construcción.

C-05-80-001-03: Excavación para estructuras correspondientes a obras de drenaje, de cualquier profundidad con empleo de equipo retroexcavador, apilamiento y bote transporte hasta 200 Mts. de distancia. Incluye perfilamiento a mano.

Esta partida comprende las excavaciones para estructuras a mano o máquinas zanjadoras, correspondientes a obras de drenaje, ejecutadas en toda clase de suelos y hasta cualquier profundidad, el transporte y el bote de los productos sobrantes, así como el entibado y achicamiento de la zanja si fuera necesario.

C-05-81-001-00: Compactación de rellenos con apisonadores de percusión correspondiente a obras de drenaje.

Esta actividad se refiere a la conformación de las bases de los drenajes, de modo de evitar el asentamiento de éstas que pudieran ocasionar la ruptura de la estructura de concreto. Se compactará utilizando equipo de compactación a percusión cuya densidad debe dar menor al material que será removido y recompactado. Después de colocada la alcantarilla se realiza el relleno y se procede a compactar con equipo manual por capas de 10cm., hasta alcanzar 60cm por encima del lomo de la alcantarilla; lo que queda por rellenar será compactado, de acuerdo a como se esté trabajando con el material para la construcción del terraplén, hasta alcanzar la cota rasante.

C-05-82-001-01: Transporte de alcantarillas tubulares de concreto a distancias mayores de 200 Km.

Esta partida se refiere al transporte de las tuberías de concreto a colocar, las mismas son traídas desde Barcelona hasta el sitio de colocación.

C-05-83-021-02: Concreto de Rcc 210 kg/cm² a los 28 días para la construcción de cabezales de alcantarillas. Incluye transporte del cemento y agregados hasta 50 Km. Excluye el refuerzo metálico.

Esta actividad consiste en la construcción de cabezales de alcantarillas en concreto armado.

CONCRETO:

El concreto se vaciara de modo tal de evitar la segregación de los materiales que lo componen, así como el desplazamiento del refuerzo metálico.

Durante el vaciado del concreto se deberá compactar totalmente por vibración mecánica. Esta será interna, a menos que exista una autorización especial para otro método. La vibración no deberá ser aplicada directamente a través del esfuerzo a sectores o capas de concreto que se hayan endurecido hasta el punto que deje de mostrarse plástico bajo los efectos de la vibración.

El concreto deberá ser colocado en capas horizontales no mayores de 30cm de espesor y cada capa deberá ser colocada y compactada antes que la capa precedente haya comenzado a fraguar, a fin de evitar la formación de separaciones o juntas de construcción entre capas.

C-11-02-004-00: Construcción de bases de granzón natural de espesor variable. Sin incluir el transporte del material.

Una de las grandes problemáticas de la vía es la inexistencia de una base que soporte los esfuerzos ocasionados por el tráfico y los agentes climáticos.

C-11-25-003-00: Bacheo de sub bases y/o bases con equipo liviano, utilizando materiales....., sin incluir el transporte.

C-11-25-007-03: Transporte no urbano en camiones, de materiales relativos a bacheo de sub-bases y/o bases, medido en estado suelto, a distancias mayores de 20 km.

El material seleccionado en la construcción de la base se transportará sobre camiones volteos desde la cantera al bache demolido con uso de una lona protectora a fin de evitar que se contamine o se sature por lluvia. Es conveniente que el vehículo que se va a utilizar esté en buen estado y el chofer debe cumplir con la Ley de Transito Terrestre.

C-12-01-001-00: Imprimación asfáltica empleando material asfáltico tipo....., incluyendo los materiales.

Definición: Es un baño con asfalto líquido RC2 aplicado a la base granular sobre presión con objeto de impermeabilización.

Material Asfáltico: Material asfáltico líquido de curación rápida Rcc 250.

Requisitos Generales:

- El material debe estar libre de agua.
- El material deberá ser preparado por refinación del petróleo, será de naturaleza uniforme y no formará espuma al ser calentado a 177°C.

Forma de Aplicación: Después de que la superficie de apoyo se encuentre completamente limpia se procede a la aplicación por medio de un camión rosco diseñado para regar, a presión y manualmente de manera uniforme, el material sobre la base granular; la temperatura de aplicación no será mayor de 80°C, con una cobertura de 2-2.5lts/m². Se deberá esperar al menos 24 horas para la colocación de la mezcla asfáltica para lograr la volatilidad de los combustibles presentes.

C-12-02-001-00: Riego de adherencia empleando material asfáltico tipo, incluyendo los materiales.

Es la aplicación de asfalto sobre una carpeta asfáltica para asegurar la completa unión de una carpeta con otra. El cemento asfáltico debe ser de naturaleza uniforme y no debe presentar espuma al calentarse a 177°C.

Forma De Aplicación: Después de que la superficie de apoyo se encuentre completamente limpia se procede a la aplicación por medio de un camión rosco diseñado para regar a presión y manualmente de manera uniforme el material sobre la base granular, la temperatura de aplicación no será mayor de 80°C, con una cobertura de 1lts/m², se deberá esperar al menos 12 horas para la colocación de la mezcla asfáltica para lograr la volatilidad de los combustibles presentes

C-12-30-001-02: Suministro en boca de planta de mezcla asfáltica en caliente tipo...., incluyendo el transporte hasta la planta, de los agregados provenientes de cantera, producto de voladura y trituración, y del material asfáltico.

Pavimento: Es una carpeta de material resistente que se coloca sobre la base (sub-rasante) a fin de proteger ésta y facilitar el tráfico automotor.

-Agregado Grueso: Es el material que pasa el cedazo N° 8 y es retenido en el N° 200.

-Lenante: Es el polvillo calcáreo fino no plástico.

-Material Asfáltico: Es el material que será utilizado para realizar la cementación de la mezcla asfáltica seleccionada.

Pavimento Asfáltico Seleccionado:

En Venezuela y en especial en el estado sucre los estudios realizados en la elaboración de los diseños de pavimentos (Rígidos-Flexibles) son calculados según las técnicas generales que se siguen en toda estructura, es decir, determinación de las cargas que actúan sobre la estructura, cálculo de los esfuerzos que producen estas cargas.

Los criterios utilizados en el diseño del pavimento son:

***DISEÑO ESTRUCTURAL:**

- Cargas de diseño.
- Esfuerzos permisibles.
- Coeficiente de trabajo.
- Modulo de sección.

***DISEÑO VIAL:**

- Volumen de tráfico.
- Velocidad de proyecto.
- Velocidad de circulación.
- Capacidad de la vía.

DISEÑO DE LA MEZCLA ASFALTICA:

REQUISITOS GENERALES:

- El material debe estar libre de agua.
- El material debe ser preparado por refinación del petróleo, será de naturaleza uniforme y no formara espuma al ser calentado a 177°C.

TIPO DE MEZCLA:

Concreto Asfáltico tipo IV.

Este pavimento consiste en una combinación de agregados grueso y fino y mineral llenante de graduación corriente uniformemente cubierto y mezclado con cemento asfáltico, para espesor recomendado de capas individuales de desgaste 5cm compactado.

Materiales:

Material Grueso: El material grueso se define como el material retenido en el cedazo N° 8 y podrá ser piedra picada, grava picada o la combinación de ellas. Debe poseer al menos un 50% de partículas presentando una o más caras producidas por factura.

Material Fino: Es el material mineral que pasa el cedazo N° 8 y es retenido en el N° 200, puede ser arena natural y/o arcillo, en forma de

granos limpios, duros y de superficie áspera en la prueba de sulfato de magnesio 5 ciclos, la pérdida de peso no será mayor de 15%.

Llenante mineral: Se utilizará polvillo calcáreo no plástico libre de terrones de arcilla u otra materia extraña y su granulometría debe estar dentro del siguiente límite:

CEDAZO	% PASA
30	100
100	99 o más
200	99 o más

C-12-30-300-02: Colocación de mezcla asfáltica en caliente tipo , de espesor variable, suministrado en boca de planta, para repavimentación, sin incluir el suministro ni el transporte de la mezcla asfáltica.

Definición: Es la colocación a través de equipo seleccionado de la mezcla asfáltica sobre la base granular, o sobre el pavimento asfáltico existente.

Aplicación: Antes de colocar la capa base o intermedia para un pavimento de concreto asfáltico, se verifica si la base tiene la preparación adecuada para recibir la mezcla para la capa proyectada. Antes de la pavimentación se pasa un camión volteo cargado con 12000kg en el eje trasero para determinar la existencia de áreas blandas y luego se procede a colocar la mezcla para la capa base o intermedia.

Antes de la aplicación de cualquier material asfáltico, se limpia todo el material suelto de la base utilizando uno de los métodos siguientes:

- Barriendo con barredora mecánica.
- Soplando con un compresor.

La capa base o intermedia se coloca solamente sobre una base fina firme y seca, con buen tiempo.

Teniendo la superficie limpia, lista para colocar la primera capa de mezcla caliente, se aplica un riego de imprimación o si la superficie vieja es asfáltica, se le da un riego de adherencia. Si una de estas capas no se aplicó uniformemente o si ha habido contaminación o sucio, o si hay desgaste por el tránsito, el defecto deberá corregirse antes de proceder a la colocación de cualquier material adicional. La mezcla se extenderá sobre la base cuando esté seca y las condiciones del tiempo lo permitan. La mezcla se esparcirá en fajas de anchura y espesor uniforme, por medio de una máquina terminadora que produce arranques o desgarramientos de la capa de concreto asfáltico que se esté extendiendo, la colocación debe hacerse de manera continua. Inmediatamente después de terminado la extensión de una carpeta y antes de comenzar la compactación, se comprueba la superficie y se corrigen las desigualdades que aparezcan.

En los lugares inaccesibles a la máquina terminadora, el trabajo se ejecuta a mano, por métodos aceptados por el Ing. Inspector, si éste fuese el caso se descargaría la mezcla sobre una plancha de acero situada fuera del lugar donde va a extenderse la mezcla y desde ella se escarificará con palas y rastrillos calientes en una capa uniforme suelta del espesor debido.

Después de colocada la mezcla contra la superficies de contacto de juntas longitudinales, como brocales, cunetas, colectores, bocas de visita, etc., se limpian y se pintan con una capa delgada y uniforme de cemento asfáltico caliente, o disuelto con un solvente, las juntas serán conformadas adecuadamente con el espaldar del rastrillo, con altura conveniente y corte o bisel para recibir la compactación máxima durante el aplanado. El trabajo de juntas se hará por obreros competentes, capaces de hacer juntas correctas, limpias y nítidas.

Durante la compactación, las ruedas de las aplanadoras tienen que estar húmedas para evitar la adherencia de la mezcla a las ruedas de éstas. Las aplanadoras deben moverse lenta y uniformemente con las ruedas de tracción hacia la maquina terminadora. El espesor final de la carpeta asfáltica se comprueba periódicamente abriendo huecos de prueba que servirán al mismo tiempo para efectuar los ensayos de control requeridos.

C-12-30-001-S/N: Suministro en boca de planta de mezcla asfáltica en caliente, tipo II para carpeta de nivelación, medida por boletas, sin incluir el transporte de la mezcla de los agregados y del material asfáltico.

Esta partida comprende, el material asfáltico que será utilizado en la carpeta de nivelación.

C-12-35-001-04: Transporte no urbano en camiones, de mezcla asfáltica en caliente, para la construcción de pavimentos, a distancias comprendidas entre 3Km y 4Km.

Definición: Es el transporte sobre camiones de la mezcla asfáltica desde la planta hasta el sitio de colocación.

Aplicación: La mezcla será transportada desde la planta de mezclado al lugar de uso en camiones volteo, que deberán ser limpiadas cuidadosamente para evitar que entren materias extrañas en la mezcla. Los camiones tendrán una lona o encerado que cubrirá la mezcla mientras dure el transporte.

C-20-02-021-01: Construcción de cuneta de concreto de Rcc 28=210 Kg/cm². Incluye transporte del concreto y agregado hasta 50 Km. Excluye el refuerzo metálico.

C-22-04-151-01: Demarcación de línea continua en pavimento, con pintura de trafico reflectiva aplicada en frío, ancho =12cm .., zona no urbana (medido por Km. de vía demarcada).

C-22-04-353-01: Demarcación de línea discontinua en pavimento, con pintura de trafico reflectiva aplicada en frío, ancho 12cm, relación trazo-brecha= 2-3, zona no urbana. (Medida por Km. de vía demarcada).

PROCEDIMIENTO PARA DEMARCACION CONTINUA Y DISCONTINUA:

Para la ejecución de esta actividad la superficie debe estar libre de polvo, grasa o aceite. Se realizará con maquina autopropulsada, en una franja discontinua de 12cm de ancho con una relación trazo - brecha 2-3, bien sea en el eje o en los bordes de la vía. Esta línea estará de acuerdo al Manual Interamericano de Vialidad.

Para la línea continua se realizarán las labores de acuerdo al mismo procedimiento técnico.

La pintura debe dejarse secar el tiempo que indique el fabricante, por lo que se deben tomar las medidas necesarias para evitar el deterioro de este importante dispositivo de tránsito para información y reglamentación vial.

C-S/C: Limpieza de cunetas a mano.

4.7. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO LUEGO DE REHABILITADO EL TRAMO EN ESTUDIO. (PROGRAMA SUGERIDO).

Cuando se presenta un programa de mantenimiento o se espera, mejorar las condiciones generales de la vía, y lograr así aumentar la vida útil de la misma.

Es importante tomar en cuenta algunas condiciones que se encuentran normadas, las cuales van a ser citadas a continuación:

“NORMAS PARA LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.”[14]

LATERALES.

Son las operaciones necesarias para ejecutar los trabajos de mantenimiento en las áreas comprendidas entre el borde exterior de la plataforma y el límite de la franja del Derecho de Vía, incluido distribuidores de tránsito, islas, borde y taludes de canales centrales.

Los trabajos de mantenimiento en los laterales de las vías están dirigidos a:

- Prever y controlar los procesos erosivos a los cuales sean objeto la vía y sus componentes.
- Preservar la estabilidad de las laderas y taludes.
- Velar por el buen estado y apariencia de la vía y sus componentes.
- Ofrecer al usuario seguridad y confort.

Principales actividades a desarrollar en el mantenimiento de laterales.

a) Limpieza General.

La vía y sus componentes, deberán encontrarse permanentemente libre de escombros, recipientes, residuos y en general de cualquier basura que afecte la seguridad y apariencia física de la misma.

b) Control de Vegetación.

Es la aplicación de métodos y técnicas especiales para la conservación de la vegetación que se encuentra en la franja del derecho de vía, incluidos distribuidores de tránsito e islas.

A través de la conservación de la vegetación se procura los siguientes objetivos:

- Permitir una mejor visibilidad de la vía y sus componentes.
- Mejorar la apariencia de las zonas circundantes.
- Controlar el flujo de las aguas superficiales y evitar la erosión.
- Disminuir el peligro de propagación de incendios.

Para el cumplimiento de los objetivos trazados con el control de la vegetación se deberán considerar los siguientes puntos:

- La vegetación no deberá tener una altura mayor de 20 cms. ni menor de 10 cms.
- La vegetación no debe afectar la visibilidad de la señalización vertical y obras de seguridad, así como de las obras de arte.
- En el control de la vegetación mediante utilización de sustancias bioquímicas, se deberá cumplir con lo estipulado por los organismos nacionales competentes.
- En las zonas donde el tránsito sea lento, tales como: peajes, distribuidores, accesos o salidas de poblados y áreas de servicio, se deberá tener mayor énfasis en el mantenimiento de los laterales.

c) Deforestación.

Se debe mantener una topografía en el derecho de vía, de manera tal, que se facilite el corte de vegetación, el flujo de las aguas de escorrentía y otras actividades concernientes a la conservación y mantenimiento vial.

d) Cercas.

Deberán encontrarse en condiciones tales, que no permitan el acceso de personas o animales a la franja del derecho de vía, para lo cual deberán ser reparadas o sustituidas de inmediato en los casos que no aseguren su cometido, dando especial atención en su ubicación y alineamiento.

Con la finalidad de disminuir los costos de conservación y mantenimiento de cercas, se deberá implementar la construcción de cercas vivas o barreras vegetativas de carácter permanente.

e) Corta Fuegos.

A fin de prevenir la ocurrencia de incendios deberán construirse canales y franjas de tierra, así como vías que faciliten el acceso de los equipos y maquinarias requeridas en el control de incendios.

f) Control de Erosión.

Se deberán ejecutar todas aquellas actividades o trabajos que contribuyan con la prevención y control de la erosión en los componentes de la vía, tales como, taludes, canales, cunetas.

ZONAS VERDES.

Son las actividades que se ejecutan para la conservación y siembra de árboles y arbustos en la franja del Derecho de Vía, con la finalidad de mejorar el paisaje, hacer más agradable el viaje de los usuarios y controlar la erosión según sea el caso.

En la conservación de las zonas verdes se deberá tener en consideración los siguientes puntos:

- Se podrá sembrar variedades vegetales en reemplazo de los pastos naturales, previo estudio correspondiente.

En caso de presentarse pérdida de árboles por motivos naturales, tales como, vientos, plagas, rayos, incendios, se deberán reponer en número y especie.

- Se deberá prestar una atención especial a las zonas boscosas y áreas adyacentes.

- Se deberá implementar técnicas y tratamientos fitosanitarios aprobados por los organismos competentes.

OBRAS DE SEGURIDAD Y COMPLEMENTARIAS

Son las operaciones necesarias para ejecutar los trabajos de mantenimiento de las obras de seguridad y complementarias a fin de que cumplan con su cometido, tales como: barandas, defensas, islas, aceras, brocales y paso de peatones.

En el mantenimiento de las obras de seguridad y complementarias se deberá tener especial atención en los siguientes puntos:

- Aquellas obras que se encuentren deterioradas o se deterioren, deberán ser reparadas o sustituidas de inmediato.
- Como resultado de la evaluación de accidentes viales, deberán construirse de inmediato aquellas obras que por razones de seguridad del usuario sean requeridas.
- Todas las obras deberán estar provistas de elementos reflectores, que faciliten la visualización de las zonas de peligro.
- Las obras deberán encontrarse en perfectas condiciones y de acuerdo a la normativa técnica correspondiente.

DEMARCAACION.

Tiene por objetivo indicar al usuario la reglamentación del tránsito por la vía y las medidas preventivas que debe adoptar en la conducción de su vehículo, a fin de procurar un desplazamiento con altos niveles de seguridad.

En los trabajos de demarcación se deberá considerar los siguientes puntos:

- El trazado y especificaciones deberá realizar de acuerdo a la normativa técnica correspondiente.
- Se deberá tener especial atención en las condiciones de visibilidad y nivel reflector.

SEÑALIZACIÓN.

La señalización tiene por objetivo indicar al usuario la reglamentación del tránsito por la vía, las medidas preventivas que debe adoptar en la conducción de su vehículo y darle información acerca de su ubicación respecto a poblaciones y sitios de interés.

En los trabajos de mantenimiento de la señalización se deberá considerar los siguientes puntos:

- Las señales se deben mantener en condiciones de visibilidad y adecuado nivel reflector.
- La señalización deberá ubicarse según las condiciones y características de la vía, prestando especial atención a retirar aquellas que pierdan vigencia.
- Las señales deberán estar en perfectas condiciones, libres de tierra y óxido, perfectamente sujetas a las estructuras.
- Los trabajos de mantenimiento de señalización deberá ejecutarse de acuerdo a la normativa técnica vigente.

OBRAS DE DRENAJE.

El sistema de drenajes de una vía comprende todas las construcciones que se destinan a la conducción controlada de las aguas.

Los objetivos principales de los sistemas de drenajes viales son:

- Permitir el escurrimiento rápido de la lluvia hacia los sitios de descarga.
- Permitir el paso a través de la vía de las aguas superficiales provenientes de precipitaciones o de corrientes naturales.
- Controlar y evitar la acumulación de aguas freáticas que impliquen daños para la vía.
- En general, prever el deterioro de la vía y sus componentes como resultado de la circulación de aguas superficiales y subterráneas.

Para el cumplimiento de los objetivos trazados se deberá considerar los siguientes puntos:

- Evitar que las obras de drenaje estén obstruidas por materias sólidas o por arbustos y hierbas en más de un 20% de su sección transversal o una tercera parte (1/3) de su luz libre.
- Mantener una revisión constante de las juntas, reposición o cambio de apoyos, reparación de socavaciones y elementos de seguridad.
- Realizar la reposición o reparación de toda obra de drenaje que se encuentre en mal estado.
- La limpieza de las obras de drenaje se deben hacer en toda su longitud, y no solo en sus extremos.
- En general, se debe impedir la existencia de aguas no controladas en la vía, para evitar la erosión de taludes, derrumbes, socavación de estructuras y rotura de pavimentos.

- Realizar los trabajos de construcción o reparación de las obras de drenaje en conformidad a la normativa vigente.

PAVIMENTO.

Los trabajos de mantenimiento del pavimento están dirigidos a procurar que las condiciones de la superficie de rodamiento permitan una circulación del tráfico automotor con seguridad y confort.

Para el cumplimiento de los objetivos trazados se deberá considerar los siguientes puntos:

- El pavimento de la vía deberá encontrarse sin baches o huecos, deformaciones y huellas transversales y longitudinales, desniveles, fisuras y juntas que presenten pérdida del material asfáltico, ondulaciones que permitan el empozamiento de aguas de lluvia.
- Se deberá implementar programas de inspección para evaluar las condiciones del pavimento, tanto funcional como estructural y su posible causa de falla, para definir las soluciones requeridas.
- Los trabajos de construcción o reparación del pavimento deberán ejecutarse en conformidad a la normativa técnica correspondiente.

Luego de haber realizado una serie de investigaciones se determinó que la frecuencia de las acciones a tomar en el mantenimiento rutinario de una vía, las determina la experiencia del ingeniero a cargo de la obra tomando en cuenta el tipo de mezcla asfáltica, las cargas para las cuales fue diseñada, las condiciones climáticas, el flujo vehicular y toda la serie de condiciones que se deben estudiar.

Basada en las consideraciones anteriores, y luego de rehabilitado el tramo en estudio, se recomienda que se ponga en práctica el siguiente plan de mantenimiento:

- Inmediatamente después de rehabilitado el tramo, mantener una cuadrilla que realice una inspección visual semanal a lo largo de todo el tramo.
- Si se presenta algún tipo de falla en el pavimento, realizar una inspección mas detallada y determinar así cual es la condición real y las acciones a tomar; esto se encuentra mas detallado en el Capítulo II, punto 2.6.5. Fallas Consideradas en el Método de Evaluación de Pavimentos.
- Para mantener el drenaje superficial y transversal libres de obstáculos; de mayo hasta octubre (Temporada de lluvia) realizar jornada de limpieza mensual y de noviembre hasta abril, cada tres meses (Temporada de sequía).
- En cuanto a los dispositivos de control y señalamiento, realizar una revisión anual, colocar los faltantes y sustituir los que se encuentren deteriorados; para la demarcación, realizar una anual.
- Limpiar los laterales de mayo hasta octubre (Temporada de lluvia), mensualmente y de noviembre hasta abril, cada tres meses (Temporada de sequía), para lograr así el control de la vegetación.
- Revisar las condiciones de las obras especiales como aceras y brocales cada tres meses, reparar de ser necesario.

Es importante que se vigilen las cargas que circulan por el tramo rehabilitado, ya que al pasar cargas superiores a las de diseño, dañarán la estructura del pavimento.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

- 1) La evaluación realizada por el método PCI, al pavimento en el tramo comprendido entre la progresiva 0+000 y la progresiva 10+000 de la vía local Cumaná - Cumanacoa, arrojó un valor de 30,4; ubicando dicho tramo según la escala usada por PCI en una vía en condiciones MALAS; y actualmente la rehabilitación tiene un valor aproximado de Bs. F. 8.278.489,80.

- 2) Es necesaria la instalación de dispositivos de control y señalamiento ya que en dicha vía o por lo menos en el tramo en estudio estos dispositivos están ausentes. Asimismo se hace indispensable la demarcación, pues esta es una medida de seguridad tanto para el conductor como para los peatones que puedan encontrarse en la carretera.

- 3) Se sugiere la sustitución de algunos sistemas de drenaje, se encuentran tres alcantarillas colapsadas y cunetas en muy malas condiciones, de igual forma la reparación de brocales y aceras. Por otro lado el desmalezamiento y limpieza es otra actividad importante, ya que va a permitir aumentar la visibilidad del conductor.

- 4) Aún cuando no existen normas que establezcan los programas de mantenimiento vial, es indispensable que el ingeniero genere sus condiciones de diseño para vigilar las mismas y así darle mayor vida al pavimento.

5.2. RECOMENDACIONES.

- 1) Adiestrar al personal que se encarga de la inspección de las carreteras para que puedan medir de una forma cuantitativa las condiciones de las diferentes vías del estado, atendiendo con mayor prontitud aquellas que mas lo requieran.

- 2) Luego de que las vías se encuentre en condiciones óptimas; conservar un programa de mantenimiento vial, donde se vigilen las condiciones de diseño del Ingeniero; designando a una cuadrilla que se encuentre inspeccionando semanalmente la carretera.

- 3) Dotar a la institución del equipo necesario, como por ejemplo: termómetros para el asfalto, teodolitos, perfilómetros, etc., para poder ejercer las labores de reparación y mantenimiento de una manera eficiente.

- 4) Desarrollar otro método para la evaluación del pavimento, como por ejemplo el PSI y así comparar efectivamente las condiciones del mismo.

BIBLIOGRAFÍAS CITADAS

1. Jugo, Augusto “Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles” Acciones básicas. Caracas. Mayo 2008.
2. Cuerpo de Ingenieros de la Armada de E.U.A “Método de evaluación de pavimentos PCI (Pavement Condition Index)”. Reporte técnico M – 268 Caracas (1978).
3. Ventura, E. José; Ing. Alvarenga Edwin “Determinación del índice de regularidad internacional (IRI)”. Viceministerio de Obras Públicas, Unidad de Investigación y Desarrollo Vial. República del Salvador, mayo 2005.
4. Carciente, J., Drenaje de Carreteras, manual de estructuras típicas, Ediciones Vega, S.R.L., caracas 1977.
5. COVENIN, Especificaciones, Codificación y Mediciones, Parte I CARRETERAS, Caracas 1987.
6. Jugo, A., Sistema de Análisis para Rehabilitación de Pavimentos (SARP) Caracas. 1988.
7. <http://es.wikipedia.org/wiki/pavimento>. (Mayo 2009).
8. <http://www.canalconstruccion.com/tipos-de-pavimentos.html>. (Mayo 2009).

9. <http://www.ingenieracivil.com/2009/04/evaluacion-fisica-y-de-estado-de-obras.html>. (Mayo 2009).
10. <http://members.fortunecity.es/100pies/colaboraciones/pavimento.htm>. (Mayo2009).
11. <http://www.construaprende.com/t/07/t7pag01.php>. (Mayo 2009).
12. Normas para el Proyecto de Carreteras. Venezuela MTC 1997.
13. Servicio Autónomo de Vialidad del Estado Sucre, SAVES Cumaná.
14. República Bolivariana de Venezuela; Ministerio de Infraestructura, “NORMAS Y PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS EN MATERIA DE CONSERVACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL”. (Disposición transitoria Sexta del Decreto 1.535).

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

TÍTULO	EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA VÍA LOCAL CUMANÁ – CUMANACOA (L001); PROGRESIVA 0+000 (PUENTE ALIVIADERO MANZANARES) HASTA PROGRESIVA 10+000 (VÍA CUMANACOA), DE LOS MUNICIPIOS SUCRE Y MONTES DEL ESTADO SUCRE.
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CVLAC / E MAIL
MARYA J. SÁNCHEZ A.	CVLAC: 14.597.960 EMAIL: maryajohannasanchez@hotmail.com

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Carretera

Método PCI

Evaluación

Vía local

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUB ÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Civil

RESUMEN (ABSTRACT):

El presente trabajo, tuvo como propósito la evaluación integral de la vía local 01 Cumaná – Cumanacoa, desde la progresiva 0+000 (Puente Aliviadero Manzanares) hasta progresiva 10+000 (Vía Cumanacoa), en los municipios Sucre y Montes del Estado Sucre. En la evaluación para determinar las condiciones generales de la vía se considero el estado del pavimento, las condiciones del drenaje superficial y transversal, el uso de dispositivos de control, señalamiento y demarcación, los laterales de la vía en cuanto a vegetación y limpieza, la revisión de obras especiales como brocales y aceras. Para lograr estos objetivos se realizaron varios recorridos de inspección en el tramo en estudio reportando en tablas la situación a lo largo de la vía y en especial para la evaluación del pavimento se usó el Índice de Condición de Pavimento o PCI. Se pudo verificar que la vía se encuentra en MUY MAL ESTADO. Obteniéndose por el método PCI, el valor para ese tramo de 30,4 lo que indica que la condición del pavimento es MUY MALA. También se pudo verificar que la vía en ese tramo necesita la sustitución de tres colectores, la reparación de aceras, cunetas, brocales; el desmalezamiento todo el tramo y la colocación de dispositivos de control, señalamiento y demarcación. Se recomienda realizar jornadas de mantenimiento y rehabilitación para lograr aumentar la vida útil del pavimento y en general mantener la vía en condiciones optimas.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**CONTRIBUIDORES:**

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E-MAIL				
	ROL	CA	AS (X)	TU	JU
Narváez, Andreína	CVLAC:	V- 4.652.441			
	e-mail:	andreinabarrett@gmail.com			
	ROL	CA	AS	TU	JU(X)
Ramírez, María	CVLAC:	V- 13.766.690			
	e-mail:	tocho2@gmail.com			
	ROL	CA	AS	TU	JU(X)
Araujo, Francelia	CVLAC:	V- 8.296.290			
	e-mail:				
	ROL	CA	AS	TU	JU(X)

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2010	04	15
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
Tesis.Evaluación_Integral_Vía local.doc	Aplicación/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H
I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v
w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE**ESPACIAL:** _____ (OPCIONAL)**TEMPORAL:** _____(OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Civil

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Ingeniería Civil

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**DERECHOS**

De acuerdo al artículo 41 del Reglamento de Trabajo de Grado:

“Los Trabajos de Grado son exclusiva propiedad de la Universidad y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”

Sánchez A. Marya J.

AUTOR

Prof. Andreína Narvárez

TUTOR

Prof. María Ramírez

JURADO

Prof. Francelia Araujo

JURADO

Prof. Yasser Saab

POR LA SUBCOMISION DE TESIS