

UNIVERSIDAD DON VASCO, A.C.

Incorporación No. 8727 – 15

a la Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela de Ingeniería Civil

PROPUESTA PARA LA CONSERVACIÓN RUTINARIA DEL TRAMO CARRETERO “URUAPAN-EL SABINO” DEL KM 4+520 AL KM 8+220 EN BASE A LAS NORMAS DE LA SCT.

Tesis

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

Humberto Raya Tovar

Asesor:

Ing. Guillermo Navarrete Calderón

Uruapan, Michoacán, 24 de Marzo del 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente y de una forma muy especial, quiero agradecer a Dios por darme las fuerzas para sobrellevar el camino de la vida; para levantarme en cada tropiezo, para mostrarme que los obstáculos dan fortaleza y los errores cometidos nos dan aprendizaje, y que gracias a ello me ha permitido llegar hasta esta etapa más de mi vida.

A mis padres, Apolinar y Bertha Alicia, por otorgarme su apoyo en todos los sentidos para poder darme la oportunidad de subir a un escalón más en la vida y porque siempre han estado conmigo en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis hermanos, que siempre me apoyaron moralmente, por sus consejos cuando más los necesité y por mantener mi autoestima siempre alta.

A mi familia en general, pero en particular a mis tíos Armando y Graciela, y a mis primos Gilberto, Melchor y Fidel que en su momento me dieron la mano, para poder llegar hasta esta meta.

A todos mis amigos que han estado durante mi formación, en especial a los que estuvieron conmigo durante toda la carrera, así como a Guadalupe Solís y su familia, que siempre buscaron el bien para poder superarme.

A mis maestros, que durante la carrera profesional impartieron sus conocimientos; pero en especial a mis asesores que gracias a su apoyo he podido concluir la elaboración de mi trabajo.

ÍNDICE

	pág.
Introducción	1
Antecedentes.	1
Planteamiento del problema.	5
Objetivos.	5
Pregunta de Investigación.	6
Justificación.	6
Marco de referencia.	8
Capítulo 1.- Desarrollo de una carretera	
1.1.- Definición de una carretera.	10
1.2.- Las carreteras actuales y carreteras del futuro.	11
1.3.- Antecedentes de las carreteras de México.	13
1.4.- El peatón, la carretera y vehículo, principales elementos de la ingeniería de tránsito utilizados para el proyecto carretero.	14
1.4.1.- Visión peatonal y del conductor.	16

1.4.2.- Características de los vehículos de proyecto.	18
1.5.- Velocidad.	19
1.6.- Volumen de tránsito.	20
1.6.1.- Volúmenes de tránsito absolutos o totales.	20
1.6.2.- Volúmenes de tránsito promedio diarios (TPD).	21
1.6.3.- Volúmenes de tránsito horarios.	22
1.7.- Flujo vehicular.	23
1.8.- Capacidad y nivel de servicio.	24
1.8.1.- Condiciones de una infraestructura vial.	25
1.8.2.- Condiciones del tránsito.	26
1.8.3.- Condiciones de control.	26
1.8.4.- Nivel de servicio.	26
1.9.- Factores que reducen la capacidad de las carreteras.	28
1.10.- Visibilidad.	29
1.10.1.- Distancia de frenado.	30
1.10.2.- Distancia de visibilidad de rebase.	31

1.11.- Tipos de proyectos.	32
1.11.1.- Proyecto de nuevo trazado.	32
1.11.2.- Proyecto de duplicación de calzada.	32
1.11.3.- Proyecto de acondicionamiento.	32
1.11.4.- Proyecto de mejoras locales.	33

Capítulo 2.- Características físicas de una carretera

2.1.- Partes integrantes de una carretera.	34
2.1.1.- Cortes y terraplenes.	35
2.1.2.- Sub-rasante.	36
2.1.3.- Sub-corona.	37
2.1.4.- Corona.	37
2.1.5.- Rasante.	37
2.1.6.- Acotamientos.	37
2.1.7.- Ancho de sección.	38
2.1.8.- Derecho de vía.	39
2.1.9.- Calzada o superficie de rodamiento.	39

2.2.- Pavimento.	39
2.3.- Bases y sub-bases.	40
2.3.1.- Funciones de la base y sub-base.	43
2.4.- Concreto.	44
2.4.1.- Características de los materiales petreos para carpetas asfálticas.	44
2.4.2.- Características de los productos asfálticos, para carpetas asfálticas.	46
2.4.3.- Carpetas asfálticas por el sistema de riegos.	47
2.4.4.- Mezclas elaboradas en el lugar o en frío.	47
2.4.5.- Carpetas de concretos asfálticos elaborados en planta.	49
2.5.- Curvas.	49
2.6.- Drenajes.	50
2.6.1.- Drenajes longitudinales.	51
2.6.2.- Drenajes transversales.	53
2.7.- Tipos de carreteras y su funcionamiento.	55
2.7.1.- Clasificación por trāsītabilidad.	55
2.7.2.- Clasificación administrativa.	56

2.7.3.- Clasificación técnica oficial.	57
2.8.- Señalamiento y sus colores de identificación.	58
2.9.- Marcas.	67

Capítulo 3.- Resumen de macro y microlocalización

3.1.- Generalidades.	70
3.2.- Entorno geográfico.	71
3.2.1.- Macrolocalización.	71
3.2.2.- Microlocalización.	72
3.3.- Topografía regional y de la zona en estudio.	72
3.4.- Geología regional y de la zona en estudio.	73
3.5.- Hidrología y clima, regional y de la zona en estudio.	74
3.6.- Uso del suelo regional y de la zona en estudio.	75
3.7.- Estado físico anterior del camino.	75
3.8.- Estado actual del camino y los vehículos que circulan.	77
3.9.- Drenajes del camino y sus marcas de alineamiento.	78
3.10.- Planeamiento de alternativas.	79

3.10.1.- Alternativas a usar en su conservación.	79
--	----

Capítulo 4.- Metodología

4.1.- Método científico.	81
--------------------------	----

4.1.1.- Método matemático.	82
----------------------------	----

4.2.- Enfoque de investigación.	82
---------------------------------	----

4.2.1.- Alcance.	83
------------------	----

4.3.- Tipo de diseño de investigación.	84
--	----

4.3.1.- Investigación transeccional.	85
--------------------------------------	----

4.4.- Instrumentos de recopilación.	85
-------------------------------------	----

Capítulo 5.- Análisis e interpretación de los resultados

5.1.- Ejecución de proyectos de señalamientos y dispositivos para la Protección en obras.	90
---	----

5.2.- Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación.	93
--	----

5.3.- Fracción E, de las normas para conservación periódica de carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.	94
---	----

5.4.- Medidas de mitigación del impacto ambiental.	94
--	----

5.5.- Transporte y almacenamiento.	95
5.6.- Materiales.	95
5.7.- Obras de drenaje y sub-drenaje.	96
5.7.1.- Limpieza de cunetas y contra-cunetas.	97
5.7.2.- Limpieza de alcantarillas.	98
5.7.3.- Limpieza de registros.	100
5.7.4.- Limpieza de lavaderos.	102
5.8.- Pavimentos.	103
5.8.1.- Materiales pétreos para mezclas asfálticas.	104
5.8.2.- Caracterización de materiales asfálticos.	112
5.8.3.- Calidad de materiales asfálticos.	114
5.8.4.- Clasificación y calidad de materiales asfálticos según su uso.	116
5.8.5.- Limpieza de la superficie de rodamiento y acotamientos.	118
5.8.6.- Sellado de grietas aisladas en carpetas asfálticas.	120
5.8.7.- Bacheo superficial aislado.	122
5.8.8.- Bacheo profundo aislado.	126

5.8.9.- Sellado de grietas y juntas en losas de concreto hidráulico.	128
5.9.- Señalamientos y dispositivos de seguridad.	133
5.9.1.- Clausula F. de la norma N-PRY-CAR-10-01-002 Diseño de Señalamiento Horizontal.	137
5.9.2.- Pinturas para señalamiento horizontal.	138
5.9.1.- Reposición de marcas en el pavimento.	139
5.9.2- Reposición de marcas en guarniciones.	143
5.9.3- Reposición de marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodadura.	145
5.9.3.- Limpieza de vialetas y botones.	147
5.9.4.- Limpieza de señales verticales.	148
5.9.5.- Limpieza de defensas y barreras centrales.	149
5.9.6.- Reposición de vialetas para defensas y barreras centrales.	151
Conclusiones	153
Bibliografía	155
Anexos	

RESUMEN

Este trabajo de tesis tiene como finalidad, analizar las normas de la SCT para la conservación rutinaria de caminos y proponer procesos de conservación rutinarios que cubran los requisitos que la SCT exige en las normas; para el tramo carretero “Uruapan-El Sabino” y poder deducir si los procesos de conservación rutinarios propuestos en el tramo Uruapan-El Sabino cumplen con los requisitos que las normas de la SCT exigen.

En el capítulo 1 se hará mención de lo que es una carretera y sus características como es, capacidad y nivel de servicio de la infraestructura vial, condiciones del tránsito y de control; características que deben de cumplir las infraestructuras viales para la buena visibilidad, distancia de frenado y distancia de rebase dependiendo de los diferentes tipos de proyectos como puede ser de nuevo trazado, duplicación de calzada, acondicionamiento o mejoras locales.

En el capítulo 2 se hace énfasis en las partes físicas que integran una carretera, como son; cortes y terraplenes, corona, sub-corona, rasante, sub-rasante, acotamientos, anchos de sección, derecho de vía, pavimentos y sus características dependiendo del material con el cual están conformados, clasificación de drenajes, tipos de curvas, clasificación de las carreteras, señalamientos horizontales y verticales.

En el capítulo 3 se hace mención de la ubicación del lugar en estudio, como es la macro y microlocalización, y las características físicas del mismo.

En el capítulo 4 se hace mención de la metodología forma parte del proceso de investigación que sigue a la propedéutica y que posibilita la sistematización de los métodos y de las técnicas concretas necesarias para realizar la investigación, en este caso fue por medio del método matemático.

En el capítulo 5 se analizan los conceptos de obra en el tramo carretero Uruapan-El Sabino con el propósito de conservación rutinaria, proponiendo opciones para los procedimientos constructivos de cada uno de dichos conceptos.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

El Mundo es el nombre que se le da al planeta tierra, desde un punto de vista humano. El mundo se ha considerado que es todo un conjunto de seres vivos; seres que por su clasificación se consideran racionales como lo es el ser humano e irracionales el resto. Desde las primeras civilizaciones han surgido grandes necesidades y sobre todo cuando estas civilizaciones fueron creciendo de una forma considerable.

Debido al crecimiento, al desarrollo socioeconómico y cultural de dichas civilizaciones fueron surgiendo las necesidades de comunicarse unas con otras, esto para poder tener intercambio de alimentos, suministros alimenticios que en diferentes lugares eran producidos dependiendo del clima y región, herramientas para el trabajo, y no se diga la cultura propia. Gracias a esas necesidades se fueron ingeniando las formas de hacer las cosas más rápidas, fáciles y seguras. Buscando la forma de transportar grandes cantidades de productos, e incluso el descubrimiento de la rueda, fue una de las causas para dar origen a las primeras franjas de circulación nombradas carreteras.

Los mesopotámicos, una de las civilizaciones más avanzadas, fueron los primeros en la construcción de carreteras, después les prosiguieron los chinos; en Sudamérica los incas construyeron una avanzada red de caminos que no se consideraban carreteras, pero que a su vez servían como tal, ya que en su momento

la rueda aun, no la conocían. Todo esto ha conformado un círculo, pero principalmente gracias a estos medios se ha podido tener grandes avances en la tecnología y que gracias a esta, también, se han podido mejorar y sobre todo conservar dichas carreteras, como lo es la vía Apia, que empezó a construirse alrededor del año 312 a. C., y la vía Faminia hacia el 220 a.C., ambas construidas por los romanos. Estas franjas de circulación que al principio fueron terracerías, empedrados, caminos con materiales graduados, hasta llegar a la actualidad que son los pavimentos tanto flexibles como rígidos y no solo eso, incluso, llegar a clasificar el tipo de carretera según su tránsito y velocidad. Estas a menudo se han usado para significar la suma universal humana, 'la condición humana' en general, o Historial.

En el mundo hay aproximadamente 6800 millones de personas, de los cuales un conjunto en particular forman un continente, países, estados, hasta llegar a ciudades y poblados, los cuales se caracterizan por su ubicación geográfica, productividad, costumbres y tradiciones; en general por su cultura, encontrándose en un estado de desarrollo socioeconómico y cultural equilibrado.

En particular y gracias al plan de desarrollo integral que se ha dado y que se ha venido dando en una de las principales ciudades del estado de Michoacán al igual que uno de los principales municipios de la misma, denominado El Sabino; Uruapan que es la segunda ciudad más importante del estado y que gracias a la gran producción de productos agrícolas a su alrededor; propuso en el periodo 2008-2010 ampliar y mejorar la infraestructura en la construcción y conservación de carreteras y terracerías, para el desarrollo de transporte y traslado de productos agrícolas, con el objetivo de impulsar un próspero progreso, vecinal, municipal, estatal y nacional.

El gobierno de Uruapan, en conjunto con el apoyo vecinal y recursos estatales; gracias a su programa de trabajo, pudo llevar a cabo la construcción de la carretera vecinal Uruapan-El Sabino quedando comunicados tres de las principales rancherías de la región, Mata de plátano, San Marcos y El Sabino, de los cuales Mata de plátano es reconocido por la producción de aguacate, San Marcos y El Sabino por la producción de guayaba, caña de azúcar y mango, por otro lado El Sabino que también es reconocido turísticamente por el zocriadero de cocodrilos, venado y avestruz.

Uruapan, reconocido sólo por la producción de aguacate y algunos otros productos agrícolas; tambiénha incrementado su desarrollo pero ahora en el crecimiento de productos de procedencia industrial. Así mismo y viendo la necesidad se crea en su entorno la comunicación más eficiente y rápida. Sé consideraba un periodo de tiempo de cuarenta minutos para poderse trasladar desde Uruapan a la comunidad El Sabino y sin embargo, gracias a las obras de carreteras realizadas el tiempo de traslado se redujo por mitad.

Por otra parte, al consultar en la biblioteca de Universidad Don Vasco AC., se pudo percibir que no existen investigaciones iguales o del mismo tema que ésta, pero sí existen algunas que se pueden relacionar con las vías terrestres, como lo son: “Revisión del proceso de construcción del tramo carretero –El Tepehuaje-Las guacamayas- en el municipio de Carácuaro, Mich.” Elaborada por Salgado Mora, Hugo Enrique en el 2008, que tenía como objetivo analizar, si los procesos constructivos que se llevaban a cabo eran los correctos o no y que tuvo como resultado que eran los correctos ; “Revisión de obras de drenaje del tramo 0+100 al

2+000 de la carretera Ziracuaretiro-Lacienega” elaborada por Chávez Álvarez, Gabriel en el 2008 y “Procedimientos constructivos de terracerías para la autopista Morelia-Lázaro Cárdenas del sub-tramo Uruapan-Nueva Italia del km 11+000 al 18+000” elaborada por Quintero Vizcarra, Ignacio; Cervantes Zamora, Rigoberto; en Marzo de 1999.

Planteamiento del problema

El camino vecinal Uruapan-El Sabino, es el motivo de la elaboración de la presente tesis, uno de los más importantes de la región, ya que gracias a él, Uruapan y sus alrededores han mejorado de una forma social y económica. Debido al avance que han podido obtener y que se sigue obteniendo, se ha dado la tarea de mantenerlas y conservarlas en las mejores condiciones para que no pierdan las características principales de proyecto y para que no dejen de ser funcionales para las cuales se proyectaron y diseñaron.

Generalmente se observa que el mantenimiento de dichas vialidades ha sido escaso, y por el mismo motivo los accidentes viales suceden con mayor frecuencia, por ello cabe preguntarse: ¿qué se debe hacer para conservar en óptimas condiciones el tramo carretero Uruapan-El Sabino?

Objetivo general.

Analizar las normas de la SCT para la conservación rutinaria de caminos y proponer procesos de conservación rutinarios que cubran los requisitos que la SCT exige en las normas; para el tramo carretero “Uruapan-El Sabino”.

Objetivos específicos.

- a) Especificar las características que definen el tipo de camino.
- b) Mencionar en qué consiste un proceso de conservación rutinaria de una carretera.

- c) Verificar los puntos más importantes para la conservación rutinaria de una carretera.
- d) Mencionar los aspectos de deterioro de una carretera.
- e) Mencionar los beneficios y perjuicios que se pueden dar en la conservación de una carretera.

Preguntas de investigación.

¿Los procesos de conservación rutinarios propuestos en el tramo Uruapan-El Sabinocumplen con los requisitos que las normas de la SCT exigen?

Preguntas secundarias:

¿Qué es un proceso de conservación rutinario de carreteras?

¿Cuál es la finalidad del proceso de conservación rutinario de carreteras?

¿Cuáles son las normas que debe de seguir un proceso de conservación rutinario de carreteras?

Justificación.

El análisis de los procesos de conservación de carreteras es de mucha importancia, ya que por medio de su estudio se puede llegar a la conclusión del proceso adecuado, de, y como se pueden mantener en buenas condiciones todas las vías terrestres, evitando gastos innecesarios e incluso el tiempo mismo en cuestión de mano de obra para su mantenimiento.

La elaboración de esta tesis aporta un conjunto de conocimientos a los estudiantes de Ingeniería Civil y a la humanidad en general, ya que al acceder a la investigación, especifica con claridad todo lo relacionado con el tema, dándole una solución o respuesta a cada una de las cuestiones del lector.

Marco de referencia.

La carretera vecinal Uruapan-El Sabino, conecta Uruapan con las rancherías Mata de plátano, San Marcos y El Sabino. La longitud total de dicha carretera desde Uruapan hasta El Sabino es de 17 km, de los cuales 10km se localizan dentro de una zona boscosa y templada y los otros 7 km se encuentran localizados en un clima de tipo cálido. Se recorre en un tiempo de 20 minutos máximo a una velocidad moderada. Pero el sub-tramo analizado se encuentra entre Uruapan y San Marcos.

San Marcos está situado en el municipio de Uruapan (en el estado de Michoacán de Ocampo). Tiene 374 habitantes, está a 1100 metros de altitud. Se localiza al oeste del Estado, en las coordenadas 19°20' de latitud norte y 101°55' de longitud oeste. Limita al norte con la ranchería denominada Rancho Viejo, al este con El sabino al oeste con Mata de plátano y Uruapan. Su distancia a la capital del estado es de 165 Km por la vía a Uruapan.

La agricultura es la principal actividad económica de su región, siendo sus principales cultivos: la caña de azúcar, mago, guayaba y otras frutas. La Ganadería representa la segunda actividad más importante de la zona, se cría principalmente ganado: bovino, caprino, aves y caballar. Representando estos dos sectores hasta el 51% de su actividad económica.

Uruapan está inmersa en el eje neovolcánico mexicano, al centro-occidente del estado de Michoacán, tiene una extensión territorial total de 954.17 km². Limita con los municipios de Los Reyes, Charapan, Paracho, Nahuatzen, Tingambato, Ziracuaretiro, Taretan, Nuevo Urecho, Gabriel Zamora, Parácuaro, Nuevo

Parangaricutiro, Tancítaro y Peribán. Es famosa por su clima templado, exuberante vegetación y por la gran producción anual de aguacate con calidad de exportación, razón por la cual se le conoce también como “La capital mundial del aguacate”.

Es considerada una de las principales ciudades del estado de Michoacán de Ocampo, gracias a la gran producción agrícola y un tanto más a su desarrollo industrial y por la gran comercialización de los mismos. En algunas zonas circunvecinas existe también el cuidado de ganado vacuno y porcino, todo con la finalidad del consumo de sus carnes.

CAPÍTULO 1

DESARROLLO DE UNA CARRETERA

A lo largo de la historia y hasta la actualidad, el hombre ha necesitado de los mejores medios y con las mejores condiciones, para el transporte, tanto personal como comercial con la mayor rapidez posible. Los principales medios han sido automóviles, trenes, aviones y barcos, la aparición de la rueda que fue la primera invención, dio vida al automóvil y a las carreteras; que hasta la actualidad se le ha dado mucha prioridad en su construcción como el mantenimiento de las mismas.

En este capítulo se hará mención de lo que es una carretera y qué características debe de cumplir dependiendo de las características de los vehículos y volumen de los mismos, capacidad y nivel de servicio de la infraestructura vial, condiciones del tránsito y de control; así como las características que deben de cumplir las infraestructuras viales para la buena visibilidad, distancia de frenado y distancia de rebase dependiendo de los diferentes tipos de proyectos como puede ser de nuevo trazado, duplicación de calzada, acondicionamiento o mejoras locales.

1.1.- Definición de una carretera.

“La carretera es la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido adaptada”. (Crespo Villalaz; 1980:1)

Geoméricamente, una carretera se considera como un cuerpo tridimensional e irregular. En cuanto a sus dimensiones y características se considera como la obra lineal, que gracias a su sección transversal y apoyada a un eje longitudinal puede definir su trayectoria.

1.2.- Las carreteras actuales y carreteras del futuro.

Referente a lo que señala Olivera Bustamante (2006), las variable más importantes que se deben de tener en cuenta en la proyección y construcción de carreteras modernas son las pendientes del terreno sobre el que se construirá dicha carretera, la capacidad cortante tanto del suelo como del firme para soportar la carga esperada, la estimación de la intensidad de uso de la carretera, la naturaleza geológica y geotécnica del suelo, así como la composición y espesor de la estructura de pavimentación.

Anteriormente todos los trazos de carreteras eran elaborados manualmente, con estuches de rotulación y otras herramientas de dibujo. Los levantamientos topográficos se hacían con aparatos mecánicos, pero gracias a la tecnología es posible, incluso tener los levantamientos topográficos mediante apoyos satelitales para posteriormente vaciar los datos a la computadora y poder crear una imagen gráfica por medio de software, que simule las características del terreno real en estudio.

Se ha comenzado a ser posible en determinadas circunstancias estabilizar el suelo en lugar de construir cimientos a base de tierras compactadas o de hormigón, siempre y cuando sea lo suficientemente homogéneo. El cemento, la cal, y el betún

asfáltico son los aglomerantes más empleados para este tipo de tratamientos. Para todos estos métodos y tratados de materiales, se lleva un proceso constructivo estricto y supervisado, dichos procedimientos son apoyados con el gran avance tecnológico de maquinaria.

Anteriormente para la elaboración de carpetas asfálticas se necesitaba elaborar la mezcla en el lugar apoyados con maquinaria de, extendido, niveladoras y compactadoras. En la actualidad estas son poco utilizadas para ciertos trabajos ya que se consideran incosteables y con poca precisión. En la actualidad el asfalto se elabora en una planta asfáltica, se acarrea mediante camiones de volteo y se forman las carpetas con una maquina asfaltadora especial para dar espesores específicos, para posteriormente dar su debida compactación.

Las carreteras modernas se construyen casi en líneas rectas através de campo abierto en lugar de seguir las viejas rutas establecidas, esto con la finalidad de evitar áreas de congestionamiento, túneles o pasos elevados.

Los autores Cal y Mayor Reyes Spíndola (1998), señala que la seguridad se ha incrementado separando el tráfico y controlando los accesos, ahora en las autopistas se separan los vehículos que viajan en direcciones opuestas. Las principales características de las autopistas y autovías modernas son la existencia de señales luminosas adecuadas para la conducción nocturna, de amplios derechos de vía para poder detenerse fuera del tráfico, carriles reversibles, zonas de frenado de emergencia, dispositivos y marcas reflejantes en el pavimento, entre otras.

1.3.- Antecedentes de las carreteras de México.

Referente a lo que la página www.mtecnologico.com/ic/Main/AntecedentesHistoricosDeLasCarreteras señala, en el México antiguo, el transporte de objetos, personas e ideas entre distintos sitios, distribuidos a lo largo y ancho de diversos territorios; de relevancia económica, política y religiosa se realizaba por caminos, rutas, veredas y senderos. Los senderos, caminos y rutas son una expresión en que los grupos humanos organizan el espacio social a partir del geográfico; dichas expresiones también forman parte de la producción basada en el diseño y la planeación de las culturas propias.

Por esas vías se trasladaban las personas, que a su vez eran portadoras de objetos y tradiciones, de bienes y de costumbres. Sin duda alguna, dichas rutas tuvieron un papel activo en la vida cotidiana al conectar distintos lugares, cuya relevancia estaba determinada por el nivel de desarrollo social, en distintas regiones y épocas. Por ello la complejidad de las instituciones culturales, económicas, políticas y religiosas llevó a que se formalizaran estas vías de intercambio terrestre, mediante la transformación del entorno natural o cambio de suelo.

Las veredas y senderos se conformaron gracias al recorrido que seguían una y otra vez los individuos, mientras que los caminos, calzadas y avenidas fueron notables obras de ingeniería, con orientaciones relacionadas con los sistemas calendáricos establecidos a partir de observaciones astronómicas, reflejo de la ideología de los pueblos prehispánicos.

Las rutas más importantes atravesaban diversas ciudades y centros de consumo, la ciudad de México era el punto nodal, de donde partía el llamado “camino de la plata” o “camino real de Tierra Adentro” dichos caminos, comunicaban a la capital con las lejanas provincias del norte de la Nueva España, pasaban por los pueblos de indios, las villas, los reales de minas, las misiones, las fortificaciones, los puertos marítimos, los ranchos y las haciendas.

También se trazaron caminos desde Veracruz, era el principal puerto al que llegaban mercancías europeas y Acapulco, puerto de arribo con sus cargamentos de finos y estimados productos asiáticos. Otras regiones también contaban con vías que llevaban a la capital, como las rutas de Texas, a lo largo del Pacífico, y la de Guatemala, que atravesaba por Oaxaca.

Cada estado de la República construye carreteras dentro de su jurisdicción territorial, mismas que identifica con número propio, en la actualidad se consideran un aproximado de 310 carreteras consideradas como federales a lo largo del país. Hasta el 2002, México tenía 10140 km de vías de 4 o más carriles. (Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes)

1.4.- El peatón, la carretera y el vehículo son los principales elementos de la ingeniería de tránsito utilizados para el proyecto carretero.

“La ingeniería de tránsito es aquella fase de la ingeniería de transporte, encargada del análisis que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por las calles y carreteras en general; así como sus redes,

terminales, tierras adyacentes, lo que son los derechos de vías, y la relación con otros medios de transporte”. (Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael; 1998:28).

Realmente tiene la finalidad de hacer los estudios previos para poder ejecutar cierto proyecto, con la finalidad de que cumpla con todos los requisitos necesarios y sea factible su operación. Debido a los estudios se deberá tomar en cuenta desde el cambio del uso del suelo, evitando los impactos ambientales como son: alteración de la vida silvestre y fauna, así como a la contaminación del medio ambiente (ruido esmog).

Se analizan diversos factores, tanto de las limitaciones de los vehículos motores como las habilidades de los usuarios. Se debe de investigar la velocidad, el volumen, y la densidad vehicular; el posible origen y destino del movimiento de cada uno de los conductores, la capacidad de calles y carreteras circunvecinas con el nuevo proyecto, así como: pasos de desnivel, terminales, intersecciones canalizadas y los posibles accidentes viales. Se estudia al usuario particularmente desde el punto de vista psíquico-físico, la capacidad y las limitaciones, indicándose la capacidad que tiene el usuario de actuar con rapidez en la reacción para frenar, acelerar o maniobrar.

Referente a lo señalado por Cal y Mayor Reyes Spíndola (1998), el proyecto debe tener análisis en base a un conjunto de reglamentos de tránsito, como son; secciones construidas y diseñadas en base a las dimensiones y peso de los vehículos a transitar, tomando en cuenta elementos acústicos, señalamientos, comportamiento de la circulación etc. Buscar las soluciones a menor costo y la mejor

solución la cual debe desarrollar eficientemente acciones a largo plazo, que se puedan mejorar las condiciones de tránsito sin tener que poner restricciones innecesarias al mismo.

1.4.1.- Visión peatonal y del conductor.

Cal y Mayor Reyes Spíndola (1998) refiere que, con el término peatón se considera a toda la población en general. Es importante estudiar el peatón por la simple razón de que es la víctima principal del tránsito, e incluso por ser un causante. En el tránsito vehicular se le da prioridad al peatón, pero a pesar de eso a nivel mundial el número de víctimas por accidentes viales ha incrementado inmoderadamente debido a la falta de cultura tanto de los conductores como del peatón mismo.

Todos los proyectos en general, sin importar su dimensión deben de cumplir con los reglamentos de tránsito, en particular, son: los cruces peatonales marcados, semáforos peatonales e incluso los puentes de desnivel; también se prevé el número de peatones que pudiera tener en circulación cierta sección para poder proyectar el ancho de las aceras.

Por ambas partes se han violado los reglamentos, tanto peatonales por querer cruzar las calles aprisa por los lugares no permitidos, sin ni siquiera voltear a ver si puede o no tener acceso y sin ni siquiera leer los señalamientos; así como por parte de los conductores que después de tener señalamientos de límites de velocidad, altos totales por la intervención de semáforos, violan las reglas y las exceden, teniendo como consecuencias secundarias los accidentes.

Se han realizado algunas pruebas y se ha considerado que la reacción visual de un conductor que llega a una esquina para ver si el paso está libre, dura aproximadamente un lapso de 1.2 segundos; desde el momento en que voltea a su derecha, posteriormente a la izquierda para terminar su ciclo y poder enfocar al frente; incluso el exceso de velocidad disminuye la capacidad de percibir los objetos a corta distancia, provocando un fenómeno visual llamado visión de túnel.

Cal y Mayor Reyes Spíndola (1998), especifica que los conductores tienen la capacidad de percibir las cosas en un marco visual de 180°, quizá detalladamente solo un marco de 140°, pero a razón de que la velocidad del vehículo incrementa, el ángulo de visualización central disminuye de 140° a 100° circulando a una velocidad de 30 km/h teniendo la vista centrada a una distancia de 150m y así sucesivamente, un conductor que circula a una velocidad de 100 km/h reduce su ángulo de visualización hasta 40° y su vista centrada a una distancia de 500 m. por tal razón dentro de un poblado o ciudad se prohíbe estrictamente circular a exceso de velocidad ya que los obstáculos se encuentran más próximos y realmente no se pueden percibir.

El vehículo motor se ha considerado para aquellos conductores que y sin ninguna preparación de educación vial lo conducen; como, una arma homicida. Un conductor considera que el simple hecho de maniobrar un vehículo, es saber manejar; pero se olvida que lo más importante es saber la responsabilidad que lleva en el volante, ya que en cualquier y mínimo movimiento puede acabar no solo su vida, si no con la vida de varios individuos en un instante.

Cualquier individuo puede tener la facultad de adaptarse a cualquier innovación que le presenten; aunque la mayoría de los accidentes no pasan tanto por las limitaciones físicas del hombre, si no por falta de adaptación de ambas masas. El problema de esto es que no solo a los pilotos deben adaptarse, si no que debería de haber la obligación de preparar a todo el público, peatones en general y a los propios conductores.

1.4.2.- Características de los vehículos de proyecto.

Las principales normas que rigen el proyecto de calles y carreteras son fundamentadas por las dimensiones y características de los vehículos motores que por ellas transitarán. “El vehículo de proyecto se considera aquel, cuyo peso, dimensiones, y características de operación es utilizado para establecer los lineamientos que seguirá el proyecto geométrico de la carretera, calle o intersección”. (Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael; 1998:81)

Para efectos de proyecto es recomendable considerar dos tipos de vehículos, los vehículos livianos como son los autos compactos y los vehículos pesados en los que se incluyen autobuses y camiones de carga, tomando mucho en consideración la distancia entre sus ejes. Así también para poder dar dimensionamiento a los radios de giro y poder evitar las fuerzas tanto centrípetas como centrífugas, determinar el inicio de sobre anchos necesarios en las curvas horizontales y la distancia de visibilidad en las curvas verticales tanto en curvas en cresta como en columpio.

1.5.- Velocidad

Generalmente se define que “la velocidad como la relación del espacio recorrido entre el tiempo que tarda en recorrerlo”. (Crespo Villalaz; 1980:3). Existen diferentes velocidades como: la velocidad de punto que es la velocidad instantánea con la que se detecta un vehículo en movimiento en un punto determinado, la velocidad media temporal, velocidad media espacial, velocidad de recorrido, velocidad de marcha y velocidad de proyecto.

La velocidad de proyecto es también conocida como velocidad de diseño, que es la velocidad máxima a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre una sección específica de una vía (carretera), siempre y cuando las características atmosféricas y de tránsito sean tan favorables como las características geométricas del proyecto que gobiernan la circulación.

Cuando se selecciona una velocidad de proyecto depende mucho de la importancia y sobre todo del tipo y categoría de la futura vía, de los volúmenes de tránsito que van a circular, de las características topográficas de la región, del uso del suelo y principalmente de la disponibilidad de los recursos económicos.

Al proyectar una vía es conveniente mantener la misma velocidad del proyecto para todo el tramo. Aunque los cambios drásticos en la topografía obligan a variar la velocidad de proyecto en ciertos sub-tramos.

1.6.- Volumen de tránsito.

“El volumen de tránsito es el número de vehículos que se mueven en una dirección o direcciones especificadas sobre un carril o carriles dados y que pasan por un punto determinado del camino durante un cierto periodo de tiempo. (Mier Suárez; 1987:45). El volumen de tránsito se puede clasificar de diferentes formas según sus características y formas de medición.

1.6.1.-Volúmenes de tránsito absolutos o totales.

De acuerdo con Cal y Mayor Reyes Spíndola (1998) los volúmenes absolutos o totales de tránsito, se determinan como el número total de vehículos que pasan durante el lapso de tiempo determinado.

1. Tránsito Anual (TA).

Total de vehículos que pasan durante un año. $T=1$ año.

2. Tránsito Mensual (TM).

Total de vehículos que pasan durante un año. $T=1$ mes.

3. Tránsito Semanal (TS).

Total de vehículos que pasan durante un año. $T=1$ semana.

4. Tránsito Diario (TD).

Total de vehículos que pasan durante un año. $T=1$ día.

5. Tránsito Horario (TH).

Total de vehículos que pasan durante un año. T= 1 hora.

6. Tasa de flujo o flujo (q).

Total de vehículos que pasan durante un lapso de tiempo menor a una hora. T < 1 hora.

1.6.2.- Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios (TPD).

“Se define como el número de vehículos que pasan durante un periodo dado, en un periodo mayor de un día y menor o igual que un año (días completos), y dividido entre el número de días del periodo”. (Cal y Mayor Reyes Spíndola; 1998:154).

a) Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA).

Es considerado como el número de total de vehículos que transitan por una carretera en ambos sentidos durante un año y dividido entre 365 días.

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

b) Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM).

Se considera como el número de total de vehículos que transitan por una carretera en ambos sentidos durante un mes y dividido entre 30 días.

$$TPDA = \frac{TM}{30}$$

c) Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM).

Es el número de total de vehículos que transitan por una carretera en ambos sentidos durante una semana y dividido entre los 7 días que la conforman.

$$TPDA = \frac{TS}{7}$$

1.6.3.- Volúmenes de tránsito horarios.

En acuerdo con Cal y Mayor Reyes Spíndola (1998) se dice que con base a una hora específica o seleccionada de un año, se da el volumen en vehículos por hora.

a) Volumen Horario Máximo Anual (VHMA).

Es la hora de mayor volumen de las 8760 horas del año, que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado.

b) Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto de un carril o calzada durante sesenta minutos consecutivos equivalente a una hora en un día en particular.

c) Volumen Horario de Proyecto (VHP).

Es el volumen de tránsito horario que sirve para determinar las características geométricas que se le darán a la vialidad en proyecto o por construir.

Es el más costeable y fundamentalmente se proyecta con el volumen horario que se pueda dar un número máximo de veces en el año (VHP), ya que si se considera el máximo número de vehículos por hora que se pueden presentar dentro de un año, se exigirían inversiones demasiadas cuantiosas para la construcción de dicho proyecto.

1.7.- Flujo vehicular.

Mediante el análisis de elementos del flujo vehicular, se pueden conocer y entender las características y el comportamiento del tránsito; que prácticamente son los requisitos básicos para el planeamiento, proyecto y operación de las carreteras y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte, de tal manera que dichas carreteras cumplan con su propósito por el cual fueron construidas; en el tiempo ya determinado y sobre todo en las mejores condiciones.

Algunas de las características fundamentales del flujo vehicular son representadas principalmente por tres principales variables: el flujo, la velocidad y la densidad. Mediante la deducción de las relaciones entre ellas se facilita para predecir y determinar las características de la corriente de tránsito así como las consecuencias de las diferentes opciones de operación o de proyecto.

Estas tres principales características van ligadas entre sí; ya que la densidad es considerada como el número de vehículos que ocupa una longitud específica de una vialidad en un momento dado y prácticamente ese conjunto de vehículos conforman un flujo desplazándose a cierta velocidad. En una longitud especificada, entre más vehículos circulen a un distanciamiento mínimo, se considera que es denso el tráfico, e incluso, aunque la circulación sea la de proyecto.

1.8.- Capacidad y nivel de servicio.

Como se vio anteriormente en el flujo vehicular, la relación de ambos conceptos están muy ligadas de hecho las características mismas. La capacidad de una infraestructura vial se considera como el máximo número en cantidad de vehículos que pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada en un intervalo de tiempo, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control.

La eficiencia con la que un sistema vial presta servicio a la demanda, se considera como la capacidad u oferta vial; para determinar la capacidad de un sistema vial, se debe de considerar y conocer principalmente no solo sus características físicas o geométricas, sino incluso también las características de los flujos vehiculares, bajo una serie de condiciones físicas y de operación.

Se hace referencia desde diversos puntos de vista, ya que se considera que cuando la vía está llegando a su máximo nivel de capacidad empiezan a presentar los congestionamientos; más, los flujos vehiculares inferiores a la capacidad, que circulan a velocidades muy bajas y a densidades muy altas, presenta condiciones de

operación forzada, e incluso a detener momentáneamente el tránsito, produciendo bajos niveles de operación.

Par hacer un previo estudio de capacidad de un sistema vial, debe hacerse al mismo tiempo un estudio cuantitativo y cualitativo, el cual permitirá evaluar la suficiencia y la calidad del servicio ofrecido por el sistema a los usuarios, de no ser así las características geométricas pueden cumplir con las expectativas, pero la calidad del sistema no.

La capacidad de un camino puede llegar a su límite pero en condiciones de servicio de calidad puede estar aún apto; pero las probabilidades de accidentes viales pueden incrementar inmoderadamente, aún más cuando los vehículos varíen demasiado, más que nada en velocidad y peso.

1.8.1.- Condiciones de una infraestructura vial.

Son principalmente las características físicas de las carreteras sin importar las condiciones del tránsito continuo o discontinuo, con y sin el control de accesos, dividida por muros divisorios independientemente si son de uno o más carriles, todo tipo de desarrollo de su entorno o si las características geométricas no están cumpliendo con las condiciones adecuadas e incluso el tipo de topografía y terreno donde se aloja dicha infraestructura.

1.8.2.- Condiciones del tránsito.

Se refiere a las condiciones de la distribución del tránsito en, tiempo, composición de tipos de vehículos como son livianos, camiones, autobuses y vehículos recreativos.

1.8.3.- Condiciones de control.

Son referenciadas principalmente a los señalamientos o dispositivos de control tales tanto restrictivas, informativas y preventivas.

1.8.4.- Nivel de servicio.

Para medir la calidad del flujo vehicular es necesario utilizar el concepto de nivel de servicio, el cual describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y sobre todo por la percepción por los conductores y los pasajeros mismos. Ciertas condiciones se pueden describir en términos de factores como lo son, la velocidad y tiempo de recorrido, la facilidad de maniobras, la comodidad y seguridad vial.

Los factores que afectan un nivel de servicio se pueden clasificar como internos y externos; los internos son considerados aquellos que corresponden a variaciones de velocidad, volumen, composición del tránsito, así como el movimiento de entrecruzamientos o direccionales, entre otros.

Entre los que son considerados como externos están, las características físicas de la vía, entre las que están, anchuras de carriles, distancia libre lateral, anchura de acotamiento y sobre todo las pendientes.

Según Cal y Mayor Reyes Spíndola (1998) los niveles de servicio se pueden clasificar según el flujo vehicular y los cuales se harán mención a continuación.

a) Nivel de servicio A.

Este nivel se presenta como una circulación a flujo libre. Los usuarios, están exentos de los efectos de la presencia de otros en circulación; tienen la libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobra con gran facilidad dentro del tránsito. Prácticamente el nivel de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación del motorista, pasajero y peatón son sumamente excelentes.

b) Nivel de servicio B.

Se encuentra dentro del flujo estable, aunque se considera que se empiezan incorporar más vehículos al flujo en la circulación. En este nivel la velocidad no se considera afectada, solo disminuye la libertad de maniobra e incluso también el nivel de comodidad y conveniencia es algo afectada a comparación del nivel del servicio A.

c) Nivel de servicio C.

Al igual que en el nivel de servicio B, el flujo se mantiene estable, pero la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La velocidad se ve afectada significativamente por la presencia de otros usuarios y la libertad de maniobra se comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.}

d) Nivel de servicio D.

En este servicio se presenta una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan restringidas, presentándose tanto para el conductor como para el peatón un nivel general de comodidad y conveniencia bajo.

e) Nivel de servicio E.

El funcionamiento está cerca del límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, pero uniforme. La frustración del conductor se eleva debido a la difícil maniobra para circular, y también por el bajo nivel de comodidad.

f) Nivel de servicio F.

Se presentan condiciones de flujo forzado. Esto se produce cuando la cantidad de vehículos son próximos a un punto determinado y son excedidos en cantidad que pueden pasar por él. En estos lugares se forman congestionamientos donde la operación se caracteriza por la existencia de paradas y arranques, extremadamente inestables.

1.9.- Factores que reducen la capacidad de las carreteras.

En los periodos de máxima demanda, el flujo vehicular se va tornando deficiente con pérdidas de velocidad, provocando que el sistema tienda a saturarse y causar demoras. Las demoras y las colas, son el resultado del congestionamiento, es un fenómeno de espera comúnmente asociado con muchos problemas de tránsito.

Las situaciones de demoras las ocasionan la variabilidad del flujo de tránsito, pues hay periodos en que la demanda puede llegar a ser muy grande, o se presentan por que la capacidad del sistema varié con el tiempo al darse el servicio por periodos.

Las demoras pueden ser causadas por los mismos dispositivos para el control del tráfico al interrumpirlo, así como el mismo uno x uno, que al ir en un viaje normal de flujo continuo se ven obligados a tener paradas exactas. En un segundo caso, las demoras pueden ocurrir periódicamente al encontrarse con los “cuellos de botellas” durante las mismas horas del día, que dichos “cuellos de botellas” no son más que la reducción geométrica del ancho del o los carriles de circulación, y las demoras no periódicas producto de incidentes viales o cierres eventuales de un carril o calzada.

1.10.- Visibilidad.

La visibilidad en una carretera es unas de las principales e importantes tareas que se deben tomar en cuenta siempre, pues generalmente los caminos que hasta la actualidad están contruidos fueron proyectados para velocidades muy inferiores, lo que ha ocasionado que gracias al avance tecnológico de los vehículos modernos, los caminos resulten muy peligrosos.

Es necesario que en las carreteras exista, tanto en planta como en perfil, la distancia de visibilidad adecuada para que el conductor del vehículo pueda ver delante de él a una distancia de tal manera que permita tomar, decisiones oportunas y que estas sean garantizadas.

Todo automovilista debe de precisar de dos distancias de visibilidades: la distancia de visibilidad para rebasar y la distancia de visibilidad para parar.

1.10.1.- Distancia de frenado.

En acuerdo con Wright (1993) se dice que la distancia para detener un vehículo ante un objeto que aparece inesperadamente en el camino se compone de dos principales factores: La distancia que recorre el vehículo desde el momento en que el conductor observa el obstáculo hasta que aplica los frenos, y la distancia de frenado.

$$d_o = Vt + \frac{V^2}{2fg}$$

En lo cual:

d_o =Distancia total a nivel en metros.

V =Velocidad de proyecto en metros por segundo.

f =Coeficiente de fricción (varia de 0.2 a 0.9, recomendable 0.4).

g =Aceleración de la gravedad en metros por segundo al cuadrado.

t =Tiempo de percepción y reacción del conductor (1 a 2.5 seg.).

1.10.2.- Distancia de visibilidad de rebase.

La distancia de visibilidad de rebase es referente a la necesaria para que un vehículo pueda pasar a otro u otros que circulan por el mismo carril pero a menor velocidad, sin peligro de chocar con los vehículos que puedan venir en la dirección opuesta por la vía que eventualmente ocupara para la maniobra.

Al calcular la distancia de visibilidad para pasar en un camino de dos vías, el conductor tiene que hacer las siguientes suposiciones dependiendo de su capacidad:

- a) El vehículo que se Rabasa debe de ir a una velocidad uniforme, y menor que la del proyecto.
- b) El vehículo que sobrepasa tiene que reducir su velocidad a la que lleva el vehículo que es rebasado mientras recorre la parte de la carretera o vía donde la visibilidad no es segura para pasar.
- c) Cuando se llegue a la zona segura de rebase, el conductor del vehículo que quiere sobrepasar requiere un corto periodo de tiempo para examinar la situación y decidir si es seguro el rebase o si no lo es (tiempo de percepción y reacción).
- d) Si se ejecuta el sobrepaso, este se logra acelerando durante la operación.
- e) En caso de que se esté ejecutando el rebase, y aparezcan vehículos en el sentido opuesto, el conductor debe de considerar tres factores: d_1 distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, d_2 distancia recorrida por el vehículo que sobrepasa mientras realiza la operación de rebase, d_3 distancia

recorrida por el vehículo que circula en sentido opuesto durante la operación de sobrepaso.

1.11.-Tipos de proyectos.

En acuerdo con Merrit (1999) las proyecciones pueden efectuarse sobre una determinada vía en formas muy diversas, pudiendo desde definirlos completamente hasta efectuar reformas en puntos muy determinados de la misma. En la instrucción de carreteras se pueden distinguir entre los siguientes tipos de proyectos:

1.11.1.-Proyecto de nuevo trazado.

Son aquellos cuya finalidad es la definición de una vía de comunicación no existente o la modificación funcional de una en servicio, con trazado independiente, que permita mantenerla con un nivel de servicio adecuado.

1.11.2.-Proyecto de duplicación de calzada.

Su principal finalidad es la transformación de una carretera de calzada única en otras de calzadas separadas. Esto se obtiene mediante la construcción de una nueva calzada, generalmente muy cercana y paralela a la preexistente. Este tipo de proyecto suele tener modificaciones locales del trazado existente, como puede ser la eliminación de los cruces a nivel, reubicación de accesos entre otras.

1.11.3.-Proyecto de acondicionamiento.

En este tipo de proyecto se señala básicamente para efectuar modificaciones en las características geométricas de una vía existente, con tendencias a acortar

tiempos de recorrido, mejorar el nivel de servicio y reducir la accidentalidad de la misma.

1.11.4.-Proyecto de mejoras locales.

Su fundamental propósito es la educación de determinados puntos de la vía que plantean problemas de funcionalidad, reduciendo su nivel de servicio o de seguridad. Para ello se actúa modificando las características geométricas de tramos y elementos aislados de la carretera.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UNA CARRETERA

Como se ha dicho anteriormente en el capítulo pasado, los proyectos de caminos son elaborados en base estudios importantes, delicados y laboriosos, con la finalidad de cumplir el propósito por el cual se está siendo elaborado. Que tengan la funcionalidad adecuada, la cual se logra gracias al cumplimiento de cada una de las normas, a un tanto las normas de calidad que la ley exige. Sobre todo, son los resultados de los estudios previos; los cuales permiten determinar las características físicas y geométricas de cierto camino.

En este capítulo se hará énfasis en las partes físicas que integran una carretera, definiendo cada una de ellas como son; cortes y terraplenes, corona, sub-corona, rasante, sub-rasante, acotamientos, anchos de sección, derecho de vía, pavimentos y sus características dependiendo del material con el cual están conformados, clasificación de drenajes, tipos de curvas, clasificación de las carreteras, señalamientos horizontales y verticales.

2.1.- Partes integrantes de una carretera.

En la construcción de una carretera se trata siempre de que la línea o alineamiento vertical que guiará su ruta, se encuentre alojada dentro de un terreno plano de mayor extensión posible, aunque, esto no es siempre posible obtenerlo debido a la topografía del terreno. Se deben de analizar los principales puntos, fijar los dos puntos que se unirán con dicho camino, buscar la línea más recta entre dichos puntos y que respete la pendiente gobernadora o de diseño, se deben realizar

levantamientos topográficos para poder trazar un perfil; definir dicha pendiente apoyada en cortes y terraplenes.

Si por causas topográficas dicha pendiente se sale del límite de pendiente máxima, se debe tomar una ruta externa, dicha ruta deberá analizarse para evitar pasar por zonas pantanosas; de deslaves o acantilados; se procurará cruzar los arroyos, ríos, barrancas, por los sitios más apropiados, buscando estabilidad, todos estos factores son con la finalidad de que se conserve el aspecto económico.

Todos los elementos que componen un camino, principalmente los elementos geométricos y físicos dependen del tipo de camino que se construirá según las necesidades; los elementos o partes del camino son las mismas, excepto sus dimensionamientos. Los elementos que conforman una carretera son: cortes, terraplenes, pendientes de diseño, alineación de curvas horizontales, curvas verticales, sobre-elevación, derecho de vía, drenajes; como son cunetas, contracunetas, alcantarillas, taludes, bombeo; sub-corona, corona, acotamientos, calzada, pavimento, base, sub-base, piv, psv e incluso los señalamientos forman parte de la carretera jugando un papel muy importante para su eficaz funcionalidad.

2.1.1.- Cortes y Terraplenes.

Cuando se tiene la línea definitiva por la cual se trazará la carretera, se deben considerar las pendientes de diseño, las cuales se toman para evitar cuestas muy prolongadas, fuera de las ya consideradas dentro del diseño (pendiente gobernadora). Es recomendable que dicha pendiente, tenga pequeños descensos

para que los vehículos puedan disipar su energía acumulada y así evitar posibles fallas mecánicas.

Para lograr dichas características en la pendiente se puede tener apoyo a dos principales e importantes procesos constructivos; cortes y terraplenes. Dichos procesos dan la facilidad de ajustar la pendiente deseada, pero por cuestiones de procesos de construcción, rendimiento y economía; dichos procesos deben de compensarse.

Cuando se necesita cortar el terreno se debe considerar un terraplén lo más próximo posible, para que el material de sobra o extracción cubra la demanda de terraplén (relleno) para evitar trasladar y ubicar un sitio de desperdicios. Para todos estos tipos de procesos se hacen los estudios previos de geología, ya que en ciertos puntos del trazo se deben de hacer mejoramientos del suelo que se deberá terraplenar lo cual sale antieconómico; en algunos otros casos se deberá hacer uso excesivo de maquinaria e incluso de explosivos para poder realizar los cortes.

2.1.2.- Sub-rasante

En acuerdo con Merrit (1999), se considera como sub-rasante a la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la sub-corona. En la sección transversal es un punto cuya diferencia de elevación con la rasante está determinada por el espesor del pavimento y cuyo desnivel con respecto al terreno natural, sirve para determinar el espesor de corte o terraplén.

2.1.3.- Sub-corona

Merrit (1999) señala que la sub-corona es la superficie que limita a las capas de terracería y sobre la que se apoyan las capas del pavimento. Tomándose en cuenta que las terracerías son el volumen de material que hay que cortar o terraplenar para formar el camino hasta la sub-corona. Los espesores de corte o terraplén en cada punto de la sección quedan definidos por las diferencias de cotas entre el terreno natural y la sub-corona.

2.1.4.- Corona

La corona es considerada como la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del mismo. En la sección transversal está representada por una línea. Los elementos que definen la corona son la rasante, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.

2.1.5.- Rasante

Es considerada como la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la corona del camino. En la sección transversal está representada por un punto". (Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael; 1998:108-109).

2.1.6.- Acotamientos

En acuerdo con Cal y Mayor Reyes Spíndola (1998) los acotamientos son aquellas fajas paralelas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros el camino. La principal función de los acotamientos es:

- Dar seguridad al usuario del camino al proporcionarle un ancho adicional fuera de la calzada.
- Proteger contra la humedad y posibles erosiones de la calzada, así como dar confinamiento al pavimento.
- Mejorar la visibilidad de los tramos en curva.
- Facilitar los trabajos de conservación rutinarios.
- Darle una mejor apariencia al camino.

El ancho de los acotamientos depende mucho del volumen de tránsito y del nivel de servicio al que la carretera vaya a funcionar. El color, textura y espesor serán dependiendo los objetivos que se quieran lograr con ellos y su pendiente transversal será igual a la de la calzada.

2.1.7.- Ancho de sección.

“El ancho de sección es aquel que se le da a las terracerías a nivel la subrasante en el diseño de la sección transversal. El ancho de cada vía depende de las dimensiones máximas de los vehículos que harán uso de ella así como la velocidad de los mismos. Se considera que a una velocidad de 25 km/h, la separación del centro de la llanta del lado derecho de un vehículo se encuentra a 70 cm del borde de la carpeta asfáltica y a una velocidad de 65 km/h se encuentra a 1m de separado”. (Crespo Villalaz; 1980:39).

2.1.8.- Derecho de vía.

“Se conoce como derecho de vía a la faja de terreno dentro de la cual se alojan una vía de comunicación y sus servicios auxiliares y cuya anchura mínima absoluta es de 20 m a cada lado del eje de la vía; ancho que puede ampliarse por las previsiones que determine el proyecto ya sea para fines inmediatos o a futuros”. (Crespo Villalaz; 1980:42).

2.1.9.- Calzada o superficie de rodamiento.

La calzada es considerada a aquella faja o parte de la corona que se ha acondicionado especialmente para el tránsito de los vehículos y construida por uno a más carriles; entendiéndose como carril a la faja de la superficie de rodamiento, de ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículos.

2.2.- Pavimento.

De acuerdo con Olivera Bustamante (2006) el pavimento es el acondicionamiento y mejoramiento de la zona de rodaje de una carretera, que consiste en clasificar diferentes tipos de materiales pétreos y darles un respectivo proceso para poder aplicarlos en la primera etapa del pavimento que es la base. Con un espesor de aproximadamente 20 cm, las características geométricas del pavimento varía en cuestiones de ser pavimentos flexibles o pavimentos rígidos. Una vez terminada la sub-bases se coloca una base y posteriormente el concreto.

2.3.- Bases y sub-bases.

La base y la sub-base son consideradas como el suministro, transporte y la colocación de materiales clasificados, sobre la sub-rasante definida en los diseños de carreteras; conformación y compactación de grava, piedra partida, arenilla u otro material granular, como las gravas trituradas aprobadas en el análisis de su calidad y resistencia; hay algunos materiales que son muy duros al extraerse pero que se intemperizan con facilidad, como las lutitas, las pizarras y el “choy”, los cuales no deben de emplearse.

Los materiales para sub-base y base estarán sujetos a los tratamientos mecánicos que lleguen a requerir para cumplir con las especificaciones adecuadas, siendo los más usuales: la eliminación de desperdicios, el disgregado, el cribado, la trituración y en algunas ocasiones el lavado, se pueden encontrar en cauces de arroyos de tipo torrencial, en las partes cercanas al nacimiento de un río y en los cerros constituidos por rocas andesíticas, basálticas y calizas. Es de gran importancia conocer el tipo de terreno con el que se va a trabajar, ya que en base a esto se elige el tipo de maquinaria y el personal suficiente para trabajar en forma adecuada.

El material que se mande del banco para efectuar el análisis correspondiente, deberá traer las etiquetas adecuadas y al llegar a laboratorio se le efectuará un secado, su disgregación y se le cuarteará.

La construcción de una sub-base tiene como procedimiento los siguientes procesos:

- Extensión.
- Humedecimiento de una capa.
- Conformación.
- Compactación.
- Acabado de la capa.

Estos procesos deben de repetirse tantas veces como sea necesario hasta alcanzar los niveles de calidad deseados. Las fuentes de suministro de los materiales propuestos, el acabado deseado de la sub-rasante, incluyendo el bombeo, peraltes y demás obras de carácter definitivo o provisional necesarias para mantener drenada la vía, en cualquier condición climática; deben cumplir con los más estrictos controles de calidad.

La base y sub-base se colocará en capas no mayores de 20 cm. de espesor, medido antes de la compactación, y mantendrá un contenido de humedad cercano al óptimo para compactarse a un mínimo del 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado.

En ningún caso se permitirá colocar la capa superior sin que la capa inferior cumpla las condiciones de nivelación, espesor y densidad exigidas. Simultáneamente con estas operaciones, se procederá a conformar las bermas permanentes, las cuales se compactarán en todo su ancho y en el espesor total de la capa para que

sirva de contención lateral a la zona central. Cuando se trate de sub-base sobre afirmado existente, se seguirá el siguiente procedimiento:

- Si el afirmado existente en la vía formara parte de la sub-base del proyecto, éste se escarificará en una profundidad de 10 cm. o la que se indique en las especificaciones particulares.
- Se conformará y compactará al 95% de la densidad máxima del Proctor Modificado. Si el espesor de la sub-base por colocar sobre el afirmado existente, está proyectado para corregir irregularidades menores de la calzada, se podrá autorizar la colocación y mezcla del material de sub-base con el afirmado existente ya escarificado.

Cualquier contaminación de una capa debe corregirse, antes de proseguir el trabajo. La compactación de las zonas próximas a obras tales como: andenes, sardineles, muros, tuberías, deben hacerse con compactación de impacto (bailarinas).

En la actualidad se tiene que para carreteras con un tránsito menor a 1000 vehículos pesados, se recomienda que el espesor de la bases sea de 12 cm. Y cuando el tránsito sea mayor, se recomienda que el espesor mínimo sea de 15cm. Para las sub-bases la SCT recomienda un espesor mínimo de 10 cm.

Una vez alcanzado el grado de compactación de la base, se deja secar superficialmente varios días. Cuando la capa ya esté seca, se barre para retirarle la basura, el polvo y las partículas sueltas que pueda haber, ya sea con ayuda de

cepillos manuales o mecánicos. Posteriormente se proseguirá a un riego de incrementación distribuyendo asfalto FM-1 en proporción de 1.5 L/m².

Este riego de impregnación sirve para tener una zona de transición entre la base de materiales naturales y la carpeta asfáltica; cierta impregnación debe de penetrar un mínimo de 3 mm de lo contrario puede deberse a que la superficie está muy cerrada por el exceso de finos, entonces es conveniente cambiar la granulometría reduciendo un poco los finos. En caso de que la base esté muy abierta es conveniente aumentar la proporción de asfalto a 1.8 L/m² para que cumpla con su finalidad.

2.3.1.- Funciones de la base y la sub-base.

La Sub-base cumple más que nada, una función de economía, ya que ahorra dinero al poder transformar un cierto espesor de la capa de base a un espesor equivalente de material de sub-base (no siempre se emplea en el pavimento), impide que el agua de las terracerías ascienda por capilaridad y evitar que el pavimento sea absorbido por la sub-rasante. Debe de transmitir en forma adecuada los esfuerzos a las terracerías.

En cuanto a la Base, es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos. La carpeta es colocada sobre de ella porque la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento. Regularmente esta capa además de la compactación necesita otro tipo de mejoramiento (estabilización) para poder resistir las cargas del tránsito sin deformarse y además de transmitir las en forma adecuada a las capas inferiores.

El valor cementante en una base es indispensable para proporcionar una sustentación adecuada a las carpetas asfálticas delgadas. En caso contrario, cuando las bases se construyen con materiales inertes y se comienza a transitar por la carretera, los vehículos provocan deformaciones transversales.

En el caso de la granulometría, no es estrictamente necesario que los granos tengan una forma semejante a la que marcan las fronteras de las zonas, siendo de mayor importancia que el material tenga un VRS (Valor Relativo de Soporte) y una plasticidad mínima; además se recomienda no compactar materiales en las bases que tengan una humedad igual o mayor que su límite plástico.

2.4.- Concreto.

Una vez terminado el riego de impregnación se procede a colocar las capas de concreto asfáltico. El concreto asfáltico consiste en la mezcla de materiales pétreos con asfalto, los cuales deben cumplir con ciertas características dependiendo el proyecto en la carretera. Para que estos materiales cumplan con las características y calidades deseadas se deben de someter a un conjunto de procesos de tratamiento.

2.4.1.- Características de los materiales pétreos para carpetas asfálticas.

De acuerdo con Olivera Bustamante (2006), los materiales pétreos deben ser inertes, provenientes de playones de ríos o arroyos, de depósitos naturales denominados minas o de rocas, los cuales, por lo general requieren ser tratados y

clasificados para utilizarse. Enseguida se especificarán los tratamientos que se deben de hacer a los materiales pétreos.

1.- Existen los materiales que deben ser cribados y que son poco o nada cohesivos, los cuales al extraerlos quedan sueltos. Deben ser cribados por una malla si se requiere eliminar los desperdicios mayores a 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ " ó $\frac{1}{4}$ ". De aquí dependen los diámetros deseados, se deberán utilizar cierta cantidad de mallas y el número de calibre de estas.

2.- Materiales que deben de tener un tratamiento de trituración y cribado. Esto consiste en separar los materiales con diámetros deseados, pero como un porcentaje mayor de los materiales exceden los diámetros deseados, se requiere someterlos a un tratamiento de ser triturados parcialmente para aprovecharlos a su totalidad, he incluso para poder disgregar posibles terrones de mayor diámetro.

3.- Materiales que por su requerimiento, deben ser triturados totalmente y cribados. Estos materiales pueden provenir de piedras extraídas de mantos de roca, piedra de pepena o de piedra suelta en depósitos naturales. Este tipo de proceso incluye un tratamiento especial de lavado del material para la eliminación de arcillas o materiales orgánicos si así lo requiere. Posteriormente el material triturado se somete a una separación de diámetros deseado, utilizando un conjunto de mallas de diferentes calibres, al igual que en los otros dos tratamientos; prácticamente este es el tratamiento más caro de los tres.

2.4.2.- Características de los productos asfálticos, para carpetas asfálticas.

El asfalto o cemento asfáltico, es un componente natural residuo de la destilación del petróleo, el cual a temperaturas normales es sólido y de color café oscuro; se utiliza para la elaboración de concretos con la finalidad de que impermeabilice, estabilicen y favorezca la adherencia entre todas y cada una de las partículas pétreas que lo conforman.

Existen los asfaltos rebajados, los cuales son con el fin de poder ser trabajados a temperaturas menores. Los rebajados asfálticos se elaboran diluyendo el concreto asfáltico en gasolina, obteniendo el rebajado de Fraguado Rápido (FR); el asfalto rebajado con tractolina se considera de Fraguado Medio (FM); y por último, el asfalto rebajado con diesel o aceites ligeros se considera como de fraguado bajo. Es necesario que todos los materiales pétreos estén bien secos, para poderlos mezclar con el cemento o los rebajados asfálticos, pues de lo contrario no habrá adherencia entre ellos.

Las emulsiones asfálticas que son productos que se pueden aplicar o mezclar con materiales húmedos, en las que el cemento asfáltico se suspende en agua, por medio de un emulsificante y un estabilizador. De acuerdo con el emulsificante utilizado, se pueden producir emulsiones aniónicas y catiónicas; las emulsiones catiónicas resisten más humedades en los materiales pétreos. Estos tipos de emulsiones también se pueden clasificar en fraguados rápidos, fraguados medios y fraguados lentos; dependiendo al porcentaje de cemento asfáltico utilizado.

Las carpetas asfálticas más comunes en el país pueden elaborarse de la siguiente manera: por riegos, mezclas en el lugar y mediante concreto asfáltico elaborado en planta estacionaria en caliente.

2.4.3.- Carpetas asfálticas por el sistema de riegos.

Las carpetas por riegos consisten en una serie de capas sucesivas de productos asfálticos y pétreos sobre la base impregnada. La forma de construir la carpeta por riegos es la siguiente:

Ya teniendo la base impregnada, se da un primer riego de producto asfáltico que se cubre con un riego del material pétreo grueso; por medio de una compactadora de rodillo liso de 10 ton, se acomodan y se hacen tres cubrimientos de la superficie, enseguida se repite toda la operación, solo que el material pétreo debe ser de menor dimensiones que el utilizado anteriormente.

Después se repite la operación con el material pétreo más fino; considerando este proceso como un riego de asfalto fluidificado, se riega material pétreo y se acomoda con un rodillo liso. Se debe dejar determinado tiempo (una semana) para que fragüe el producto asfáltico y, después de un barrido manual o mecánico se retira el material que no esté adherido a la estructura ya que este puede ocasionar accidentes y daños a los parabrisas de los usuarios.

2.4.4.- Mezclas elaboradas en el lugar o en frío.

Estas mezclas se construyen mediante el mezclado, tendido y compactación de materiales pétreos y un material asfáltico. Cuando las mezclas se elaboran en el

lugar, los tratamientos previos pueden ser el cribado o triturado, de acuerdo con el desperdicio que tengan los materiales. Los materiales asfálticos son rebajados de fraguado rápido o medio, o emulsiones de rompimiento medio o lento.

Antes de iniciar la construcción de la carpeta, la base debe estar impregnada, y posteriormente dar un riego de liga, con petrolizadora en toda la superficie que quedara cubierta con la carpeta. Debe definirse una longitud máxima para la elaboración de la carpeta. Se utiliza una motoconformadora para el extendido y mezclado del material pétreo y asfáltico.

El material asfáltico debe aplicarse por medio de una petrolizadora, si es conveniente en varios riegos, sobre el material pétreo parcialmente extendido, procediendo después de cada riego a revolverlos y haciendo un mezclado final hasta obtener un producto homogéneo; no debe regarse material asfáltico si el pétreo contiene una humedad superior a la de absorción.

Una vez teniendo extendido el material en el ancho y espesor con motoconformadora, se debe verificar que la relación disolvente-cemento asfáltico de la mezcla sea la fijada, se iniciará la compactación utilizando un rodillo liso tipo tándem, posteriormente un compactador neumático hasta alcanzar un mínimo de 95% del peso volumétrico máximo que fije el proyecto, después se utilizará una plancha lisa para borrar las huellas de llantas.

Cuando la carpeta esté terminada se realizan cortes, para que sus características estén dentro de las fijadas en el proyecto. Si la carpeta asfáltica presenta mayor del 10% de permeabilidad permitida deberá darse un riego de sello

2.4.5.- Carpetas de concretos asfálticos elaborados en planta.

“La carpeta de concreto asfáltico son mezclas de materiales pétreos y cemento asfáltico; como el cemento asfáltico a temperatura ambiente es sólido, se necesita que la elaboración de la mezcla se efectuó en una planta en la que se calienta hasta 140°C y, por el cual, el material pétreo también debe de calentarse, pudiendo llegar hasta temperaturas de 160°C”. (Olivera Bustamante; 2006:198).

Debido a las características del cemento asfáltico, este tipo de carpeta presenta características de tipo elásticas, con ruptura de tipo frágil y de poca resistencia, principalmente a bajas temperaturas, es por eso que estas carpetas no deben de construirse sobre bases o terrenos naturales, con módulos de elasticidad bajos, los cuales pueden tener grandes deformaciones bajo la acción del tránsito. Para la construcción de estas carpetas es necesario construir bases rígidas con estabilizaciones del suelo utilizando cal hidratada o cemento Portland o sobre bases asfálticas.

2.5.- Curvas.

La curva en una carretera es la característica física, que tiene como finalidad unir dos tramos rectos pero que ambos fueron alterados por un cambio de dirección del lineamiento, para salvar algún descontrol topográfico. Las curvas se caracterizan por ser derechas e izquierdas, horizontales y verticales.

Las horizontales son construidas en el plano, en algunas ocasiones se hacen para distracción del conductor ya que se tiene considerado que un conductor

manejando más de 10km en línea recta puede contraer problemas de visión y ocasionar un accidente.

Las curvas horizontales se caracterizan por tener una sobreelevación en un extremo, dicha sobreelevación es un desnivel que sirve para drenar la superficie de rodamiento e incluso para equilibrar la fuerza centrífuga de los automóviles, y así evitar que estos salgan disparados. Las curvas verticales sirven para salvar un desnivel, pueden ser en columpio o en cresta; ambas deben ser diseñadas para poder tener mejor alcance en la visualización de los objetos.

2.6.- Drenajes.

Los drenajes artificiales dentro de una carretera se clasifican en superficiales y subterráneos. El drenaje superficial se clasifica en longitudinal y transversal con respecto al eje del camino. Longitudinales como: cunetas, contracunetas, canales auxiliares, cajones de entrada, desarenadores, cunetas entubadas y bordos. Los drenajes transversales son; alcantarillas de tubos o bóvedas, bombeó, vados, puentes y lavaderos.

Los drenajes en una vía o carretera son de las principales obras que la componen, y sobre todo, que le dan y alargan el tiempo de vida útil. El agua al penetrar dentro de la estructura del pavimento disminuye la garantía de que esté funcionando al 100%.

2.6.1.- Drenajes longitudinales.

El drenaje longitudinal tiene como objetivo captar los escurrimientos para evitar que lleguen al camino o permanezcan en él; conduciendo las avenidas de agua a obras de drenaje transversal o simplemente a conducirlos a algún cauce natural; se caracterizan por ser obras que tienden a seguir en forma paralela la línea sub-rasante o eje del camino.

a) Cunetas.

De acuerdo con Crespo Villalaz (1980) las cunetas se consideran como pequeños canales que se construyen a los lados de la cinta asfáltica en cortes y tienen como función interceptar el agua que escurre de la corona, del talud del corte y del terreno natural adyacente; para conducirla hacia una corriente natural o hacia una obra transversal para desalojarla de la zona que ocupa en el camino.

Las principales características geométricas para su construcción son; trapezoidales, triangulares y rectangulares, pero para una mejor función se recomienda que sean triangulares. Dentro de estas obras pueden anexarse obras como canales auxiliares los cuales se construyen con la finalidad de encauzar una corriente ya sea paralela o transversal al camino con el fin de evitar desbordamientos y erosión.

b) Contracunetas.

Son zanjas que se construyen aguas arriba sobre los cerros de cortes y tienen como finalidad interceptar el agua que escurre por las laderas y conducirla hacia

alguna cañada inmediata para evitar que escurra por los taludes y los erosione y que se aumente el caudal de las cunetas.

Aunque se tiene considerado que la mayoría de las fallas de los taludes son ocasionadas por la presencia de contracunetas ya que son mal ubicadas o el tipo de material en el que se construyeron es de mala calidad y no se impermeabiliza. Para la construcción de una contracuneta debe de tomarse en cuenta la formación geológica, la topografía, y la cobertura vegetal del terreno.

c) Cajones de entrada, desarenadores y cunetas entubadas.

Cajones de entrada, desarenadores y cunetas entubadas son estructuras principalmente construidas en el exterior de las alcantarillas con la finalidad de evitar azolvamiento, ya que retienen ramas de árboles, azolves, basuras, etc., y los cuales pueden permitir la entrada para su limpieza.

d) Bordos.

En acuerdo con Mier Suárez (1987) los bordos son estructuras que se construyen en los hombros del terraplén para evitar que el agua escurra sobre los taludes, principalmente se construyen si el camino tiene mucha pendiente longitudinal. Estos bordos pueden ser de concreto asfáltico y concreto hidráulico; estos bordos conducen el agua hacia lavaderos u obras de alivio.

e) Lavaderos.

Son considerados como pequeños canales que se construyen sobre los taludes, los cuales sirven de alivio o salida a una corriente sobre la carpeta asfáltica, evitando que esta se erosione. Estos lavaderos pueden ser zampeados, de lámina, mampostería o suelo cementado; se localizan a distancias variables entre una y otra dependiendo de la precipitación pluvial y de la pendiente longitudinal del camino.

2.6.2.- Drenajes transversales.

El drenaje transversal tiene como objeto dar paso al agua que cruza de un lado u otro de una carretera, o bien, retirar lo más pronto posible el agua de su corona. Se construyen de diferentes dimensiones, según las avenidas que se interceptaron con la construcción de la carretera ó por la capacidad de captación de la calzada.

a) Alcantarillas

De acuerdo con Olivera Bustamante (2006) las alcantarillas son estructuras de diversas formas que deben cumplir con la finalidad de conducir y desalojar lo más rápido posible el agua que llega a las partes bajas del terreno que atraviesan el camino. Por su forma de sección y los materiales con las que se construyen se pueden clasificar como tubos, bóvedas, losas, sobre estribos y cajones.

En estas estructuras hay estrechamiento de cause lo cual provoca aumento de velocidad incrementando los riesgos de erosionamiento a la entrada y salida de las obras. Aunque se realiza una mejora mediante una estructura de transición a la

entrada y la salida, formada por aleros con abertura aproximada de 30°, es de mucha importancia su diseño para las avenidas más desfavorables.

b) Bombeo.

El bombeo proporciona a la corona del camino, en las tangentes del trazo horizontal, una pendiente transversal del centro del camino hacia los hombros, y su principal función es dar salida al agua que cae sobre la corona y evitar que penetre a las terracerías. En las curvas horizontales esta pendiente se forma con una sobre-elevación que se le da al hombro exterior, dicha sobre-elevación sirve también para contrarrestar la fuerza centrífuga en los autos.

c) Vados.

“Son estructuras superficiales del camino, ubicados en el cruce con escurrimiento de agua efímera o permanente de un tirante muy pequeño”. (Olivera Bustamante; 2006:54). Por lo general, en una carretera no son muy comunes, ya que lo que se quiere es que haya fluidez de tránsito en una carretera. Se necesita para su construcción elementos o materiales que asemejen las propiedades del cauce natural para que la erosión del camino o carretera sea la menos posible.

d) Puentes.

Un puente es una estructura o construcción, que permite salvar un accidente geográfico o cualquier otro obstáculo físico como un río, un cañón, un valle, un camino, una vía férrea, un cuerpo de agua, o cualquier obstrucción. El diseño de

cada puente varía dependiendo de su función y la naturaleza del terreno sobre el que el puente es construido.

Su proyecto y su cálculo pertenecen a la ingeniería estructural, siendo numerosos los tipos de diseños que se han aplicado a lo largo de la historia, influidos por los materiales disponibles, las técnicas desarrolladas y las consideraciones económicas, entre otros factores. Para la construcción de un puente dentro del proyecto de una vía carretera, se realizan estudios profundos; ya que se considera como una de las estructuras más costosas.

2.7.- Tipos de carreteras y su funcionamiento.

De acuerdo con Cal y Mayor Reyes Spíndola (1998), para el diseño y construcción de carreteras se debe hacer un conjunto de estudios de suma importancia principalmente para definir el tipo de carretera que se elegirá para que su uso y transitabilidad sea el eficiente. Las carreteras o caminos en momento de ser proyectados o diseñados, especifican finalmente el tipo de carretera que se establecerá; las carreteras se pueden clasificar principalmente de tres formas, clasificación por transitabilidad, clasificación por administración y clasificación técnica oficial.

2.7.1.- Clasificación por transitabilidad.

La clasificación de las carreteras por transitabilidad más que nada corresponde a las etapas que se prosiguen para la construcción de una carretera, los cuales pueden ser:

- Terracerías, es cuando se ha construido la sección de proyecto hasta su nivel de sub-rasante que únicamente es transitable en tiempo de secas.
- Carretera revestida, es la etapa donde sobre el nivel de la sub-rasante se coloca, se empareja y se compacta una o varias capas de material pétreo clasificado, el cual y por su tratamiento puede ser transitable todo el tiempo pero a velocidades moderadas.
- Pavimentada es aquella que llevó un proceso más especial, donde se tuvieron que mezclar materiales pétreos clasificados con cemento asfáltico y que se le dio un acabado más fino para alcanzar los propósitos del proyecto por la que se construyó. En este tipo de carreteras se pueden alcanzar velocidades altas.

2.7.2.- Clasificación administrativa.

Esta clasificación indica con qué recursos fue construida una carretera, si fue construida por recursos federales, estatales o vecinales; y por lo mismo especifica, quién la administrará.

- Federales, son construidas con recursos federales y por lo tanto quedan a su cargo para su control.
- Estatales se construyen con dos porcentajes, un 50% lo otorga la federación y el otro 50% lo otorga el estado donde será construida dicha carretera. Estas carreteras quedan a cargo de las Juntas Locales de Caminos.

- Vecinales, este tipo de carreteras se construyen a beneficio de una localidad la cual debe pagar una tercera parte del costo, una tercera parte la federación y otra tercera parte el estado. Su construcción y conservación queda a cargo de la Juntas Locales de Caminos.
- De cuota, éstas se realizan con recursos federales, pero queda a cargo por otra dependencia denominada Carreteras y Puentes Federales siendo inversión recuperable por medio de cuotas de peaje.
- Concesionadas éstas se construyen con recursos de particulares inversionistas e incluso recursos extranjeros, y por lo tanto para su recuperación de la inversión son administradas por ellos mismos durante un periodo establecido, para posteriormente entregarla a la federación.

2.7.3.- Clasificación técnica oficial.

Esta clasificación hace referencia al tipo de carretera según su capacidad de tránsito y características geométricas, las cuales pueden ser más cómodas, seguras y rápidas, al ser transitadas.

Tipo especial: Para tránsito promedio diario anual superior a los 3000 vehículos, equivalente a un horario máximo anual de 360 vehículos o más.

Tipo A: para un tránsito promedio diario anual de 1500 a 3000, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos.

Tipo B: para un tránsito promedio diario anual de 500 a 1500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos.

Tipo C: para un tránsito promedio diario anual de 50 a 500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 6 a 60 vehículos.

2.8.- Señalamientos y sus colores de identificación.

Los usuarios de los caminos dependen cada día más de los dispositivos y señalamientos de control de tránsito para su información. No se puede concebir el buen funcionamiento de una carretera si no se cuenta con el señalamiento necesario, que imparta seguridad al usuario de la misma. La principal finalidad de estos dispositivos es; llamar la atención, transmitir un mensaje claro, imponer respeto a los usuarios de la carretera y advertirlos desde una localización adecuada a fin de dar tiempo para reaccionar en cualquier circunstancia o probabilidad de peligros a los que pueden estar sometidos.

En las vías rápidas es necesario coordinar desde el principio del proyecto geométrico del camino, con el proyecto de señalamiento, para no esperar a colocar los señalamientos donde se crea que deben de ir. El señalamiento dentro del proyecto debe estar ubicado dentro del cono de visual del conductor, para que atraiga su atención, facilitar su lectura e interpretación de acuerdo con la velocidad de proyecto. El tamaño, contraste, colores, forma, composición e iluminación deben ser combinados para llamar la atención del conductor, proporcionarle un significado comprensible, para así dar tiempo suficiente para reaccionar.

Los señalamientos son tableros fijados en postes, con símbolos, leyenda o ambas cosas, con el objetivo de prevenir a los conductores de peligros, la existencia de determinadas restricciones o prohibiciones que limiten sus movimientos sobre el camino para así proporcionar información necesaria para facilitar el viaje de una forma rápida, pero segura.

De acuerdo con Mier Suárez (1987), los señalamientos de las carreteras se dividen en tres tipos bases: Señales preventivas, señales restrictivas y señales informativas.

- a) Señales preventivas: Tienen como objetivo indicar al usuario la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones, de la naturaleza de la carretera y poder reducir el peligro potencial de la misma. Las señales preventivas tienen forma de cuadrado con una diagonal en posición vertical. Su fondo es amarillo con letras y ribete de color negro. Algunas de las dimensiones de estos señalamientos son los que se mostrarán en el cuadro siguiente, dependiendo del tipo de camino:

Dimensiones (cms).	Lámina comercial conveniente para un desperdicio mínimo (cms).	Uso.
60x60 (sin ceja).	122x244	Caminos estatales y urbanos.
71x71 (con ceja).	152x305	Caminos federales y vías rápidas urbanas.
86x86 (con ceja).	91x183	Caminos de alta velocidad y autopistas.
117x117 (con ceja).	122x244	Caminos de alta velocidad y autopistas.

Tabla 2.1. Tamaños recomendados para señales preventivas. (Mier Suárez; 1987,248).

La distancia hasta el lugar de peligro a la que deberá colocarse debe ser determinada de tal manera que brinde seguridad tanto de día como de noche y la cual deberá ser establecida dependiendo el tipo de camino. Sin embargo es recomendable colocarlas no menor a una distancia de 90mts y no mayor a 225mts.

Deberán ser colocadas al lado derecho a una distancia de 1.5m de la carpeta asfáltica como mínimo y como máximo a 2.4m. Se recomienda que la altura de las señales preventivas sea de 1.5m, uniforme en todas; pero si existen circunstancias especiales que no sea mayor a 2.1m no menor a 60 cm. En caso de que haya obra en ejecución deberá colocarse la señal de hombres trabajando o simplemente de obra, en caso de poner barreras para el desvío de circulación, estas barreras deben ser blancas y negras, si es necesario con dispositivos reflejantes. (Ver imagen 2.1.)

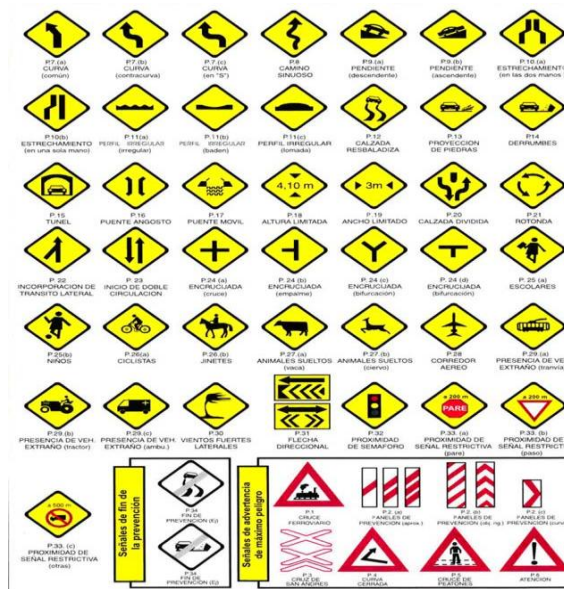


Imagen 2.1.- Señales preventivas.

Fuente: www.senalamientovial.com.mx/images/13rest.gif&imgrefurl

b) Señales restrictivas: Indican al usuario, la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan el tránsito, con el fin de que el usuario de la carretera lo cumpla. Se usan para reglamentar el derecho de paso, el movimiento a lo largo del camino, los movimientos direccionales, las limitaciones de dimensiones y peso de vehículos, las restricciones a estacionamientos y otras restricciones.

Para estas señales se usa la forma rectangular, y debe colocarse con la dimensión mayor en la posición vertical, estas señales están formadas por un símbolo negro inscrito en un círculo rojo sobre fondo blanco, con un letrero negro debajo del círculo. Deben ser colocadas al igual que los señalamientos preventivos a una altura y distancia de la carretera uniforme; correspondiendo a la dirección de la circulación y frente a ella. Ver imagen 2.2.



Imagen 2.2.- Señales restrictivas.

Fuente: www.senalamientovial.com.mx/images/13rest.gif&imgrefurl

Se deben colocar en el punto donde empiece la reglamentación, y de ser necesario en otros puntos donde continúe la reglamentación, si esta está muy prolongada y deberán colocarse a una suficiente distancia antes de un punto considerado que indique una dirección obligatoria.

En el cuadro siguiente se muestran las características geométricas y su uso del señalamiento restrictivo.

Dimensiones (cms).	Lamina comercial conveniente para un desperdicio mínimo (cms).	Uso.
60x60 (sin ceja).	122x244	ALTO. Caminos estatales y urbanos.
71x71 (con ceja).	152x305	ALTO. Caminos federales.
70x70x70 (sin ceja).	122x305	CEDA EL PASO. Caminos estatales y vías urbanas.
85x85x85 (con ceja).	122x305	CEDA EL PASO. Caminos federales.
45x60 (sin ceja).	91x193	Caminos estatales y urbanos.
60x80 (sin ceja).	122x244	Caminos estatales de alta velocidad.
56x76 (con ceja).	122x244	Caminos federales y vías rápidas urbanas.
86x117 (con ceja).	19x244	Caminos de alta velocidad y autopistas.
Diámetro de 70 (con ceja).	152x305	Caminos federales de alta velocidad y autopistas.
Diámetro de 50 (sin ceja).	152x305	Caminos estatales y zonas urbanas.

Tabla 2.2. Tamaños recomendados para señales Restrictivas. (Mier Suárez; 1987,249).

c) Señales informativas. Guían al usuario a lo largo de su viaje, tienen como finalidad informarle sobre calles o caminos que encuentre y los nombres de poblaciones, lugares de interés y sus distancias. Estas señales son rectangulares y deben de colocarse en posición vertical; con excepción de algunas que se colocan en posición vertical. El tamaño de estas señales se ajusta a las necesidades, pero se recomienda que no tengan más de tres renglones de leyenda. Este tipo de señalamientos se clasifican en: de identificación, de destino, de servicios y de información general.

c.1) Señales informativas de identificación: Se usan para identificar los caminos según el número asignado y su forma es de escudo; y las flechas complementarias en conjunto con el escudo identifican el sentido que sigue el camino.

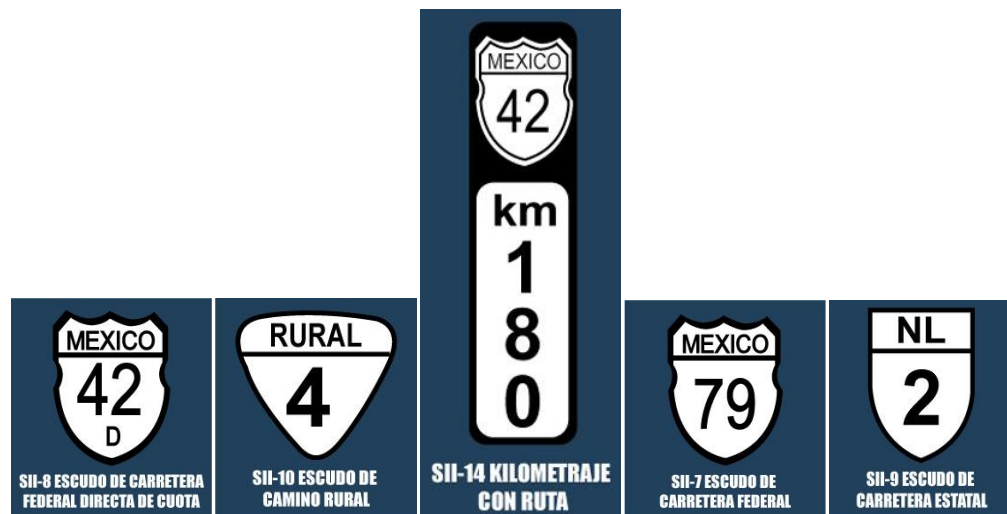


Imagen 2.3. Señales informativas de identificación.

Fuente: www.senalamientovial.com.mx/images/13rest.gif&imgrefurl.

c.2) Señales informativas de destino. Indica el nombre de las poblaciones, pueden usarse en repetición, en este caso se llaman previas, de decisión y confirmativas, según su colocación antes de la intersección, en el lugar de la decisión y después de la intersección.



Imagen 2.4. Señales informativas de destino.

Fuente: www.senalamientovial.com.mx/images/13rest.gif&imgrefurl.

c.3) Señales informativas de servicios. Identifican los lugares donde se prestan servicios, gasolineras, lugares de atención médica, teléfonos, baños, entre otros.

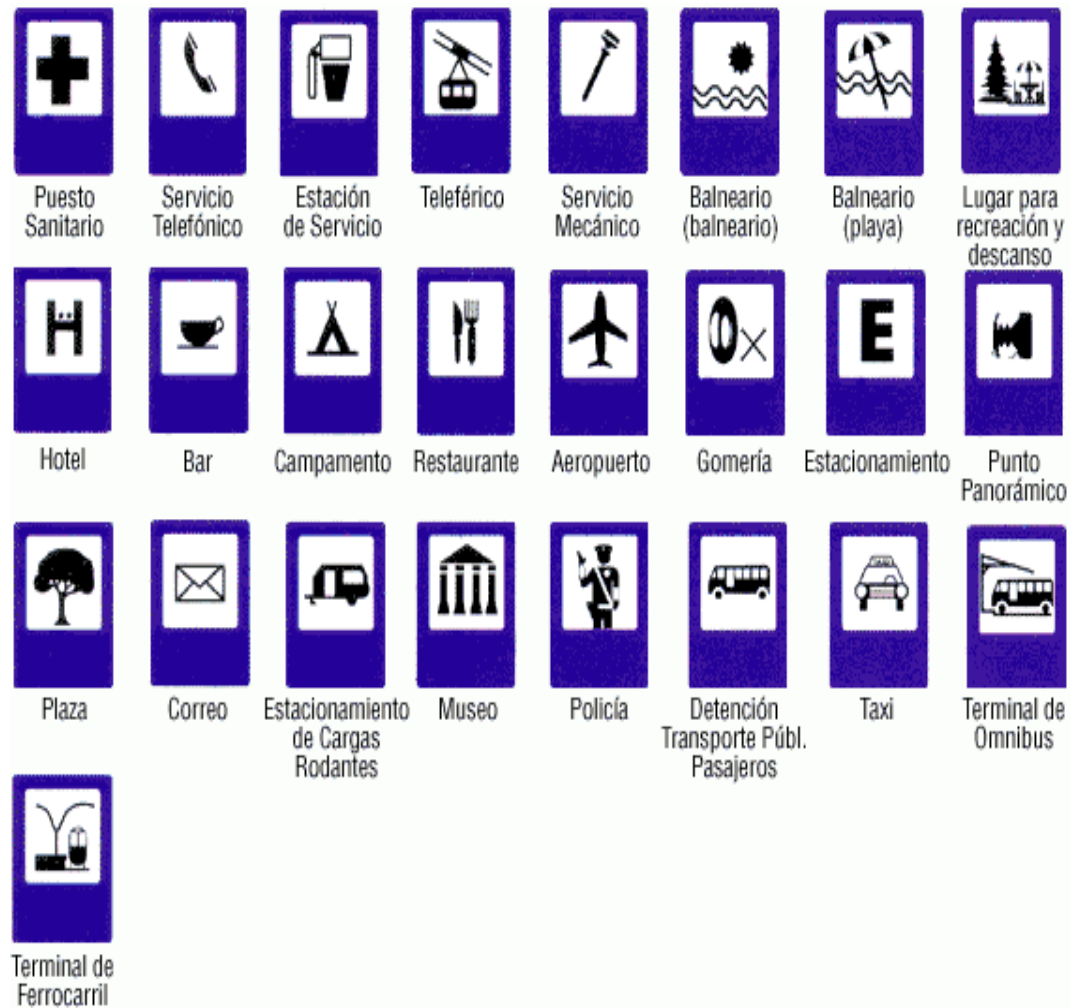


Imagen 2.5. Señales informativas de servicios.

Fuente: www.senalamientovial.com.mx/images/13rest.gif&imgrefurl.

c.4) Señales de información general. Identifican lugares, ríos, puentes, poblaciones, nombres de calles, sentidos del tránsito, desviaciones, postes de kilometraje, lugares de interés turístico, histórico, artesanal, etc.



Imagen 2.6. Señales informativas turísticas y de servicios.

Fuente: www.senalamientovial.com.mx/images/13rest.gif&imgrefurl.

2.9.- Marcas.

“Las marcas son rayas, símbolos y letras que se pintan o colocan sobre el pavimento, estructuras y guarniciones a fin de indicar ciertos riesgos, regular o canalizar el tránsito o complementar las indicaciones de otras señales”. (Mier Suárez; 1987:254). Continuando de acuerdo con Mier Suárez (1987) las marcas se clasifican en:

- a) Marcas en el pavimento; las marcas en el pavimento son tales como rayas centrales, rayas separadoras de carriles, rayas en las orillas de la carpeta, rayas de parada, rayas canalizadoras, rayas de aproximación a obstáculos, rayas para cruces de peatones, marcas para el cruce de ferrocarriles, marcas para estacionarse y las marcas para regular el uso de carriles.
- b) Marcas en guarniciones para prohibir el estacionamiento o marcas en obstáculos dentro de la superficie de rodamiento o adyacente a ella.
- c) Indicadores de peligro o alineamiento, conocidos como fantasmas. Los fantasmas son postes ya sea de concreto o de plástico laminado con una franja reflejante en el extremo superior, colocados sobre el hombro de la carpeta asfáltica.

Para aumentar la visibilidad de las marcas aun en las condiciones más desfavorables, se utilizan materiales como; plásticos reflejantes y pinturas con microesferas de vidrio adheridas; también se utilizan tachuelas y vialetas ya sean

metálicas, plastificadas o de vidrio en los lugares con mayor restricción, en vez de colocar rayas continuas.

Las marcas en el pavimento siempre deben de ser de color blanco, las marcas en guarniciones para indicar que está prohibido el estacionamiento deben ser de color amarillas y los indicadores de peligro deben tener franjas alternadas en colores blanco y negro reflejante, inclinadas a 45°.

Las rayas en el pavimento pueden ser continuas o discontinuas, las rayas continuas nos indican que de forma discreta podemos cruzarlas, se utilizan en carreteras de más de dos carriles ya sea para separar las direcciones de los tránsitos o para separar dos carriles en un mismo sentido. Se pintan en tramos de 5m separados entre sí 10m.

Las rayas continuas no se deben de cruzar, ya que estas se emplean en el eje de carretas de dos carriles con sentidos diferentes del tránsito, para marcar las orillas del pavimento para indicar la aproximación a obstrucciones, canalización de tránsito en caso de algún peligro, para intersecciones y para rayas transversales.

Las rayas continuas son de 10cm de ancho, en comparación de las líneas de canalización que son entre 10cm y 30cm. Las transversales son más anchas para que los conductores puedan visualizarlas mejor; las de parada tienen entre 30cm y 60cm y las de cruce peatonales entre 15cm y 25 cm.

Las rayas continuas y discontinuas se utilizan para separar los dos sentidos de circulación en una vía. Se sitúan en el centro, cuando aparece raya discontinua nos

indican que hay la suficiente visibilidad para el rebase y cuando es continua indica que la visibilidad es inadecuada, es por eso que tanto en las curvas horizontales como verticales aparecen con línea continua.

En una carretera pueden aparecer dos líneas que separan los dos sentidos, separadas 10cm entre sí; en ocasiones aparecerá una raya continua y una discontinua. Cada sentido debe respetar lo que la línea de su lado le indique; es posible de que en un sentido se tenga la visibilidad de rebase mientras que en el otro no, y puede que en ocasiones ambos sentidos tengan la suficiente visibilidad para poder rebasar.

CAPÍTULO 3

RESUMEN DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN

En el presente capítulo se mencionan generalidades del proyecto, así como su extensión territorial, localidades beneficiadas por la conservación del ya mencionado tramo de carretera, etc. Realizando un resumen ejecutivo, el entorno geográfico, informe fotográfico de los principales conceptos analizados en su ejecución; también se presentaran algunas sugerencias para el mejoramiento en los procesos de conservación describiendo cuáles serían los mejores procedimientos para el proyecto en estudio.

3.1.- Generalidades.

El presente trabajo de tesis es con la finalidad de proponer los procesos de conservación de carreteras en base a las normas establecidas por la SCT, del tramo Uruapan – El Sabino del km 4+520 al 8+220, el cual está ubicado en el municipio de Uruapan en el estado de Michoacán.

El tramo carretero en estudio se encuentra localizado; empezando en el municipio de Uruapan del lado sureste, en las coordenadas 19° 25.1" N, 102° 03.5" W y termina en la localidad el sabino que está situado a 420 metros de altitud. Ambos están situados al centro del estado de Michoacán de Ocampo, colindando al noreste con Pátzcuaro, al noroeste con Paracho, al este Nuevo Parangaricutiro, al sur con Gabriel Zamora y al oeste con Taretan.

3.2.- Entorno geográfico.

El entorno geográfico hace referencia a las características que tiene el lugar de estudio, en donde se especificará la macro y micro localización, así como también hacer mención de la topografía de la región y de la zona en estudio; tomando en cuenta todos los puntos referentes a geología, hidrología, uso del suelo de la región en estudio.

3.2.1.- Macrolocalización.

A continuación se presenta la ubicación del proyecto en estudio que especifica el tramo Uruapan–El sabino, presentando unas de las pequeñas poblaciones que rodean el sitio del proyecto.



Imagen 3.1.Macrolocalización Uruapan-El Sabino.

Fuente: www.google.com/earth; 2010

3.2.2.- Microlocalización.

En la siguiente imagen se presenta la microlocalización del tramo en conservación, ubicado con sus kilometrajes, inicio del tramo y final del tramo en estudio, esto de acuerdo con el programa satelital Google earth del cual se extrajo la imagen.

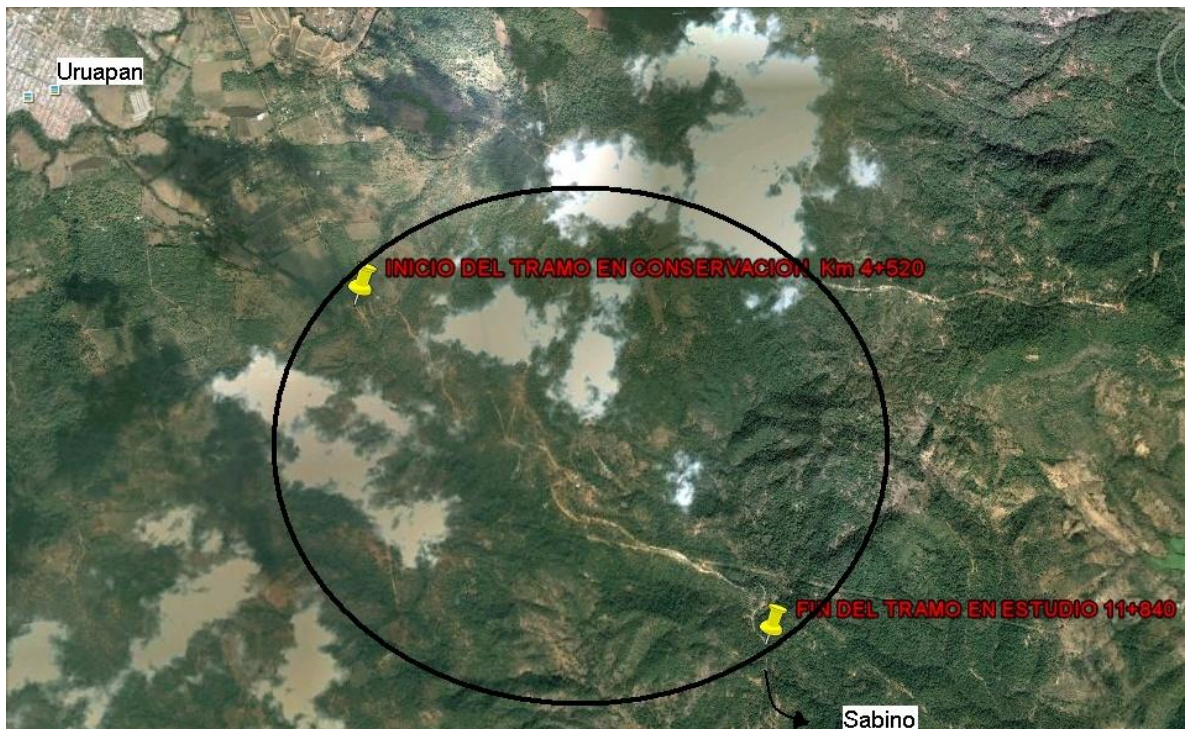


Imagen 3.2.Microlocalización Uruapan-El sabino.

Fuente: [www.google earth.com](http://www.google.com/earth); 2010

3.3.- Topografía regional y de la zona en estudio.

De acuerdo con la página de internet, www.Mexico.pueblosamerica.com, el tramo en estudio empieza en Uruapan con destino al sabino; la ciudad de Uruapan, está situada en la vertiente sur de la sierra de Uruapan, prolongación de la de Apatzingan,

formando parte del eje volcánico. Su altura sobre el nivel del mar se considera 1634 metros y queda situada a los 19° 24'56" de latitud Norte y 102°03'46" de longitud Oeste del Meridiano de GreenwichU, está inmersa en el eje neovolcánico mexicano, al centro-occidente del estado de Michoacán, tiene una extensión territorial total de 954.17 km²; la localidad de el sabino está situado en el Municipio de Uruapan (en el Estado de Michoacán de Ocampo), tiene 578 habitantes y está a 1420 metros de sobre el nivel del mar. El tramo carretero en estudio se encuentra dentro de un relieve, compuesta por zonas muy accidentadas con un 80%, las zonas semiplanas abarcan 15% y la zona plana ocupa un 5%.

3.4.- Geología regional y de la zona en estudio.

En los alrededores se presentan diferentes tipos de rocas en las que se encuentran principalmente, Toba riolítica, Aluvión y Basalto. El resto de la superficie se encuentra caracterizada por los restantes tipos de roca y suelo. Los suelos son de tipo residual, son producto del intemperismo removidos y depositados en las laderas y al pie de las mismas.

La remoción se produce por escurrimientos de origen pluvial y por corrientes generalmente permanentes; su composición varia de limos y arcillas, y por lo regular estas se encuentran al lado este, noreste y sureste. Los suelos de Aluvión, son depósitos sedimentarios formados por corrientes fluviales en el cauce y llanura de inundación de los valles fluviales. Son suelos de edad reciente y se localizan al este.

3.5.- Hidrología y clima, regional y de la zona en estudio.

De acuerdo con <http://ebenelda-uruapan.blogspot.com/2007/07/medio-fisico-de-uruapan.html>, Uruapan cuenta con una principal corriente que es el río Cupatitzio, que nace en el territorio y fluye en sentido norte a sur, existen además los embalses de Caltzontzin, Salto Escondido y Cupatitzio y una cascada conocida como La Tzaráracua. Todo el territorio del municipio con excepción de su extremo más occidental, forma parte de la Cuenca del río Tepalcatepec-Infiernillo y el extremo oeste a la Cuenca del río Tepalcatepec, ambas forman parte de la Región hidrológica Balsas. El embalse formado en Caltzontzin es aprovechado por la localidad de El sabino, debido al gran cultivo de caña de azúcar y guayaba, el uso de esa agua es exclusivo para dicha localidad, sin ningún otro aprovechamiento para otra zona.

En el municipio de Uruapan el clima es uno de los más variados del estado de Michoacán pues se ve influenciado por las diferencias de altitud en el terreno. La zona norte tiene un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, en la zona central del municipio, la más elevada, tiene un clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano, en la misma zona central otro sector tiene clima semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, hacia el sur otra zona registra clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano y finalmente en el extremo sur del municipio el clima es clasificado como cálido subhúmedo con lluvias en verano; hacia el lado del proyecto en estudio por la depresión que existe en el terreno el clima varía un poco más, pasando de húmedo a cálido.

La temperatura media anual del territorio también se encuentra dividida en tres zonas, la zona norte del municipio tiene un rango de 12 a 16 °C, la zona centro y sur tiene un promedio entre 16 y 24 °C, y finalmente dos porciones del extremo sur registran de 24 a 28 °C; el centro del municipio de Uruapan es una de las zonas que registran mayor promedio pluvial anual en el estado de Michoacán, superando los 1,500 mm al año, hacia el norte y sur de esta zona el promedio va de 1,200 a 1,500 mm, y hacia el sur se suceden dos zonas más, donde el promedio es de 1,000 a 1,200 mm y de 800 a 1,000 mm.

3.6.- Uso del suelo regional y de la zona en estudio.

En esta zona existen suelos limosos, café obscuro, amarillos, café rojizo y claro; suelos muy aptos para la agricultura pero se tienen como reservas de bosque. Principalmente se utiliza para el cuidado de ganado vacuno. Los principales recursos naturales de la región los presentan su flora y su fauna que son muy variadas. Así también sus recursos hidrológicos, como son los ríos y arroyos.

En cuanto a la flora se encuentran especies de pino, encino, huizaches, palapas, mezquites y otra gran variedad de árboles. En cuestión de su fauna es representada por reptiles, mamíferos y aves, entre los que destacan: iguanas, víboras, tlacuaches, armadillos, venados, águilas, zopilotes, entre otros.

3.7.- Estado físico anterior del camino.

En las fotos 3.1 y 3.2 se puede apreciar las condiciones del camino anteriormente, se puede observar los drenajes que existían y el tipo de drenaje que

en la actualidad está en funcionamiento. Prácticamente se tuvieron que realizar algunas estructuras de drenaje de magnitudes considerables ya que las avenidas son muy caudalosas debido al relieve de la zona en estudio.

En algunos puntos del proyecto se vio la necesidad de construir terraplenes para poder salvar algunos accidentes topográficos, como se puede observar en la foto 3.1, mientras que en otros puntos surgió la necesidad de hacer algunos cortes; tratando de compensar una cosa por otra, ver foto 3.2.



Foto 3.1.- Construyendo una alcantarilla.

Fuente: Propia



Foto 3.2.- Terracerías del camino.

Fuente: Propia

3.8.- Estado actual del camino y los vehículos que circulan.

Como se puede apreciar en las fotos 3.3 y 3.4, los diferentes tipos de vehículos que circulan por el camino y los posibles deterioros que en el ocurren y por lo tanto repercute a dar mantenimiento. Se considera como un camino tipo “C” pero el cual es de mucha importancia para el traslado de un punto a otro tanto de productos agrícolas como de la sociedad misma. Se puede observar que en ambas fotografías no hay marcas sobre el pavimento, pero que son algunos de los conceptos que se deben tomar en cuenta en la conservación de carreteras.



Foto 3.3.- Vehículos usuarios.

Fuente: Propia



Foto 3.4.- Derrumbe en el camino.

Fuente: Propia

3.9.- Drenajes del camino y sus marcas de alineamiento.

El camino es de bajo tránsito y las posibilidades de ampliarse son mínimas ya que es único para el uso exclusivo del transporte de productos agrícolas. El tránsito del camino se constituye por pobladores y visitantes al zocriadero de cocodrilos. Los carros circulantes son principalmente coches y camionetas pick-up, pero en temporadas de cultivo transitarán vehículos de hasta 30 toneladas.

A pesar de que el camino se considera de baja transitabilidad, se deben de cumplir todas las normas que establece la SCT para la construcción y conservación de caminos. Establecer las marcas en el pavimento es una de las principales normas; así como determinar los drenajes; tanto temporales como permanentes y así poder evitar dañar la calzada de rodamiento. Ver fotografías 3.5 y 3.6.



Foto 3.5.- Drenajes permanentes.

Fuente: Propia

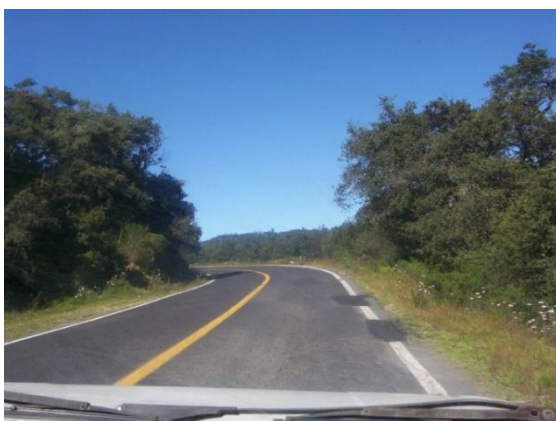


Foto 3.6.- Marcas de alineamiento.

Fuente: Propia

3.10.- Planteamiento de alternativas.

Anteriormente, la superficie de rodamiento estaba conformada por terracerías, la cual en épocas de lluvias se deterioraba presentando grandes deformaciones como baches, y acanalamientos por el alto flujo hidráulico. Se habían dado algunas renivelaciones e incluso se colocaban materiales graduados en las zonas más críticas para solucionar los problemas, pero solo era temporalmente.

Viendo la magnitud de necesidad por el mejoramiento de dicho camino, se optó por la construcción de la estructura del pavimento, lo cual dio solución a las necesidades. Esta solución fue una de las más factibles ya que analizando las situaciones anteriores, el mantenimiento a la estructura del pavimento es más económica ya que sólo se hacen mantenimientos rutinarios simples y no se realizan operaciones de magnitud como se hacían anteriormente año con año.

3.10.1.- Alternativas a usar para su conservación.

Por ser un tramo nuevo, simplemente se harán trabajos de conservación rutinaria ya que las conservaciones periódicas son de magnitudes considerables y si se presentan esos tipos de reparaciones o reconstrucciones, es porque la obra no se ejecutó como lo establecía el proyecto y tendrá que hacerse válida una garantía. La conservación rutinaria será propuesta en base a las normas que rige la SCT; de los conceptos considerados en la conservación rutinaria según la SCT solo se analizará los conceptos que se encuentran dentro del tramo en estudio.

La propuesta se dará especificando desde la norma para la prevención al impacto ambiental hasta las medidas de prevención y seguridad para los operadores en la obra, como para la seguridad de los usuarios. Otros de los factores a considerar serán, la propuesta de la maquinaria y los materiales adecuados para que cumplan con la calidad y finalidad establecida.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

La metodología forma parte del proceso de investigación que sigue a la propedéutica y que posibilita la sistematización de los métodos y de las técnicas concretas necesarias para realizar una investigación. De esta forma, dependerá de los postulados que el investigador considere como válidos de aquello que considere objeto de la ciencia y conocimiento científico, pues será a través de la acción metodológica como recolecte, ordene y analice la realidad estudiada. De tal manera que se analizaran subtemas como: Método científico, Enfoque de la investigación, Tipo de diseño de investigación y los instrumentos de recopilación.

Una metodología se sigue a fin de realizar las acciones propias de una investigación. Se trata de la guía que va indicando qué hacer y cómo actuar cuando se quiere obtener algún tipo de investigación. Prácticamente permite obtener aquel enfoque para observar un problema de una forma total, sistemática y disciplinada.

4.1. Método científico.

El método científico según Tamayo y Tamayo (2000), es una forma de investigación, la cual nos permite adquirir conocimiento científico. Gracias a su procedimiento se puede descubrir en qué condiciones se presentan sucesos específicos, caracterizado por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica; aplicando la lógica a las realidades o hechos observados.

El método científico se interpreta de una forma objetiva, lo cual permite formular problemas de investigación, los cuales no pueden formularse de una manera general sino que es necesario delimitarlos y especificarlos; lleva a eliminar el plano subjetivo en la interpretación de la realidad, permitiendo la objetividad en el proceso investigativo.

4.1.1 Método matemático.

El método matemático se considera como una de las primeras y principales nociones que capta el ser humano, ya que, continuamente y sin darse cuenta lo aplica. En cualquier investigación donde se asienten números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones que se están utilizando para afirmar y negar algo, se está aplicando el método cuantitativo.

“Simplemente en las investigaciones donde se advierten matices diferenciales, cambios graduales, referencias de tiempo, análisis de unos factores por otros, se está utilizando el método comparativo”. (Mendieta Alatorre, 2005; 48-49)

4.2.- Enfoque de la investigación.

El enfoque de investigación hace referencia a un conjunto de estudios realizados por los investigadores de un tema en especial, con la finalidad de construir un conjunto de teorías, las cuales se elaboran con la finalidad de darle la resolución a un problema. Un enfoque de investigación puede clasificarse como enfoque cuantitativo y enfoque cualitativo; pero sólo se hará énfasis del enfoque cuantitativo que es el que se usó en esta investigación.

Enfoque cuantitativo, ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, otorgando control, punto de vista de conteo, posibilidad de réplica, magnitudes y un análisis sobre los puntos específicos de los fenómenos en estudio. El enfoque cuantitativo es considerado como una de los más usados por ciencias como la Física, Química y Biología; por considerarse como el más propio para las ciencias exactas, por este motivo la presente investigación se considera cuantitativa.

Un ingeniero civil conlleva a hacer estudios para la construcción de cualquier obra, en este caso se emplea estudios de tipo cuantitativos y cálculos matemáticos para la edificación de dicha obra; analizara datos estadísticos sobre resistencia de materiales e incluso sobre estructuras similares construidas en subsuelos iguales y bajo las mismas condiciones.

En cierto caso también emplearía el método cualitativo enriqueciendo el estudio realizando entrevistas a ingenieros con más experiencia; utilizando el enfoque cualitativo. Prácticamente es más utilizado el enfoque cuantitativo aunque en ocasiones se mezclan los dos enfoques para enriquecer el desarrollo del conocimiento, la construcción de teorías y la resolución de problemas.

4.2.1.- Alcance.

La presente investigación es de alcance descriptivo, ya que consiste en describir situaciones, eventos y hechos. Busca especificar las propiedades, características y los perfiles importantes de comunidades, grupos, personas o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Desde un punto de vista científico, describir es recolectar datos, los cuales se obtienen, midiendo, evaluando y cuestionando, para así recolectar información y poder describir al fenómeno en estudio.

En esta investigación de tesis se analizan procesos de conservación de carreteras y se recomiendan otros más novedosos y actualizados, los cuales deben de cumplir con las normas y especificaciones que así lo requieran, una vez analizados cada proceso, se realizan comparativas entre las propuestas y los procesos ya utilizados, para así obtener las conclusiones.

Esta investigación se caracteriza por ser descriptiva, ya que es una recolección de datos de un evento mostrado, un hecho o situación que ocurre donde se debe definir qué es lo que se va a medir o sobre que se ha de coleccionar los datos. Cada uno de los conceptos investigados deben tener una información colectada la cual podrá ser independiente entre ellos o conjunta, posteriormente la información podrá ser integrada para describir el proyecto en análisis.

4.3.- Tipo de diseño de investigación.

El tipo de diseño que se está realizando para la investigación en estudio, se clasifica de tipo No Experimental. De acuerdo con Hernández y Cols. (2008), la investigación no experimental es considerada como una investigación empírica y sistemática en la cual no se tiene un control directo sobre las variables independientes porque sus manifestaciones ya han ocurrido o porque son inherentemente no manipulables; se centra en conceptos o variables en un momento

dado, realizándose la determinación de la relación que tienen las diferentes variables que participan en dicho momento.

Las inferencias acerca de las relaciones entre variables se hacen, sin una intervención directa, a partir de la variación concomitante de las variables dependientes e independientes. En este tipo de investigación No Experimental se clasifica en dos tipos de diseños, diseños transeccionales y diseños longitudinales; en esta investigación se determina que el diseño es de tipo transaccional.

4.3.1.- Investigación Transeccional.

La investigación transeccional da a conocer un contexto, un evento, una o un conjunto de variables. Trata una exploración inicial en un momento específico, aplicada en problemas de investigación nuevos o poco conocidos; recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Se considera esta investigación como descriptiva porque, busca especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a análisis.

4.4.- Instrumentos de recopilación.

En acuerdo con Hernández y Cols. (2008), la información recopilada mediante la observación, puede ser cuantitativa y cualitativa. En cuanto a la observación cuantitativa se utiliza en el momento de aplicar cuestionamientos para el análisis

estadístico; en lo que se refiere a, entrevistas, observaciones y documentos para obtener diferentes perspectivas sobre las variables en estudio.

La recolección de datos implica utilizar uno o un conjunto de métodos o instrumentos, de tipo cualitativo o cuantitativo, esto en función del enfoque que tenga el estudio o investigación, así mismo de los alcances que se requieran obtener de la investigación; aplicar los métodos, para obtener mediciones o datos analizarlos y obtener un resultado. Dentro del enfoque cuantitativo, la recolección de datos es midiendo, y medir es vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, mediante una clasificación y cuantificación.

En una cuantificación se sabe que los datos obtenidos no son medidos a la perfección, pero deben ser confiables y de validez, y los errores que estos datos contengan deben estar dentro de un rango o límite de tolerancia. De ser posible, se debe de calcular un coeficiente de ajuste a los posibles errores para poder obtener la confiabilidad cuantitativa.

En esta investigación de tesis para una mejor exactitud y confiabilidad de los resultados obtenidos, será necesario utilizar programas o paquetes computacionales; entre ellos se hace referencia a Auto CAD, Excel, Civil CAD y Opus Ole.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se analizan los conceptos de obra en el tramo carretero Uruapan-El Sabino con el propósito de conservación rutinaria, proponiendo opciones para los procedimientos constructivos de cada uno de dichos conceptos; que cumplan con las exigencias que rigen las normas establecidas para la conservación de carreteras dentro del reglamento de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

El tramo carretero Uruapan-El Sabino se considera infraestructura nueva, por lo mismo sólo se aplicará conservación rutinaria, hasta que su funcionalidad y condiciones físicas determinen la conservación periódica. Dentro de los conceptos de estudio para la conservación rutinaria de carreteras, se encuentran, las Obras de Drenaje y Sub-drenaje, Pavimentos, Puentes y Estructuras, Túneles, Señalamiento y Dispositivos de Seguridad.

Aunque son varios los conceptos que se toman en cuenta para la conservación rutinaria en un tramo carretero, sólo se analizarán los conceptos existentes en el tramo de estudio. Para realizar el conjunto de actividades para conservación, deben ejecutarse con respecto a lo que rigen las normas de la SCT para cumplir con los señalamientos y dispositivos de seguridad que se requieren; mencionando a continuación cada una de las normas.

Norma	Nombre	Propósito
N-CSV-CAR-2-01-001-01	Limpieza de cunetas y contra-cunetas.	Desalojar todo material que pueda obstruir en el flujo del agua, con la finalidad de que trabajen con eficiencia.
N-CSV-CAR-2-01-003/01	Limpieza de alcantarillas.	Desazolver estos elementos de drenaje para que su funcionalidad sea efectiva.
N-CSV-CAR-2-01-006/01	Limpieza de registros.	Retirar cualquier elemento o material que impida la eficiencia del elemento.
N-CSV-CAR-2-01-005/01	Limpieza de lavaderos.	Retirar los elementos que obstruyan en la funcionalidad y drenado del agua.
N-CSV-CAR-2-02-001/00	Limpieza de la superficie de rodamiento y acotamientos.	Eliminar los objetos extraños que afecten la comodidad y seguridad del usuario.
N-CSV-CAR-2-02-002/00	Sellado de grietas aisladas en carpetas asfálticas.	Prevenir la entrada de cuerpos ajenos a los que conforman la estructura de pavimento y sobre todo, especialmente el agua.
N-CSV-CAR-2-02-003/00	Bacheo superficial aislado.	Reparar daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados.
N-CSV-CAR-2-02-004/00	Bacheo profundo aislado.	Reponer una porción de pavimento asfáltico que presenta daños como deformaciones, oquedades por desprendimiento o desintegración de los agregados.
N-CSV-CAR-2-02-005/02	Sellado de grietas y juntas en losas de concreto hidráulico.	Sellar las grietas y juntas en carpetas de concreto hidráulico, con el propósito de evitar la entrada de cuerpos extraños entre las losas, para prevenir la infiltración del agua.
N-CMT-5-01-001/05	Pinturas para señalamiento horizontal.	Indicar un lineamiento para los conductores, y posibles restricciones para su seguridad.
N-CSV-CAR-2-05-001/01	Reposición de marcas en el pavimento	Mantener la carretera en condiciones óptimas de seguridad.

N-CSV-CAR-2-05-002/01	Reposición de marcas en guarniciones.	Reponer las marcas del señalamiento horizontal en las guarniciones, con el propósito de mantener la carretera en condiciones óptimas de seguridad.
N-CSV-CAR-2-05-003/01	Reposición de marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodadura.	Poner las marcas sobre las estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento, con el propósito de mantener la carretera en condiciones óptimas de seguridad.
N-CSV-CAR-2-05-004/01	Limpieza de vialetas y botones.	Retirar todo material que se acumule en estos elementos de señalamiento, con el propósito de restituir su visibilidad y capacidad de retroreflexión.
N-CSV-CAR-2-05-005/01	Limpieza de señales verticales.	Retirar todo material que se acumula en estos elementos de señalamiento con la finalidad de restituir su visibilidad y capacidad de retrorreflexión.
N-CSV-CAR-2-05-005/01	Limpieza de defensas y barreras centrales.	Retirar todos los materiales que se consideran ajenos o extraños, a los que conforman estos dispositivos.
N-CSV-CAR-2-05-005/01	Reposición de vialetas para defensas y barreras centrales.	Reponer las vialetas en defensas y barreras centrales, cuando ya han perdido su capacidad de retrorreflexión o han sufrido algún tipo de daño, mantener la carretera en condiciones óptimas de seguridad.

Fuente: Normas SCT.

5.1.- Ejecución de proyectos de señalamientos y dispositivos para la protección en obras.

Este concepto lo rige la norma N-PRY-CAR-10-03-001 que exige las más estrictas medidas de seguridad para la ejecución de las obras tanto para el trabajador como para el usuario, lo cual se cumple con lo siguiente: el proyecto de señalamiento para protección en obras, comprende desde la ingeniería necesaria para diseñar el señalamiento provisional que permita garantizar la integridad de los usuarios de las vialidades, del personal y de la obra en sí, durante la ejecución de trabajos de construcción o conservación, hasta la elaboración de los planos, especificaciones y otros documentos en los que se establezcan las características geométricas y estructurales de materiales y de acabados del señalamiento, para proporcionar lo correspondiente de dichos trabajos, los datos que le permitan su correcta ejecución.

Según su propósito y ubicación, el señalamiento para protección en obras se clasifica de la siguiente manera:

a) Señalamiento Horizontal.

El señalamiento horizontal para protección en obras consiste en un conjunto de marcas provisionales que tienen por objeto delinearlas características geométricas de las desviaciones, en sitios donde se realicen trabajos de construcción o conservación, con el fin de proteger a los usuarios de la vialidad, al personal y a la obra en sí, durante la ejecución de los trabajos. Ver tabla 1, para analizar el fin de cada marca.

Clasificación	Tipos de marcas
MP-1	Raya separadora de sentidos de circulación.
MP-1.1	Raya continua sencilla (Calzada hasta 6,5 m).
MP-1.3	Raya continúa doble (Calzada mayor de 6,5 m).
MP-2	Raya separadora de carriles.
MP-2.1	Raya separadora de carriles, continua sencilla.
M-3	Raya en la orilla de la calzada.
MP-3.1	Raya en la orilla derecha, continua.
MP-3.3	Raya en la orilla izquierda.
MP-9	Rayas con espaciamiento logarítmico.
MP-11	Símbolos para regular el uso de carriles.
MP-13	Marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento.
MP-13.1	Marcas en estructuras.
MP-13.2	Marcas en otros objetos.
DHP-1	Violetas sobre el pavimento.
DHP-2	Violetas sobre estructuras.
DHP-3	Botones.

TABLA 1.- Clasificación del señalamiento horizontal para protección en obras.

Fuente: Normas SCT, norma N-PRY-CAR-10-03-001.

b) Señalamiento Vertical.

El señalamiento vertical para protección en obras, es el conjunto de tableros fijados en postes, marcos, caballetes y otras estructuras, colocados provisionalmente en sitios donde se realicen trabajos de construcción o conservación, con leyendas y símbolos que tienen por objeto proteger a los usuarios de la vialidad, al personal y a la obra en sí durante la ejecución de los trabajos, transmitiendo un mensaje relativo a las desviaciones u obras de que se trate.

Clasificación	Tipos de señales
SPD	Preventivas
SRP	Restrictivas
SIP	Informativas
ODP	Señales diversas
ODP-5	Indicadores de obstáculos
ODP-6	Indicadores de alineamiento

TABLA 2.- Clasificación del señalamiento vertical para protección en obras.

Fuente: Normas SCT, norma N-PRY-CAR-10-03-001.

c) Dispositivos de canalización.

Los dispositivos de canalización para protección en obras, son el conjunto de elementos que se colocan provisionalmente en sitios donde se realicen trabajos de construcción o conservación, con el objeto de encauzar el tránsito de vehículos y peatones a lo largo de un tramo en obra e indicar cierres, estrechamientos y cambios de dirección en una vialidad ocasionados por dichos trabajos.

5.2.- Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación.

La norma N-CSV-CAR-05-011 exige el señalamiento y dispositivos para protección en obras de conservación, como lo son marcas, señales verticales, y dispositivos que se colocan de manera provisional, con el fin de garantizar la integridad de las personas y las obras, durante la ejecución de trabajos de conservación de carreteras en operación.

La calidad del señalamiento como es, la estructura de soporte, los tableros, las marcas preformadas, los materiales retrorreflejantes y demás materiales que se utilicen para la instalación del señalamiento y dispositivos para protección en obras de conservación, deben cumplir obligatoriamente con las características que la SCT exige. También la cantidad, la ubicación, alineamiento, disposición y la altura de las marcas, señales verticales y dispositivos, deben cumplir con lo establecido en el proyecto aprobado por la SCT, todos los señalamientos deberán colocarse de una

manera que no se caigan, despeguen, o desacomoden con el viento o los movimientos provocados por los vehículos.

5.3.- Fracción E, de las normas para conservación periódica de carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

El equipo utilizado para la limpieza o mantenimiento de cualquier estructura o elemento que conforma una carretera, deberá ser el adecuado para cumplir con la calidad que la SCT lo exige, así mismo, por la cantidad de obra ejecutada que se requiera por el programa de obra establecido; el equipo deberá de encontrarse en buenas condiciones antes y durante la ejecución de la obra; al igual que el operador deberá estar suficientemente capacitado para su operación, lo cual llevará a que cierta operación sea la eficiente para la ejecución y avance de obra.

Si el equipo utilizado no es el adecuado y la operación del equipo carecen de eficiencia y no se obtienen los resultados esperados, se suspenderá la obra, el contratista deberá corregir la deficiencias, ya sea sustituyendo el equipo y remplazando el operador si así lo requiere. Si por dichos motivos las actividades se retrasan conforme lo marca el contrato y el programa de ejecución de obra, todas las consecuencias serán a cargo del Contratista de Obra.

5.4.- Medidas de mitigación del impacto ambiental.

Durante el proceso de limpieza, transporte, manejo y disposición de residuos, el contratista de obra deberá tomar las precauciones y medidas necesarias para evitar la contaminación del aire, suelos, aguas superficiales o subterráneas y la flora,

conforme señalado en, *Prácticas Ambientales durante la Conservación Rutinaria de las Obras*, sujetándose en lo que corresponde, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. Ver anexos II y III.

5.5.- Transporte y almacenamiento.

Los materiales sólidos tales como pedazos de troncos, piedras, ramas de árboles, basura u otros materiales sólidos que no se pueden recoger con el equipo recomendado, deberán de levantarse con pala o pepeña y depositarlos en lugares temporales que la SCT autorice, o depositándolos dentro del camión que los transportará, de tal manera que no vuelvan a ser depositados dentro de las obras que conforman la carretera.

Los residuos productos de la limpieza deberán ser transportados en contenedores cerrados o protegidos con mallas y evitar el derrame que pueda causar daños en su entorno, deberán depositarse en lugares que la SCT lo autorice. Si se depositan en depósitos temporales deberán tomarse las medidas adecuadas para evitar la contaminación en su entorno pero deberán ser retirados lo más pronto posible.

5.6.- Materiales.

No se deben utilizar ningún tipo de sustancia que pueda dañar de cualquier forma el revestimiento o la estructura de cualquier elemento que conforma una carretera; como pueden ser lubricantes, solventes y algunos combustibles. Si por alguna razón los productos utilizados para el mantenimiento de dichos elementos,

provocan daños al igual que al entorno de los usuarios; se deberán suspender las actividades y el contratista deberá reemplazar los materiales, por su cuenta y costo.

Los materiales se deberán sustituir por aquellos que eviten daños, así mismo se deberán reparar los daños que estos hayan ocasionado. Si por dicho motivo las actividades se retrasan conforme lo marca el contrato y el programa de ejecución de obra, todas las consecuencias serán a cargo del Contratista de Obra.

5.7.- Obras de drenaje y sub-drenaje.

En todos estos elementos de drenaje y sub-drenaje se realizan actividades semejantes en algunas puede variar un poco en cuestión del proceso llevado a cabo o la utilización de algún equipo diferente. Todos los procesos consisten en un conjunto de actividades que se realizan para retirar azolve, vegetación, basura, fragmentos de roca y todo el material que se acumule en estos elementos de drenaje, con el propósito de restituir su capacidad y eficiencia hidráulica.

En los tramos en operación, las actividades de limpieza deberán de hacerse en horarios en los cuales la afectación al tránsito sea la mínima, los horarios de trabajo serán establecidos en las bases de licitación o los aprobados por la SCT. Antes de empezar la ejecución de la obra el contratista deberá de cumplir con los señalamientos y dispositivos de seguridad requeridos, así mismo solicitando todos los bandereros que se requieren, y tomando en cuenta todo lo referente a señalamiento y seguridad.

5.7.1.- Limpieza de cunetas y contra-cunetas.

Para la limpieza de cunetas y contra cunetas se propone utilizar barredoras mecánicas rotatorias ya sean autopropulsadas o remolcadas con rodillo giratorio y con rodillos de material adecuado para el tipo de material por remover y la superficie por barrer, motoconformadoras autopropulsadas con cuchillas mayores a 3.65m de longitud y 5.18m de distancia entre ejes, unidades de agua a presión con boquillas que sean capaces de producir mínimo una presión de 143 kg/cm², compresores de aire capaces de producir 6 kg/cm² mínimo, provistos con los accesorios necesarios para evitar la contaminación con agua y aceite; en cuanto al transporte y almacenamiento, deberán ser transportados y almacenados sujetándose a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

La limpieza de cunetas y contra-cunetas habitualmente deberá de hacerse antes de la temporada de lluvias, cuando se azolve más de un tercio de su profundidad, o a menos de que la SCT indique otra cosa. Cuando los materiales se encuentren adheridos a la superficie y revestimiento de las cunetas y contracunetas, estos deberán retirarse con herramienta adecuada dependiendo del área de contacto con la superficie; ya sea con cepillos de alambre, cepillos de raíz, aire comprimido o agua aplicada a presión.

Los materiales como fragmentos de rocas o desechos de suelo, podrán depositarse aguas debajo de las contracunetas con la finalidad de darle más estabilidad a la estructura del drenaje. Los residuos de limpieza no deberán depositarse en los taludes de cortes, en recargues de acotamientos, causes o arriba

de estos. Si la cuneta o contra-cuneta esta zampeada, esta deberá de terminarse su limpieza a mano para evitar daños, de lo contrario el contratista encargado será el responsable de reparar dichos daños y costearlos a beneficio de la SCT.

Cuando de forma accidental se depositen sustancias líquidas como: solventes, combustibles, lubricantes o cualquier otra sustancia líquida y semilíquida, deberán de ser retirados mediante bombeo si están en abundancia o colocando arena sobre ellos para ser absorbidos, una vez realizado este proceso, deberá retirarse la arena mediante palas y cepillos manuales colocándolos en los depósitos temporales o dentro del camión que los trasladará.

Una vez retirada la arena deberá lavarse el revestimiento con detergentes y con la herramienta y equipo adecuado para su limpieza, como pueden ser, cepillos de alambre, rodillos, cepillos de raíces y agua a presión. Esta operación deberá de repetirse tantas veces sea necesario para la eliminación de dicho líquido o hasta que la SCT lo indique.

5.7.2.- Limpieza de alcantarillas.

En base a lo que la norma exige, para la limpieza de alcantarillas se propone emplear unidades de agua a presión con boquillas que sea capaces de producir mínimo una presión de 143 kg/cm², compresores de aire capaces de producir 6 kg/cm² mínimo, provistos con los accesorios necesarios para evitar la contaminación con agua y aceite; en cuanto al transporte y almacenamiento, deberán ser transportados y almacenados sujetándose a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

La limpieza de alcantarillas se realizará cuando éstas sirvan de drenaje pluvial, se efectuará habitualmente antes de la temporada de lluvias, cuando sean de drenaje residual podrán realizarse en cualquier época del año, de preferencia cuando se encuentren secas. O en su momento la limpieza se deberá de hacer cuando el azolve ocupe más de un tercio del diámetro o altura de la alcantarilla, o a menos que la SCT indique alguna otra cosa.

Los trabajos de limpieza de alcantarillas deberán de hacerse desde el punto de descarga hacia aguas arriba con la finalidad de ir revisando con certeza la funcionalidad de cada tramo, al estar limpia la alcantarilla entre el lugar de limpieza y el punto de descarga de dicho tramo. Previamente al inicio de la limpieza, se realizará el desyerbe en ambos extremos, entrada y salida de las alcantarillas, arrancando todo tipo de vegetación desde la raíz ya que en estas zonas no se debe permitir el crecimiento de plantas.

La SCT establecerá los límites de la zona que debe quedar libre de vegetación. Para la limpieza de alcantarillas el procedimiento varia ya que este dependerá de la geometría y tipo de alcantarilla Los materiales como fragmentos de rocas o desechos de suelo, podrán depositarse aguas abajo. Los residuos de limpieza no deberán depositarse en los taludes de los canales, en recargues de acotamientos, o arriba de los mismos.

Si el fondo de la alcantarilla está zampeado, ésta deberá limpiarse lo más cuidadoso que se pueda para evitar daños al revestimiento, de lo contrario el contratista encargado será el responsable de reparar los daños y costearlos a

beneficio de la SCT. En caso de que el fondo de la alcantarilla no esté zampeado, se deberá tener un cuidado especial para evitar alterar su pendiente longitudinal, y permitir el flujo adecuado del agua.

Cuando de forma accidental se depositen sustancias líquidas como, solventes, combustibles, lubricantes o cualquier otra sustancia líquida y semilíquida, deberán de ser retirados mediante bombeo si están en abundancia o colocando arena sobre ellos para ser absorbidos, una vez realizado este proceso, deberá retirarse la arena mediante palas y cepillos manuales colocándolos en los depósitos temporales o dentro del camión que los trasladará.

Una vez retirada la arena deberá lavarse el revestimiento con detergentes y con la herramienta y equipo adecuado para su limpieza, como pueden ser, cepillos de alambre, rodillos, cepillos de raíces y agua a presión. Esta operación deberá de repetirse tantas veces sea necesario para la eliminación de dicho líquido o hasta que la SCT lo indique.

5.7.3.- Limpieza de registros.

Para la limpieza de estos elementos se emplearán unidades de agua a presión que mínimo sea una presión de 143 kg/cm², compresores de aire de 6 kg/cm²mínimo, provistos con los accesorios necesarios para evitar la contaminación con agua y aceite; en cuanto al transporte y almacenamiento, deberán ser transportados y almacenados sujetándose a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

La limpieza de registros se realizará cuando estos sirvan de drenaje pluvial, se efectuará habitualmente antes de la temporada de lluvias, cuando sean de drenaje residual podrán realizarse en cualquier época del año, de preferencia cuando se encuentren secas. O en su momento la limpieza se deberá de hacer cuando el azolve ocupe más de la mitad de la caja desarenadora, o a menos que la SCT indique alguna otra cosa.

Previamente al inicio de la limpieza, se retirará la tapa del registro para ventilarlo, la operación deberá hacerse con los cuidados necesarios para no desportillar o dañar de cualquier modo la tapa, ya que cualquier daño resultado, el contratista deberá reponerla por su cuenta y costo.

Los trabajos de limpieza se realizaran simultáneamente a la limpieza de la tubería siempre que sea posible, a fin de verificar con certeza el funcionamiento adecuado de cada tramo entre registros, al estar limpia la zona entre el lugar en el que se está trabajando y la descarga. Para la limpieza de registros el procedimiento variará ya que éste dependerá de la geometría y tipo de registro.

Los registros deberán limpiarse lo más cuidadoso que se posible para evitar daños al recubrimiento del fondo o a las paredes, de lo contrario el contratista encargado será el responsable de reparar los daños y costearlos a beneficio de la SCT.

Cuando de forma accidental se depositen sustancias liquidas como, solventes, combustibles, lubricantes o cualquier otra sustancia liquida y semilíquida, deberán de ser retirados mediante bombeo si están en abundancia o colocando arena sobre

ellos para ser absorbidos, una vez realizado este proceso, deberá retirarse la arena mediante palas y cepillos manuales colocándolos en los depósitos temporales o dentro del camión que los trasladará.

Una vez retirada la arena, según se requiera, deberá lavarse el revestimiento aplicando detergentes y con la herramienta y equipo adecuado para su limpieza, como pueden ser, cepillos de alambre, rodillos, cepillos de raíces, agua y aire a presión. Esta operación deberá de repetirse tantas veces sea necesario para la eliminación de dicho líquido o hasta que la SCT lo indique. Posteriormente deberá colocarse la tapa de una forma cuidadosa para no dañarla.

5.7.4.- Limpieza de lavaderos.

Para este proceso se proponen unidades de agua a presión con boquillas capaces de producir mínimo una presión de 143 kg/cm², compresores de aire capaces de producir 6 kg/cm² mínimo, provistos con los accesorios necesarios para evitar la contaminación con agua y aceite; en cuanto al transporte y almacenamiento, deberán ser transportados y almacenados sujetándose a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

La limpieza de lavaderos habitualmente deberá de hacerse antes de la temporada de lluvias, o cada vez que el azolve ocupe más de un tercio de su profundidad, o a menos de que la SCT indique otra cosa. Los trabajos de limpieza se realizarán de la boquilla de los lavaderos hacia aguas abajo, tomando en cuenta su tipo y geometría.

Cuando los materiales se encuentren adheridos a la superficie y revestimiento de los lavaderos, estos deberán retirarse con herramienta adecuada dependiendo del área de contacto con la superficie; ya sea con cepillos de alambre, cepillos de raíz, aire comprimido o agua aplicada a presión.

Cuando de forma accidental se depositen sustancias líquidas como, solventes, combustibles, lubricantes o cualquier otra sustancia líquida y semilíquida, se deberá colocar arena sobre ellos para ser absorbidos, una vez realizado este proceso, deberá retirarse la arena mediante palas y cepillos manuales colocándolos en los depósitos temporales o dentro del camión que los trasladará.

Una vez retirada la arena deberá lavarse el revestimiento con detergentes y con la herramienta y equipo adecuado para su limpieza, como pueden ser, cepillos de alambre, rodillos, cepillos de raíces y agua a presión. Esta operación deberá repetirse tantas veces sea necesario para la eliminación de dicho líquido o hasta que la SCT lo indique.

5.8.- Pavimentos.

Dentro de la conservación de pavimentos, la finalidad es mantenerlos limpios de cualquier elemento ajeno a los elementos que conforman su estructura y sobre todo mantenerlos en buenas condiciones de tal manera que garanticen la comodidad y seguridad para los usuarios, y así poder evitar cualquier tipo de accidente.

Como todo proceso constructivo y de conservación de carreteras federales, deben considerarse todos los elementos de seguridad que las normas N-PRY-CAR-

10-03-001, *Ejecución de proyectos de señalamientos y dispositivos para la Protección en obras*, como se indica en la norma N-CSV-CAR-05-011, *Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación*, mencionadas anteriormente en los puntos 5.1 y 5.2, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Para la ejecución de todas las obras se deben de llevar acabo estrictamente todas las normas que se establezcan para cada concepto, desde los puntos de seguridad hasta las características y calidades de los materiales empleados, pues de lo contrario se suspenderán las actividades en la ejecución de los trabajos, o dependerá de lo que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) señale.

Dentro de la conservación rutinaria de carreteras los conceptos que se deben analizar regidos por las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) son, limpieza de la superficie de rodamiento y acotamientos, sellado de grietas aisladas en carpetas asfálticas, bacheo superficial aislado, bacheo profundo aislado, sellado de grietas y juntas en losas de concreto hidráulico.

5.8.1.- Materiales pétreos para mezclas asfálticas.

Para la elección de los materiales pétreos se hace referencia en base a lo que norma N-CMT-4-04 establece señalando que; todos los materiales pétreos seleccionados o sujetos a tratamientos de disgregación, cribado, trituración o lavado, según el tipo de mezcla en el que se vayan a utilizar, se podrán clasificar de la siguiente manera.

a) Materiales pétreos para mezclas asfálticas de granulometría densa.

Malla		Tamaño nominal del material pétreo mm (in)				
Abertura mm	Designación	9.5 (3/8)	12.5 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	37.5 (1 1/2)
		Porcentaje que pasa				
50	2"	----	----	----	----	100
37.5	1 1/2"	----	----	----	100	90 – 100
25	1"	----	----	100	90 – 100	76 – 90
19	3/4"	----	100	90 - 100	79 - 92	66 – 83
12.5	1/2"	100	90 - 100	76 - 89	64 - 81	53 – 74
9.5	3/8"	90 - 100	79 - 92	67 - 82	56 - 75	47 – 68
6.3	1/4"	76 - 89	66 - 81	56 - 71	47 - 65	39 – 59
4.75	Nº 4	68 - 82	59 - 74	50 - 64	42 - 58	35 – 53
2	Nº 10	48 - 64	41 - 55	36 - 46	30 - 42	26 – 38
0.85	Nº 20	33 - 49	28 - 42	25 - 35	21 - 31	19 – 28
0.425	Nº 40	23 - 37	20 - 32	18 - 27	15 - 24	13 – 21
0.25	Nº 60	17 - 29	15 – 25	13 - 21	11 - 19	9 – 16
0.15	Nº 100	12 - 21	11 - 18	9 - 16	8 - 14	6 - 12
0.075	Nº 200	7 - 10	6 - 9	5 - 8	4 - 7	3 - 6

Tabla a.1.- Requisitos de granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa para intensidad de tránsito ≤ 1000000 .

Fuente: Normas SCT, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas.

Características	Valor
Densidad relativa, mínimo.	2.4
Desgaste; %, máximo.	35
Partículas alargadas; %, máximo.	40
Partículas lajeadas; %, máximo.	40
Equivalente de arena; %, mínimo.	50
Perdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo.	25

Tabla a. 2.- Requisitos de calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa para intensidad de tránsito ≤ 1000000 .

Fuente: Normas SCT, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas.

Malla		Tamaño nominal del material pétreo				
		mm (in)				
Abertura mm	Designación	9.5 (3/8)	12.5 (½)	19 (¾)	25 (1)	37.5 (1 ½)
		Porcentaje que pasa				
50	2"	----	----	----	----	100
37.5	1 ½"	----	----	----	100	90 – 100
25	1"	----	----	100	90 – 100	74 - 90
19	¾"	----	100	90 - 100	79 - 90	62 – 79
12.5	½"	100	90 - 100	72 - 90	58 - 71	46 – 60
9.5	3/8"	90 - 100	76 - 90	60 - 76	47 - 60	39 – 50
6.3	¼"	70 - 81	56 - 69	44 - 57	36 - 46	30 – 39
4.75	Nº 4	56 - 69	45 - 59	37 - 48	30 - 39	25 – 34
2	Nº 10	28 -42	25 - 35	20 - 29	17 - 24	13 – 21
0.85	Nº 20	18 - 27	15 - 22	12 - 19	9 - 16	6 – 13
0.425	Nº 40	13 - 20	11 - 16	8 - 14	5 - 11	3 – 9
0.25	Nº 60	10 - 15	8 – 13	6 - 11	4 - 9	2 – 7
0.15	Nº 100	6 - 12	5 - 10	4 - 8	2 - 7	1 – 5
0.075	Nº 200	2 - 7	2 - 6	2- 5	1 - 4	0 - 3

Tabla a.3.- Requisitos de granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa para intensidad de transito >1000000.

Fuente: Normas SCT, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas.

Características	Valor
Densidad relativa, mínimo.	2.4
Desgaste; %, máximo.	30
Partículas alargadas; %, máximo.	35
Partículas lajeadas; %, máximo.	35
Equivalente de arena; %, mínimo.	50
Perdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo.	25

Tabla a.4.- Requisitos de calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría densa para intensidad de tránsito > 1000000.

Fuente: Normas SCT, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas

b) Materiales pétreos para mezclas asfálticas de granulometría semiabierta.

Malla		Para mezcla con cemento asfáltico			Para mezcla con cemento asfáltico y hule molido		
		Tamaño nominal del material pétreo mm (in)					
Abertura mm	Designación	6.3 (¼)	9.5 (3/8)	12.5 (½)	6.3 (¼)	9.5 (3/8)	12.5 (½)
		Porcentaje que pasa					
16	5/8"	----	----	100	----	----	100
12.5	½"	----	100	90 - 100	----	100	90 - 100
9.5	3/8"	100	81 - 100	63 - 94	100	80 - 100	64 - 90
6.3	¼"	59 - 100	49 - 82	41 - 71	57 - 100	45 - 74	35 - 60
4.75	Nº 4	42 - 70	35 - 62	30 - 55	38 - 60	31 - 50	26 - 42
2	Nº 10	18 - 30	17 - 28	15 - 26	14 - 25	13 - 24	12 - 23
0.85	Nº 20	10 - 20	10 - 19	9 - 18	8 - 17	8 - 16	7 - 16
0.425	Nº 40	7 - 16	7 - 15	7 - 15	5 - 13	5 - 13	5 - 13
0.25	Nº 60	5 - 13	5 - 13	5 - 13	4 - 11	4 - 11	4 - 11
0.15	Nº 100	4 - 10	4 - 10	4 - 10	3 - 9	3 - 9	3 - 9
0.075	Nº 200	3 - 7	3 - 7	3 - 7	2 - 7	2 - 7	2 - 7

Tabla b.1.- Requisitos de granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría semiabierta.

Fuente: Normas SCT, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas.

Características	Valor
El material debe ser 100% triturado.	
Densidad relativa, mínimo.	2.4
Desgaste; %, máximo.	30
Partículas alargadas; %, máximo.	25
Partículas lajeadas; %, máximo.	25
Equivalente de arena; %, mínimo.	50
Perdida de estabilidad por inmersión en agua; %, máximo.	25

Tabla b.2.- Requisitos de calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría semiabierta o abierta.

Fuente: Normas SCT, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas.

c) Materiales pétreos para mezclas asfálticas de granulometría abierta.

Los requisitos de calidad del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría abierta deben cumplir los mismos que la de granulometría semiabierta.

Malla		Para mezcla con cemento asfáltico			Para mezcla con cemento asfáltico y hule molido		
		Tamaño nominal del material pétreo mm (in)					
Abertura mm	Designación	6.3 (¼)	9.5 (3/8)	12.5 (½)	6.3 (¼)	9.5 (3/8)	12.5 (½)
		Porcentaje que pasa					
16	5/8"	----	----	100	----	----	100
12.5	½"	----	100	95 - 100	----	100	95 - 100
9.5	3/8"	100	85 - 100	70 - 90	100	85 - 100	70 - 90
6.3	¼"	59 - 100	49 - 82	41 - 71	57 - 100	45 - 74	35 - 60
4.75	Nº 4	37 - 67	33 - 57	28 - 49	32 - 50	28 - 45	24 - 40
2	Nº 10	10 - 24	9 - 22	8 - 20	7 - 20	6 - 18	5 - 16
0.85	Nº 20	4 - 14	4 - 13	3 - 12	1 - 11	1 - 11	1 - 10
0.425	Nº 40	2 - 10	2 - 10	2 - 10	0 - 8	0 - 8	0 - 8
0.25	Nº 60	2 - 8	2 - 8	2 - 8	0 - 6	0 - 6	0 - 6
0.15	Nº 100	1 - 6	1 - 6	1 - 6	0 - 5	0 - 5	0 - 5
0.075	Nº 200	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 4

Tabla b.3.- Requisitos de granulometría del material pétreo para carpetas asfálticas de granulometría abierta.

Fuente: Normas SCT, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas.

- d) Materiales pétreos para mortero asfáltico.
- e) Materiales pétreos para carpeta por el sistema de riegos.
- f) Materiales pétreos para mezclas asfálticas para guarniciones.

5.8.2.- Caracterización de los materiales asfálticos.

El material asfáltico se caracteriza según la norma N-CMT-4-05-001 como un material bituminoso de color negro, constituido principalmente por asfáltenos, resinas y aceites, elementos que proporcionan características de consistencia, aglutinación, y ductilidad; es sólido o semisólido y tiene propiedades cementantes a temperaturas ambientales normales. Se emplean para la elaboración de carpetas, riegos y estabilizaciones, para aglutinar los materiales pétreos, para ligar o unir diferentes capas del pavimento o para estabilizar bases y sub-bases. Los materiales asfálticos, se clasifican en cementos asfálticos, emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados, dependiendo del vehículo que se utilice para su incorporación o aplicación.

Material asfáltico	Vehículo para su aplicación	Usos más comunes.
Cemento asfáltico	Calor	Se utiliza en la elaboración en caliente de carpetas, morteros y estabilizaciones, así como elemento base para la fabricación de emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.
Emulsión asfáltica	Agua	Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas, morteros, riegos y estabilizaciones.
Asfalto rebajado	Solventes	Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas y para impregnación de sub-bases y bases hidráulicas.

a) Cemento asfáltico.

Los cementos asfálticos son asfaltos obtenidos del proceso de destilación del petróleo para eliminar solventes volátiles y parte sus aceites. Su viscosidad varía con la temperatura y entre sus componentes, las resinas le producen adherencia con los materiales pétreos, siendo excelentes ligantes, pues al ser calentados se licúan, lo que les permite cubrir totalmente las partículas del material pétreo.

b) Emulsión asfáltica.

Las emulsiones asfálticas son los materiales asfálticos líquidos estables, constituidos por dos fases no miscibles, en los que la fase continua de la emulsión está formada por agua y la fase discontinua por pequeños glóbulos de cemento asfáltico. Se denominan emulsiones asfálticas aniónicas cuando el agente emulsificante confiere polaridad electronegativa a los glóbulos y emulsiones asfálticas catiónicas, cuando les confiere polaridad electropositiva.

Las emulsiones asfálticas pueden ser de los siguientes tipos:

b.1) De rompimiento rápido, que generalmente se utilizan para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos, a excepción de la emulsión ECR-60, que no se debe utilizar en elaboración de éstas últimas.

b.2) De rompimiento medio, que normalmente se emplean para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta especialmente cuando el contenido de finos en la mezcla es menor o igual a dos (2) por ciento, así como en trabajos de conservación tales como bacheos, renivelaciones y sobrecarpetas.

b.3) De rompimiento lento, que comúnmente se utilizan para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas.

b.4) Para impregnación, que particularmente se utilizan para impregnaciones de sub-bases y/o bases hidráulicas.

c) Asfalto rebajado.

Los asfaltos rebajados, regularmente se utilizan para la elaboración de carpetas de mezcla en frío, así como en impregnaciones de bases y sub-bases hidráulicas, son los materiales asfálticos líquidos compuestos por cemento asfáltico y un solvente, clasificados según su velocidad de fraguado; FR-3 fraguado rápido nafta diluido con gasolina y FM-1 fraguado medio diluido con queroseno.

5.8.3.- Calidad de materiales asfálticos.

En base a la norma N-CMT-4-05-002 los materiales asfálticos modificados son el producto de la disolución o incorporación en el asfalto, de un polímero o de hule molido de neumáticos, que son sustancias estables en el tiempo y a cambios de temperatura, que se le añaden al material asfáltico para modificar sus propiedades físicas y geológicas, disminuir su susceptibilidad a la temperatura ya la humedad, así como a la oxidación. Los principales modificadores utilizados en los materiales asfálticos son:

a) Polímero tipo I, es un modificador de asfaltos que mejora el comportamiento de mezclas asfálticas tanto a altas como a bajas temperaturas. Es fabricado

con base en bloques de estireno, en polímeros elastoméricos radiales. Se utiliza en mezclas asfálticas para carpetas delgadas y carpetas estructurales pavimentos con elevados índices de tránsito y de vehículos pesados, en climas fríos y cálidos, así como para elaborar emulsiones que se utilicen en tratamientos superficiales.

b) Polímero tipo II. Es fabricado con base a polímeros elastoméricos lineales, mediante una configuración de Estireno, Butadieno-Látex o Neopreno-Látex. Se utiliza en todo tipo de mezclas asfálticas para pavimentos en los que se requiera mejorar su comportamiento de servicio, en climas fríos y templados, así como para elaborar emulsiones que se utilicen en tratamientos superficiales.

c) Polímero tipo III, Es un modificador de asfaltos que mejora la resistencia al ahuellamiento de las mezclas asfálticas, disminuye la susceptibilidad del cemento asfáltico a la temperatura y mejora su comportamiento a altas temperaturas. Es fabricado con base en un polímero de tipo plastomero, se utiliza en climas calientes, en mezclas asfálticas para carpetas estructurales de pavimentos con elevados índices de tránsito así como para elaborar emulsiones que se utilicen en tratamientos superficiales.

d) Hule molido, es un modificador de asfaltos que mejora la flexibilidad y resistencia a la tensión de las mezclas asfálticas, reduciendo la aparición de grietas por fatiga o por cambios de temperatura. Es fabricado con base en el

producto de la molienda de neumáticos. Se utiliza en carpetas delgadas de granulometría abierta, y tratamientos superficiales.

5.8.4.- Clasificación y calidad de los materiales asfálticos según su uso.

La Norma N-CMT-4-05-003 establece que una mezcla asfáltica, siendo el producto de la incorporación y distribución uniforme de un material asfáltico en un pétreo debe de presentar características específicas dependiendo del uso que se le vaya a dar. Las mezclas asfálticas, según el procedimiento de mezclado, se puede clasificar como, mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas en frío.

a) Mezclas asfálticas en caliente.

Son elaboradas en caliente, utilizando cemento asfáltico y materiales pétreos, en una planta mezcladora estacionaria o móvil, provista del equipo necesario para calentar los componentes de la mezcla. Estas mezclas asfálticas en caliente se clasifican a su vez en:

a.1) Mezcla asfáltica de granulometría densa.

Es la mezcla en caliente, uniforme y homogénea, elaborada con cemento asfáltico y materiales pétreos bien graduados, con tamaño nominal entre $1\frac{1}{2}$ " y $3/8$ ", que satisfagan los requisitos de calidad establecidos en la norma del punto 5.8.1. Normalmente se utiliza en la construcción de carpetas asfálticas de pavimentos nuevos en los que se requiere una alta resistencia estructural, o en renivelaciones y refuerzo de pavimentos.

a.2) Mezcla asfáltica de granulometría abierta.

La mezcla asfáltica de granulometría abierta es una mezcla en caliente, uniforme, homogénea y con un alto porcentaje de vacíos, elaborada con cemento asfáltico y materiales pétreos de granulometría uniforme, con tamaño nominal entre ½" y ¼", en condiciones que satisfagan los requisitos de calidad establecidos en la norma N-CMT-4-04 mencionada en el punto 5.8.1.

Estas mezclas generalmente se utilizan para formar capas de rodadura, no tienen función estructural y generalmente se construyen sobre una carpeta de granulometría densa, con la finalidad de satisfacer los requerimientos de calidad de rodamiento del tránsito, al permitir que el agua de lluvia sea desplazada por las llantas de los vehículos, ocupando los vacíos de la carpeta, con lo que se incrementa la fricción de las llantas con la superficie de rodadura, se minimiza el acuaplaneo, se reduce la cantidad de agua que se impulsa sobre los vehículos adyacentes y se mejora la visibilidad del señalamiento horizontal.

Las mezclas asfálticas de granulometría abierta no deben colocarse en zonas susceptibles al congelamiento ni donde la precipitación sea menor de 600 mm por año.

b) Mezclas asfálticas en frío.

Son elaboradas en frío, en una planta mezcladora móvil, utilizando emulsiones asfálticas o asfaltos rebajados y materiales pétreos. Es la mezcla

en frío, uniforme y homogénea, elaborada con emulsión asfáltica o asfalto rebajado y materiales pétreos, con tamaño nominal entre 1 ½" y 3/8"; generalmente se elabora con materiales pétreos de granulometría densa, que satisfagan los requisitos de calidad establecidos en la norma N-CMT-4-04 mencionada en el punto 5.8.1. Normalmente se utiliza en los casos en que la intensidad del tránsito es igual a 1000000 de ejes equivalentes o menor, en donde no se requiera de una alta resistencia estructural, para la construcción de carpetas asfálticas de pavimentos nuevos y en carpetas asfálticas de pavimentos existentes, así como para la reparación de baches.

5.8.5.- Limpieza de la superficie de rodamiento y acotamientos.

Dentro de la conservación rutinaria, la limpieza de la superficie de rodamiento y acotamientos, es el conjunto de actividades que se realizan sobre el pavimento con el propósito de eliminar los objetos extraños que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

Los materiales o productos que se utilicen en la limpieza de la superficie de rodamiento y de los acotamientos deben ser aquellos que cumplan con las condiciones marcadas en el punto 5.6. Para la elección del equipo, así mismo que para su operación, se toma en cuenta lo mencionado en el punto 5.3 de la fracción E.

Para la ejecución de obra en este concepto se emplean barredoras mecánicas para la limpieza de la superficie del pavimento y acotamientos, deberán tener una escoba rotatoria autopropulsada o remolcada, con las cerdas adecuadas según el material por remover; así como unidades de agua a presión con sus respectivas

boquillas, capaces de producir una presión mínima de 143 kg/cm² y compresores de aire con una capacidad para producir una presión mínima de 6 kg/cm², con los dispositivos necesarios para evitar la contaminación del aire con agua o aceite.

Para la eliminación de materiales pulverulentos como son: tierra, polvo y basura de tamaño reducido; esparcidos sobre la superficie de rodamiento o acotamientos, se retirarán con la barredora. Pero si estos materiales se encuentran adheridos al pavimento, dependiendo del grado de adhesión que tengan y de la magnitud de las áreas afectadas, deberán desprenderse con herramienta adecuada, como pueden ser, cepillos de alambre, de fibra o de raíz utilizando también aire comprimido o agua a presión. Si la cantidad de material pulverulento es excesivo, deberá acamellonarse o apilarse para posteriormente atender a lo que nos indica el punto 5.5.

Los fluidos o derrames de solventes, combustibles, lubricantes o cualquier otra sustancia líquida y semilíquida, vertidos accidentalmente sobre la superficie de rodamiento o a los acotamientos, deberán de ser retirados colocando arena sobre ellos para ser absorbidos, una vez saturada la arena, deberá retirarse mediante palas y cepillos manuales colocándolos en los depósitos temporales o dentro del camión que los trasladará. Una vez retirada la arena según se requiera deberá lavarse el revestimiento con detergentes comunes, con la herramienta y equipo adecuado para su limpieza, como pueden ser, cepillos de alambre, rodillos, cepillos de raíces y agua a presión. Esta operación deberá de repetirse tantas veces sea necesario para la eliminación de dicho líquido, o hasta que la SCT lo indique o cuando las propiedades antiderrapantes de la superficie del pavimento sean restablecidas.

5.8.6.- Sellado de grietas aisladas en carpetas asfálticas.

Consiste en el conjunto de actividades necesarias para sellar grietas de hasta 1 cm de abertura, que se manifiesten en forma aislada en carpetas asfálticas, con el propósito de prevenir la entrada de cuerpos ajenos a los que conforman la estructura de pavimento y sobre todo, especialmente el agua proveniente de escurrimientos superficiales, hacia las capas inferiores que integran la estructura del pavimento, evitando así la consecuente pérdida de resistencia, degradación o deterioro, en base a lo que la norma establece.

Este concepto se complementa con las condiciones establecidas en los puntos 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6, los cuales especifican las condiciones que se deben cumplir, para que la ejecución de la obra se realice rápida, adecuada y segura. En el punto 5.6 se deberá complementar con lo que las normas N-CMT-4-04, N-CMT-4-05-001, N-CMT-4-05-002, N-CMT-4-05-003 exigen, mencionadas en los puntos 5.8.1, 5.8.2, 5.8.3 y 5.8.4.

La ejecución de la obra se llevará a cabo mediante bombas de extrusión con la suficiente capacidad para inyectar el volumen requerido de material de sellado hasta la profundidad adecuada, equipadas con una boquilla cuya forma ajuste dentro de las grietas y con la cual se pueda formar una cama uniforme del ancho y de profundidad entre las caras de las grietas. Se utilizarán compresores que produzcan mínimo 6 kg/cm² y unidades de agua a presión mínimo de 143 kg/cm².

Todas las mezclas elaboradas se tendrán que hacer con la calidad que las normas de la SCT indican, e igual si en la elaboración de la mezcla se utilizan

productos de tipo comercial deberán, deberán prepararse conforme a las instrucciones que proporcione el fabricante y apruebe la secretaria. Así mismo en el tiempo de elaborar cementos asfálticos en caliente, el asfalto deberá cumplir con la temperatura mínima que es de 140 °C.

Todos los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras no sean las adecuadas, considerando que las grietas no se sellarán mientras que la superficie se encuentre con agua libre o encharcada, si se encuentra lloviendo o cuando la temperatura del ambiente o de la carpeta sea menor o igual a 13 °C y se vayan a utilizar materiales o productos asfálticos que se apliquen en caliente.

Cuando los trabajos de sellado se ejecuten la grieta debe estar limpia, exenta de materiales sueltos, substancias extrañas, polvo o humedad excesiva. Para lograr el propósito se limpiarán las caras interiores de la grieta, empleando cepillos de cerda y aire comprimido, en caso de que la grieta que se limpió no se selle el mismo día, deberá limpiarse nuevamente si se realiza el sellado días después.

En caso de utilizar emulsión asfáltica en frío o un mortero asfáltico con emulsión, antes de su aplicación deberán rociarse ligeramente las paredes de la grieta con agua para propiciar su enfriamiento y evitar el rompimiento prematuro de la emulsión. En caso de que el cemento asfáltico o el material para el sellado sea en caliente, las paredes de la grieta deberán estar totalmente secas al momento de colocar el material.

Para la aplicación de los materiales, deberán utilizarse los dispositivos adecuados con boquillas cuyas dimensiones sean las congruentes con la abertura de las grietas a tratar; las boquillas deberán estar limpias para evitar la presencia de residuos. La aplicación del material debe hacerse distribuyéndolo en toda la extensión de la grieta, evitando al máximo excederse en la cantidad aplicada; al momento de su aplicación, el material o producto para sellado deberá presentar la viscosidad para fluir libremente a través de las grietas. Si al verter el material dentro de las grietas, este deberá ser eliminado, utilizando rasquetas o enrasadores, provistos de allanadores de goma.

No se aceptarán la segregación, los grumos o el rompimiento anticipado de los materiales o productos por aplicar; una vez aplicado el producto, se evitará el tránsito vehicular sobre la superficie recién tratada, hasta que el material de sellado haya fraguado y así evitar que sea desprendido. Los tiempos de fraguado de los materiales será responsabilidad del contratista de obra y lo deberá estimar en campo, de acuerdo con las condiciones climáticas y el tipo de material utilizado. Una vez concluido el sellado, deberá presentarse una textura uniformes sobre la superficie de rodamiento, sin bordes que impidan el libre escurrimiento superficial del agua sobre la carpeta.

5.8.7.- Bacheo superficial aislado.

Es toda actividad realizada para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados, en zonas localizadas y relativamente pequeñas, cuando la base del

pavimento se encuentre en condiciones estables y sin exceso de agua. Conforme a la norma N-CSV-CAR-2-02-003/00 se considera como bacheo aislado cuando las áreas afectadas tengan una extensión menor de 100 m², por cada 7000 m² de pavimento.

En este concepto se propone utilizar equipo de corte, con la capacidad, potencia y el tamaño adecuado para ejecutar los cortes en todo el espesor de la carpeta asfáltica, unidades de agua a presión capaz de producir una presión mínima de 143 kg/cm², compresores con dispositivos para evitar la contaminación del aire con agua y aceite, petrolizadoras que puedan mantener una temperatura constante, un flujo uniforme del material asfáltico sobre la superficie por cubrir, en anchos variables y en dosificaciones controladas. Estas petrolizadoras deberán estar equipadas con medidores de presión, termómetro para medir la temperatura del material asfáltico dentro del tanque, con bomba y barra de aplicación.

También se emplearán compactadores de rodillo, ya sean manuales, autopropulsados, reversibles, con uno o dos rodillos metálicos con petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a ellos; y compactadores de placa con dispositivos controladores de la vibración y con una placa metálica de las dimensiones adecuadas para compactar zonas donde no sea posible la utilización de compactadores de rodillo.

Los materiales pétreos, asfálticos y, en su caso aditivos que se empleen en el bacheo superficial, deberán elaborarse analizando las normas establecidas en los puntos 5.8.1, 5.8.2, 5.8.3 y 5.8.4, para el control de calidad y características de los

materiales. La reposición de la carpeta podrá hacerse con mezclas asfálticas elaboradas en caliente o en frío.

Deberán tomarse en cuenta las condiciones climáticas, las cuales si presentan situaciones adversas como amenaza de lluvia y variación drástica de temperaturas, las actividades se suspenderán y no se reanudarán hasta que no sean las adecuadas, ya que la superficie debe estar libre de agua y las temperaturas no deben variar menos de 15°C cuando se utilice mezcla en caliente o menos de 4°C cuando se utilicen mezclas en frío; la temperatura ambiente deberá tomarse a la sombra y lejos de cualquier fuente de calor artificial, dicha temperatura no deberá estar por debajo de 10°C si se utilizara mezcla asfáltica en caliente, o bien 4°C cuando la mezcla sea en frío.

Antes de iniciar con las actividades deberán tomarse las medidas de seguridad establecidas por las normas. Sobre la superficie de la carpeta asfáltica, se delimitarán con pintura las áreas por reparar en el levantamiento de daños aprobado por la secretaria. Las marcas serán de forma rectangular con lados perpendiculares y paralelos al eje de la carretera con un margen de 30 cm desde el límite de la demarcación hasta las partes afectadas. Una vez delimitado el bache, se hará un corte perimetral de las áreas marcadas en la carpeta, con una maquina cortadora de disco, para que las paredes de excavación sean verticales y evitar dañar la carpeta fuera del área afectada.

Después del corte, la carpeta dañada se retirará desde la interior hacia el perímetro del área afectada, empleando martillos neumáticos, escarificadores u otro

procedimiento que no dañe la carpeta fuera de la afectada. La excavación deberá quedar nivelada y libre de residuos de la carpeta demolida, partículas de polvo o de cualquier otra materias extraña, si es necesario deberá de limpiarse con aire a presión.

Si la base descubierta amerita ser compactada, esta se recompactará empleando equipo vibratorio adecuado mínimo a 100% respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida en la prueba AASHTO estándar, dentro de las tolerancias que establezca la SCT. Sobre la base compactada y en las paredes de la excavación se aplicará un riego asfáltico ligero y uniforme con una emulsión de rompimiento rápido a razón de 1.2 l/m². Antes de iniciar el bacheo superficial, la superficie por reparar deberá estar debidamente preparada, exenta de polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico.

Si la mezcla utilizada es en caliente, deberá tener una temperatura mínima de 110°C, si la temperatura esta 5°C por debajo de la mínima inmediatamente antes de ser tendida, se rechazará la mezcla y no será objeto de medición y pago. La mezcla deberá extenderse de las orillas del área dañada hacia el centro para evitar la segregación, en cantidad suficiente y utilizando un dispositivo enrasador adecuado para que una vez compactada, la superficie terminada quede uniforme y al mismo nivel que el resto de la carpeta. No debe presentar segregación.

Si es necesario, la capa deberá extenderse en capas sucesivas, en capas que el equipo sea capaz de compactar y para que se obtenga el nivel de la superficie original de la carpeta, si el tendido de la mezcla se hace en caliente, la capa sucesiva

no debe tenderse hasta que la temperatura de la capa anterior sea menor de 70°C en su punto medio. La cantidad y temperatura de tendido de la mezcla son responsabilidad del contratista de obra, tomando en cuenta que los volúmenes no deben ser mayores a los que pueden ser compactados.

La compactación se hará inmediatamente después de tendida la mezcla, si es mezcla en caliente cuando la temperatura sea de 100 °C como mínimo y se terminará cuando la temperatura sea de 85 °C mínimo; al tiempo de ser compactado, la capa extendida debe alcanzar el mismo nivel que el resto de la carpeta. La compactación debe hacerse longitudinalmente de las orillas hacia el centro, efectuando un traslape al menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada. La superficie del bache tratado debe quedar limpia, presentar una textura y acabado uniformes, y con el mismo nivel del resto de la carpeta.

5.8.8.- Bacheo profundo aislado.

Es el conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de pavimento asfáltico que presenta daños como deformaciones, oquedades por desprendimiento o desintegración de los agregados, en zonas pequeñas. Es considerado como bacheo aislado cuando las áreas afectadas tengan una extensión menor de 100 m², por cada 7000 m² de pavimento.

En base a lo que corresponde y exige la norma N-CSV-CAR-2-02-004/00, para la ejecución de los trabajos de obra en este concepto, se utilizará el mismo equipo que en la norma especificada en el punto 5.8.3, bacheo superficial aislado. Así como todos los análisis previos desde la identificación de la zona dañada. Se

realizará un levantamiento mediante inspección visual, ya sea por la SCT o por el contratista de la obra, por su cuenta y costo pero presentándolo ante la SCT para su aprobación; así como los análisis climáticos y los procesos para marcar y extraer el material de la zona dañada. En este concepto se señalará la zona dañada o por reparar, en forma geométrica semejante al de bacheo superficial; la diferencia será de 50 cm de margen entre el perímetro marcado y la zona dañada.

El proceso para el corte de la zona dañada en la carpeta y para la extracción del material será el mismo que en punto 5.8.3, solo que el corte en la carpeta se hará hasta una profundidad de 10 cm por debajo de la última capa por reponer. En la excavación realizada, cuando lo amerite por exceso de humedad principalmente, se prolongará hasta el talud más próximo. Durante la excavación, al descubrir las capas subyacentes a la carpeta, se procurará no alterar sus condiciones, empleando, si es necesario, herramienta manual para llegar al nivel de excavación previsto en sus últimos 20 cm, para que las paredes de la excavación permanezcan verticales, y si es necesario se aplicará entre ellas, un mortero hidráulico en proporciones 1:3.

La preparación de los materiales con cemento o cal para lograr un material con calidad de base para la reposición de los materiales subyacentes a la carpeta asfáltica, se efectuarán incorporando el agua necesaria para la compactación, en planta de mezclado central del tipo de amasado o pugmill, de tambor rotatorio o bien de mezclado continuo.

Si la base descubierta amerita ser compactada, ésta se recompactará empleando equipo vibratorio adecuado mínimo a 100% respecto a la masa

volumétrica seca máxima obtenida en la prueba AASHTO estándar, dentro de las tolerancias que establezca la secretaria; así mismo los materiales para la reposición de las capas adyacentes a la carpeta asfáltica, se colocarán con el contenido de agua óptimo de compactación, en capas con espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar.

La preparación de la zona por reparar, el tendido, la compactación y el acabado de la superficie se realizará igual que el punto 5.8.3 de este capítulo. La calidad y características físicas obtenidas al término de la ejecución de la obra serán responsabilidad del contratista de obra, ya que de él depende tomar en cuenta todas las condiciones de temperatura de los materiales, como los procesos al preparar la zona en reparación, el tendido de los materiales y la compactación de los mismos.

5.8.9.- Sellado de grietas y juntas en losas de concreto hidráulico.

Es el conjunto de actividades que se realizan para sellar las grietas y juntas en carpetas de concreto hidráulico, con el propósito de evitar la entrada de cuerpos extraños entre las losas, prevenir la infiltración del agua proveniente de escurrimientos superficiales hacia las capas inferiores que integran la estructura del pavimento, evitando su consecuente pérdida de resistencia, la degradación o deterioro de dicha estructura o de la grieta o junta en sí, debido a la concentración de esfuerzos.

Los materiales que se utilicen para el sellado de grietas y juntas en pavimentos de concreto hidráulico, serán los que indique el proyecto o la secretaria y deberán cumplir con el tipo y las características de compatibilidad con el concreto,

viscosidad, resistencia, adhesión, flexibilidad, elasticidad y durabilidad. Los materiales de relleno preformado que se utilicen, no serán absorbentes y tendrán las dimensiones adecuadas para que impida el paso del material sellador más allá de la profundidad indicada.

El equipo utilizado será, un equipo de corte con disco abrasivo o de diamante, del tamaño, potencia y capacidad que se requiera para el repulido de las grietas y el aserrado de las juntas. Unidades de agua a presión que produzcan una presión mínima de 143 kg/cm², unidades de arena a presión con la capacidad suficiente para limpiar adecuadamente las grietas y las juntas; compresores de aire que puedan producir una presión mínima de 6 kg/cm² y con los dispositivos adecuados para evitar la contaminación de agua y del aire, dispositivos para la colocación de material de relleno preformado de una manera uniforme a todo lo largo de la grieta o junta, a la profundidad establecida en el proyecto, sin retirarlo o punzarlo, también equipo para la inyección del material de sellado que consiste en bombas de extrusión con la suficiente capacidad adecuada, equipadas con una boquilla cuya forma ajuste dentro de las grietas o juntas, y con la cual se pueda formar una cama de ancho y profundidad uniforme entre las caras de las mismas.

En la preparación de los materiales de sellado y manejo son responsabilidad del contratista. Cuando se utilice mortero con cemento portland para sellar las grietas, este deberá contener la cantidad mínima de agua para hacerlo manejable. Los aditivos que se utilicen en los morteros, estarán totalmente libres de cloruros y deberán mejorar la estabilidad de la mezcla y prevenir la contracción; al mortero se incluirá un expansor, un adhesivo integral y un plastificante con el objeto de disminuir

la cantidad de agua y aumentar la manejabilidad. En caso de utilizar productos de tipo comercial, se prepararán conforme a las instrucciones que proporcione el fabricante y lo apruebe la SCT.

Cuando para el sellado se utilicen epóxicos, poliuretanos o acrílicos, el contratista de obra deberá verificar que el producto químico por utilizar sea el adecuado para su aplicación en la grieta por sellar, considerando las condiciones locales de la zona de preparación, las recomendaciones proporcionadas por el fabricante y lo establecido en el proyecto. La consistencia de la mezcla será tal que permita introducirla sin segregación para llenar completamente la grieta. Únicamente se deberá preparar la cantidad de mezcla o producto que pueda colocarse antes de que inicie su endurecimiento o secado; si el secado se presenta, la mezcla o producto se desechará.

Deberán tomarse en cuenta las condiciones climáticas, las cuales si presentan situaciones adversas como amenaza de lluvia y variación drástica de temperaturas, las activadas se suspenderán y no se reanudarán hasta que no sean las adecuadas, ya que la superficie debe estar libre de agua y la temperatura ambiente no debe variar menos de 13°C cuando se utilicen materiales epóxicos o mayor de 30°C. Cuando se utilicen mezclas o productos en caliente; la temperatura ambiente deberá ser no menos de 13°C, dicha temperatura no deberá estar por debajo de 10°C si se utilizara mezcla asfáltica en caliente, y para los demás materiales se aplicaran en un rango entre 4°C y 30°C.

Para la ejecución de la obra las grietas deberán limitarse según los criterios del proyecto o de la SCT. Inmediatamente antes del inicio de los trabajos de sellado, la grieta o junta estará limpia, exenta de materiales sueltos, substancias extrañas, polvo o humedad excesiva. Las grietas deberán limpiarse en sus caras interiores, empleando espátulas, cinceles, cepillos de alambre, arena a presión o aire comprimido, según se requiera, en caso de suspender las actividades en ese día, posteriormente al reanudar las actividades, se tendrán que limpiar las grietas o juntas nuevamente.

En el caso en que la grieta o junta tenga una abertura mayor a 5 mm, se extraerá cualquier materia en toda profundidad de la grieta o junta, para alojar el material de relleno preformado. En caso de que algún material lo requiera por algún motivo, se dará previo a su aplicación un rociado ligero de agua en las caras interiores de la grieta o junta, para propiciar su enfriamiento; y por el contrario si el material utilizado se aplicara en caliente, las paredes de la grieta o junta deberán estar totalmente secas al momento de colocarlas.

Cuando se indique en el proyecto y por parte de la SCT, las juntas se aserrarán para remover todo el material sellador y de relleno preformado existente, ademas de lograr la verticalidad de las caras. El ancho y la profundidad del corte serán suficientes para que el material existente pueda ser removido en su totalidad y se produzca una ranura con las dimensiones adecuadas para alojar los materiales de sellado y de relleno preformado que serán utilizados. En el caso de las grietas, si se indica, se hará el repulido de sus caras mediante el uso de una cortadora para concreto equipada con un disco de diámetro pequeño con hoja de diamante o de tipo

abrasivo, con el cual se pueda seguir la trayectoria de la grieta. Las grietas serán ensanchadas lo necesario para que sus dimensiones sean las adecuadas para alojar los materiales de sellado y de relleno preformado que serán utilizados. En caso de que las grietas sean variables en su ancho y sus caras se encuentren desportilladas e irregulares, la profundidad de la ranura de las grietas deberá mantener 2 cm de profundidad.

Después del aserrado de las juntas o repulido de las grietas, la grieta deberá limpiarse completamente, primero mediante el uso de agua a presión, después mediante la aplicación de aire a presión, después mediante la aplicación de aire a presión libre de aceites, enseguida mediante chorro de arena, repitiéndose esta última operación las veces necesarias para lograr una superficie libre de residuos que puedan evitar la adherencia del nuevo material sellador, al final se aplicará nuevamente aire a presión libre de aceites, para dejarlas completamente limpias y secas. En caso de necesitarlo, antes de la colocación del material sellador se procederá a la imprimación de las grietas o juntas con el material adecuado o indicado.

En caso de que se aplique relleno preformado o de respaldo para evitar el exceso de material sellador dentro de la grieta o junta, ésta se deberá instalar considerando las recomendaciones del fabricante, ya que el material para preformado debe ser compatible con el material sellador y con la densidad suficiente para formar el apoyo para dicho sellador. Las condiciones físicas de las grietas deberán tener las mismas características que como, solo se fuera aplicar el material sellador. Al tiempo de aplicar el material sellador, este deberá aplicarse con

herramienta adecuada, y eliminado los excedentes utilizando rasquetas o enrasadores, el material de sello deberá adherirse perfectamente al concreto y estar libre de burbujas, pues de lo contrario no se aceptara y menos cuando esté presente segregación, grumos o el rompimiento de los materiales.

Una vez aplicado los materiales de sellado, estos deberán presentar por mucho de 3 a 6 mm por debajo del nivel del pavimento y se tendrá que evitar el tránsito vehicular sobre la superficie recién tratada, hasta que el material de sello haya fraguado, para evitar que sea desprendido. Después de concluidos los trabajos de sellado, la superficie de rodadura presentará, una textura uniforme y sin bordos que impidan el libre escurrimiento del agua sobre la superficie.

5.9.- Señalamientos y dispositivos de seguridad.

Todos los señalamientos y dispositivos de seguridad dentro de un tramo carretero son de suma importancia debido a que es la forma de guiar y prevenir al conductor de posibles zonas de riesgo, también el de informar sobre algunos de los servicios que se pueden presentar. Debido a que los señalamientos y dispositivos de seguridad deben de ser útiles en el día y en la noche, éstos deben de cumplir con las características físicas para que puedan ser lo suficientemente eficientes y logren con su objetivo. Algunos de los señalamientos y dispositivos de seguridad que deben atenderse en la conservación rutinaria de carreteras son, marcas en el pavimento, marcas en guarniciones, marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento, vialetas y botones, señales verticales, defensas y barreras centrales.

Las características que deben presentar las marcas y los dispositivos de seguridad son regidas por un conjunto de normas que establece la SCT, y que con las cuales se deben obtener las calidades que ellas exigen. Por ninguna razón deberán emplearse sustancias agresivas que a juicio de la SCT, dañen de cualquier forma las estructuras y elementos retrorreflejantes de las señales, como a la superficie de rodamiento; tales como solventes fuertes, combustibles o lubricantes.

Los productos para la limpieza de los tableros de las señales deberán tener un pH de 6 a 8 y deberán estar libres de solventes dañinos. No se aceptará el suministro de los materiales que no cumplan con los requerimientos anteriores, ni aun en el supuesto mejoramiento posterior en el lugar de su utilización por el contratista de la obra.

Si por alguna razón los productos utilizados para la limpieza de las estructuras de las señales, a sus elementos retrorreflejantes, a la superficie de rodadura o al entorno de los usuarios, provocan daños; se suspenderán las actividades y el contratista deberá reemplazar los materiales, por su cuenta y costo, por aquellos que eviten daños, y deberá reparar los daños que se hayan ocasionado. Si por dicho motivo las actividades se retrasan conforme lo marcado en el contrato y el programa de ejecución de obra, todas las consecuencias serán a cargo del Contratista de Obra.

Por ningún motivo se aceptarán los materiales utilizados en cualquier concepto para la conservación rutinaria del señalamiento y dispositivos de seguridad, que no cumplan con las condiciones anteriores, ni aun en el supuesto de que serán

mejorados posteriormente en el lugar de su aplicación. El contratista deberá reemplazar dichos materiales pues de lo contrario y en su momento si dichos materiales no cumplen con las características que se requieren, se suspenderá el trabajo y el contratista deberá corregir los errores; y si por este motivo se generan atrasos en el programa de ejecución, los cargos serán en contra del contratista.

El equipo a utilizar para la ejecución cualquier obra deberá presentarse en buenas condiciones y deberá ser el adecuado, pues el contratista será el responsable de elegir el equipo y elegir los operadores; si por alguna razón no se están cumpliendo con los avances y calidades del trabajo establecidos en el programa, el trabajo se suspenderá inmediatamente, el contratista será el responsable de sustituir el equipo y al operador si este lo amerita, al igual será el responsable de los atrasos del programa de ejecución.

Durante el proceso de limpieza, transporte, manejo y disposición de residuos, el contratista de obra deberá tomar las precauciones y medidas necesarias para evitar la contaminación del aire, suelos, aguas superficiales o subterráneas y la flora, conforme señalado en *Prácticas Ambientales durante la Conservación Rutinaria de las Obras*, sujetándose en lo que corresponde, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Para el transporte y almacenamiento son responsabilidad del contratista, y los realizará de tal manera que no haya alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra; en lo que corresponda a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Al igual que en las actividades de pavimentos, los trabajos se suspenderán si las condiciones climáticas presentan situaciones adversas y no se reanudarán mientras estas no sean las adecuadas, considerando que las marcas no se repondrán sobre superficies húmedas, cuando existan amenazas de lluvia o esté lloviendo.

Para la reposición de marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento se deberá de considerar lo señalado en la cláusula D. de la norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*. La ejecución del trabajo deberá hacerse en horarios dentro de los cuales la afectación al tránsito sea la mínima, dichos horarios serán establecidos en las bases de licitación o los aprobados por la SCT.

Antes de iniciar los trabajos de reposición, el contratista deberá de cumplir con los señalamientos y dispositivos de seguridad que se requieren conforme a la norma N-PRY-CAR-10-03-001, *Ejecución de proyectos de señalamientos y dispositivos para la Protección en obras*, como se indica en la norma N-CSV-CAR-05-011, *Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación*, solicitando todos los bandereros que se requieren, y tomando en cuenta todo lo referente a señalamiento y seguridad que establece la cláusula D. de la norma N-LEG-3. En ningún caso se permitirá la ejecución de los trabajos de limpieza mientras no se cumpla lo establecido en estas normas.

Algunas de las normas que la SCT establece se mencionarán a continuación.

5.9.1.- Clausula F. de la norma N-PRY-CAR-10-01-002 Diseño de Señalamiento Horizontal.

Principalmente las marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento, se utilizan en calles, carreteras y autopistas para indicar a los conductores la presencia de estructuras u objetos adyacentes a la calzada siempre que estén ubicados a una distancia hasta de 3 m de la orilla del carril, o más, si a juicio del proyectista pudieran constituir un riesgo para los usuarios.

Las estructuras que se marcan son parapetos, aleros, estribos, pilas, columnas, cabezales, muros de contención y postes cuyo ancho sea mayor de 30 cm. Las estructuras se deben pintar en su cara normal al sentido del tránsito, hasta una altura de 3 m, mediante franjas de 30 cm de ancho inclinadas a 45°, alternando los colores blanco y negro reflejante que cumpla con el patrón autorizado por la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaria. En el caso de que la altura libre de la estructura sea menor o igual a 4.5 m, se deben marcar de la misma manera en todo su contorno. Cuando la estructura por marcar se encuentre al lado derecho del carril, las franjas deben de bajar de izquierda a derecha y de derecha a izquierda en el caso contrario, pudiéndose complementar con vialetas.

Los objetos diferentes a las estructuras mencionadas anteriormente, como árboles o piedras de gran tamaño, que puedan constituir un riesgo a la seguridad de los usuarios, se deben pintar hasta una altura de 1.5 m, de color blanco que cumpla con el patrón autorizado por Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaria.

5.9.2.- Pinturas para señalamiento horizontal.

La norma N-CMT-5-01-001/05, establece los requisitos de calidad de las pinturas y esferas de vidrio que se utilicen para el señalamiento horizontal de las carreteras. Estas pinturas son mezclas constituidas por pigmentos, vehículos y esferas de vidrio que pueden agregarse durante su aplicación como elementos retrorreflejantes. Al secarse forman una película sólida de apariencia específica que se emplea para marcar sobre el pavimento, guarniciones, estructuras de concreto y mampostería, rayas, símbolos y letras que tienen por objeto delinear las características geométricas de la vialidades y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía.

Las pinturas para el señalamiento se pueden clasificar en pinturas base solvente que son formuladas con resinas alquidales modificadas y agentes plastificantes que aglutinan y proporcionan propiedades adherentes al pigmento de alto índice como el titanio, con la característica de tener el sacado rápido.

Pinturas base agua son elaboradas con resinas acrílicas emulsionadas que proporcionan propiedades adherentes al pigmento de alto índice como el titanio, agentes fungicidas y antiespumantes; el tiempo de secado es mayor que el de las pinturas base solvente. Las pinturas termoplásticas, son fabricadas con resinas sintéticas, pigmentos y agentes plastificantes que las aglutinan y les proporcionan propiedades adherentes, en algunos casos la fórmula envasada incluye las esferas de vidrio.

Las pinturas termoplásticas se pueden clasificar en, tipo alquidal, las cuales son fabricadas con cualquiera de las resinas sintéticas termoplásticas hechas de alcoholes polihidroxi y ácidos polibásicos; contienen una resina natural resistente a los efectos de los productos derivados del petróleo, tipo hidrocarburo, se fabrican con mezclas de resinas derivadas del petróleo más estables al calor y tampoco son resistentes a los efectos de los productos derivados del petróleo.

Las pinturas líquidas son productos fluidos que contienen una o más sustancias químicas, procesadas para efectuar una reacción y proporcionar, después de la evaporación de la parte líquida, la formación de películas con propiedades de adherencia, color y apariencia. También hay las que se presentan en forma sólida, que requieren ser licuadas con solventes adecuados o mediante la aplicación de calor. Contienen una o más sustancias químicas, naturales o sintéticas, procesadas para efectuar una reacción y propiciar la formación de películas con propiedades específicas, tales como adherencia, color y apariencia.

5.9.1.- Reposición de marcas en el pavimento.

Es el conjunto de actividades que deben realizarse para poner las marcas del señalamiento horizontal sobre el pavimento, con el propósito de mantener la carretera en condiciones óptimas de seguridad en lo que a señalamiento se refiere. Estas marcas pueden ser rayas, símbolos o letras, que se aplican con pintura convencional o termoplástica o bien pueden estar formadas por materiales plásticos preformados, adheridos a la superficie de pavimento utilizando adhesivos.

Se emplearán equipos autopropulsados y manuales para la aplicación de la pintura, como equipo auto-propulsado se utilizará máquina pintarrayas con dispositivos que permitan regular la cantidad de pintura, como el ancho de la película que se aplique, con mecanismos que regulen automáticamente la intermitencia de rayas y la dosificación de microesferas retroreflejantes. Los manómetros del equipo deberán calibrarse cada vez que vayan a utilizarse, a la presión de diseño de los tanques y del equipo complementario.

El equipo manual deberá ser equipo de aire a presión, equipado con pistolas y boquillas adecuadas para el tipo de pintura por aplicar; equipo para la aplicación de pintura termoplástica que cuente por lo menos con un depósito de almacenamiento un tubo pulverizador, un dispositivo para el calentamiento de la pintura termoplástica, un termómetro integrado y un dosificador con posición para regular el espesor y ancho de la película que se aplique.

Equipo topográfico para la ubicación de las marcas sobre el pavimento, y los accesorios adecuados para permitir la ubicación y trazo de las marcas en el pavimento en los lugares señalados por el proyecto o la SCT. Unidades de agua a presión capaces de producir como mínimo una presión de 143 kg/cm²; barredoras mecánicas que cuente con escoba rotatoria y con los filamentos de material adecuado dependiendo la superficie por barrer.

Los trabajos se suspenderán si las condiciones climáticas presentan situaciones adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas,

considerando que las marcas no se repondrán sobre superficies húmedas, cuando existan amenazas de lluvia o esté lloviendo.

Antes de iniciar los trabajos se deberá verificar que las áreas donde se aplicarán las marcas con la pintura, deberán estar exentas de cualquier otro tipo de material extraño incluyendo polvo y grasas. No se permitirá la aplicación o colocación de marcas sobre la superficie a menos de que no hayan sido previamente aceptadas por la secretaría.

Si se trata de abrasión y erosión en la pintura, solo se someterá la limpieza de tal manera a que esté libre de polvo y materiales extraños. Si se trata de una falla por resquebradura en la pintura, se deberá retirar completamente la pintura suelta mediante un cepillo de alambre, raspado con espátula o algún otro medio mecánico pero que se acepte por la SCT.

Cuando se trate de rayas, el pre-marcado consiste en hacer puntos de referencia sobre la superficie donde se aplicaran las marcas, marcando puntos de referencia, con la ayuda del equipo topográfico y un hilo de guía; definiendo dimensiones y colores de dichas marcas, para que correspondan a las establecidas en el proyecto; aunque en ocasiones las marcas ya existentes podrá ser utilizadas como pre-marcado.

La pintura se aplicará conforme a las dimensiones, características y colores establecidos, cuando se utilice pintura convencional, se aplicara la pintura definitiva sobre los puntos pre-marcados en el caso de rayas o dentro de los contornos delineados cuando se trate de letras y símbolos, utilizando equipo manual o

autopropulsado según el tipo de marca. El ancho y el tipo de pintura serán aplicados según lo indique el proyecto o la secretaría y para la aplicación deben de tomarse en cuenta las recomendaciones del fabricante de la pintura, como la velocidad de aplicación y las presiones a las que se debe de aplicar, para obtener un espesor uniforme y deseado.

El espesor de la película de la pintura será de .38 mm a .51 mm, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o por la secretaría, o a menos de que éstos indiquen otro espesor. Cuando se utilice pintura termoplástica, la temperatura de aplicación será recomendada por el fabricante, que normalmente está entre 90°c y 200°c; la película de pintura que se aplique será del tipo, ancho y espesor que indique el proyecto o la SCT.

En el caso de aplicar la pintura manualmente deberán incorporarse inmediatamente después de aplicar la pintura, cuando la pintura se encuentre fresca a menos de que el proyecto o la secretaria indiquen otra cosa. Cuando se utilice un equipo autopropulsado, la incorporación de las microesferas se hará de forma automática al momento de la aplicación de la pintura.

La dosificación será la adecuada para proporcionar el coeficiente de retroreflexión mínimo y nunca menor de 700 grs. por litro de pintura.

Para la colocación de marcas preformadas se harán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. El tiempo de secado, tanto de las marcas pintadas como de los adhesivos de las marcas preformadas, se determinara en obra, considerando las recomendaciones del fabricante y las condiciones ambientales en

el lugar de trabajo; las marcas recién pintadas o colocadas deberán mantenerse libres de tránsito, hasta que la pintura o los adhesivos hayan secado lo suficiente para que los vehículos no les causen deterioros prematuros.

5.9.2- Reposición de marcas en guarniciones.

Es el conjunto de actividades que se realizan para reponer las marcas del señalamiento horizontal en las guarniciones, con el propósito de mantener la carretera en condiciones óptimas de seguridad en lo que en señalamiento se refiere. Las guarniciones se delinear pintando tanto su cara vertical como la horizontal, utilizando normalmente pintura convencional.

Para la aplicación de pintura convencional y a lo que exige la norma, se utilizarán máquinas pintarayas, con dispositivos que permitan ajustar la cantidad de pintura y el ancho de la película que se aplique en guarniciones. Los manómetros del equipo deberán calibrarse cada vez que se vayan a utilizar, a la presión de diseño de los tanques del equipo complementario.

El equipo manual para la aplicación de pintura consistirá en, compresores de aire a presión, equipado con pistolas y boquillas adecuadas para el tipo de pintura por aplicar. Unidades de agua a presión, barredoras mecánicas que cuenten con una escoba rotatoria con filamentos de material adecuado según la superficie por barrer, estas podrán ser remolcadas o autopropulsadas.

Antes de iniciar los trabajos, la superficie sobre la que se trabajará deberá estar exenta de materias extrañas, polvo o grasa. Para su limpieza se utilizará agua

a presión o una barredora; no se permitirá la aplicación o colocación de marcas sobre superficies que no hayan sido aceptadas por la SCT , si se trata de una falla por abrasión en la pintura, es decir, la desaparición superficial de la misma producida por el adelgazamiento de la película, dejando al descubierto la superficie de la guarnición, la preparación de la superficie consistirá simplemente en la limpieza; pero si se trata de una falla por resquebradura en la pintura, es decir, el desprendimiento de la película en secciones o tramos completos, se deberá retirar completamente la pintura suelta mediante un cepillo de alambre, raspado con espátula o algún otro medio mecánico aprobado por la secretaria.

Previo antes de la aplicación de la marca, se indicarán sus límites extremos mediante un premarcado sobre la guarnición, en los lugares señalados en el proyecto o por la secretaria, cuando sea posible, se podrán utilizar las marcas preexistentes como premarcado.

Las marcas en guarniciones se aplicarán sobre las superficies delimitadas por los puntos premarcados o sobre las marcas preexistentes, utilizando el equipo autopropulsado o manual. La película de pintura que se aplique será de tipo y color que indique el proyecto. Para la aplicación también se considerarán las recomendaciones del fabricante de la pintura, como la velocidad de aplicación y las presiones, adecuadas para tener un espesor uniforme. El espesor de las marcas será de 0.38 a 0.51 mm de acuerdo a lo establecido en el proyecto.

5.9.3- Reposición de marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodadura.

Consiste en un conjunto de actividades que deben realizarse para poner las marcas sobre las estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento, con el propósito de mantener la carretera en condiciones óptimas de seguridad en lo que a señalamiento se refiere. Estas estructuras y los objetos se delinear pintando la cara frente al tránsito, de acuerdo con lo mencionado en el punto 5.9.1, utilizando normalmente la pintura convencional.

Con respecto a lo que exige la norma, los materiales que se utilicen en la reposición de marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento, deberán cumplir con lo establecido en el punto 5.9.2.

Se emplearán equipos manuales para la aplicación de la pintura, los cuales deberán ser equipos e aire a presión, equipado con pistolas y boquillas adecuadas para el tipo de pintura por aplicar, unidades de agua a presión capaces de producir como mínimo una presión de 143 kg/cm², unidades de arena a presión con la capacidad suficiente para eliminar el óxido de las superficies metálicas.

Antes de iniciar los trabajos se deberá de verificar que las áreas donde se aplicarán las marcas con la pintura, deberán estar exentas de cualquier otro tipo de material extraño incluyendo polvo y grasas; y no se permitirá la aplicación a menos de que no hayan sido previamente aceptadas por la secretaría.

En el caso de superficies de concreto hidráulico o texturas similares se utilizará agua a presión y cepillos de raíz para su limpieza; para la limpieza de zonas metálicas que presenten grasa, deberá utilizarse agua caliente con desengrasante para su limpieza, pero no se deberá utilizar solventes. Si se trata de abrasión y erosión en la pintura, solo se someterá a que esté libre de polvo y materiales extraños lavándola a presión con un cepillo de raíz.

Las superficies metálicas expuestas u oxidadas, se limpiarán con lija, arena a presión, cepillo, espátula o algún otro método aprobado por la SCT, hasta que el óxido esté completamente limpio eliminado. Una vez eliminado el óxido se aplicarán productos antioxidantes dejando pasar un lapso de quince minutos, para posteriormente aplicar dos manos de pintura anticorrosiva, la cual deberá dejarse un lapso de 30 minutos antes de aplicar la pintura que la SCT establece en el proyecto. Los lapsos de aplicación entre una pintura y otra dependerán de las condiciones climáticas en ese momento.

El pre-marcado consiste en hacer los trazos necesarios sobre la superficie donde se aplicarán las marcas, definiendo dimensiones y colores de dichas marcas, para que correspondan a las establecidas en el proyecto; aunque en ocasiones las marcas ya existentes podrán ser utilizadas como pre-marcadas.

En estructuras, concretos y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento, se aplicará la pintura sobre las marcas ya preexistentes o trazos pre-marcados, utilizando el equipo de aire comprimido o brocha; la película de pintura que se aplique será del tipo y color que indique el proyecto o apruebe la secretaria. El

espesor de la película de la pintura será de .38 mm a .51 mm, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o por la secretaría, o a menos de que estos indiquen otro espesor.

En el caso de marcas en estructuras deberán incorporarse inmediatamente después de aplicar la pintura, cuando la pintura se encuentre fresca a menos de que el proyecto o la SCT indiquen otra cosa. La dosificación será la adecuada para proporcionar el coeficiente de retroreflexión mínimo y nunca menor de 700 grs. por litro de pintura.

5.9.3.- Limpieza de vialetas y botones.

Es el conjunto de actividades que se realizan para retirar todo material que se acumule en estos elementos de señalamiento, con el propósito de restituir su visibilidad y capacidad de retrorreflexión. Con respecto a lo que la norma exige, los productos limpiadores para los elementos retroreflejantes tendrán un pH de 6 a 8 y deberán estar limpios de solventes dañinos; se seleccionarán considerando las recomendaciones del fabricante de las vialetas. El equipo utilizado para la limpieza de botones y vialetas serán unidades de agua a presión, compresores de aire.

La limpieza del cuerpo de vialetas y botones se ejecutará utilizando detergentes, agua y aire a presión, y trapos, fibras o cepillos, hasta retirar todos los residuos. Los elementos retroreflejantes de las vialetas, se limpiarán utilizando detergentes no abrasivos, agua y aire a presión moderada, y solo si es necesario, trapos, esponjas o cepillos de cerdas suaves, para evitar que se rayen. Una vez eliminados los residuos, se enjuagará la vialeta con agua limpia y se dejará secar.

Durante la limpieza de las vialetas se evitará que el agua a presión desprenda la película retroreflejante.

En caso de que persistan en los elementos retroreflejantes residuos de brea, aceite, diesel o material asfáltico, entre otros, después de haberlos limpiado como se indicó anteriormente, se podrán utilizar productos más fuertes y procedimientos recomendados por el fabricante de las vialetas, para garantizar que éstas no perderán su retroreflectividad.

5.9.4.- Limpieza de señales verticales.

Este concepto consiste en el conjunto de actividades realizadas para retirar todo material que se acumula en estos elementos de señalamiento con la finalidad de restituir su visibilidad y capacidad de retrorreflexión.

Se recomienda utilizar unidades de agua a presión con boquillas que sea capaces de producir mínimo una presión de 143 kg/cm², compresores de aire capaces de producir 6 kg/cm² mínimo, provistos con los accesorios necesarios para evitar la contaminación con agua y aceite; en cuanto al transporte y almacenamiento, deberán ser transportados y almacenados sujetándose a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

La limpieza de la estructura de las señales verticales se realizara utilizando detergentes, agua y aire a presión, trapos, fibras o cepillos, hasta retirar todos los residuos. Durante la limpieza de los tableros se debe evitar apuntar el equipo de

agua a presión a las orillas de la película retrorreflejante para evitar su desprendimiento.

Los elementos retrorreflejantes de las señales, deberán limpiarse utilizando detergentes no abrasivos, agua, y aire a presión moderada, y solo si es necesario, trapos, esponjas o cepillos suaves, para evitar rayarlos. Una vez eliminados todos los residuos, se enjuagará el tablero con agua limpia y se dejará escurrir hasta secarse.

En el caso de que en el tablero persistan residuos de brea, aceite, diesel, material asfáltico o pintura de aerosol, entre otros, después de haberlo limpiado como anteriormente se indicó; se podrán utilizar productos más fuertes siempre y cuando estos sean recomendados por el fabricante de los elementos retrorreflejantes, de tal manera que garantice que la señal no perderá su apariencia ni su retrorreflectividad.

Durante el proceso de limpieza, transporte, manejo y disposición de residuos, el contratista de obra deberá tomar las precauciones y medidas necesarias para evitar la contaminación del aire, suelos, aguas superficiales o subterráneas y la flora, conforme señalado en, *Prácticas Ambientales durante la Conservación Rutinaria de las Obras*, sujetándose en lo que corresponde, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

5.9.5.- Limpieza de defensas y barreras centrales.

Consiste en retirar todos los materiales que se consideran ajenos o extraños, a los que conforman estos dispositivos; esto con la finalidad de que cumplan con los

requisitos que las normas establecidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Al igual que todos los conceptos va referenciada por las normas que al principio de este capítulo se establecen.

En base a lo que norma señala y rige los productos con los que se limpiarán estos señalamientos, deberán tener un pH de 6 a 8 y estarán libres de solventes dañinos. Se seleccionarán considerando las recomendaciones del fabricante de las vialetas. Pues de lo contrario si algunos de los productos utilizados no cumplen con las normas establecidas en calidad de materiales, al igual si perjudican el medio donde se estarán aplicando, tendrán que suspenderse las actividades.

El equipo utilizado para la limpieza de estos elementos deberán ser cepillos mecánicos que cuenten con escoba rotatoria con el tipo de cerdas adecuadas según el material por remover, unidades de agua a presión, compresores de aire. La limpieza de la estructura de las defensas y barreras centrales se ejecutara utilizando detergentes, agua y aire a presión, y cepillos, hasta retirar todos los residuos.

Las vialetas colocadas en las defensa y barreras centrales, deberán limpiarse utilizando detergentes no abrasivos, agua y aire a presión moderada, y si es necesaria, trapos esponjas o cepillos de cerdas suaves, para evitar que se raye. Una vez eliminados todos los residuos, se deberán enjuagar las vialetas con agua limpia y dejarse secar. En caso de limpiar con agua a presión se tendrá que evitar que el agua a presión desprenda la película retrorreflejante. En caso de que las vialetas presenten residuos de brea, aceite, diesel o material asfáltico, entre otros, después de haberlas limpiado como ya se ha mencionado anteriormente, se podrán utilizar

productos más fuertes y procedimientos recomendados por el fabricante de las vialetas, para garantizar que estas no pierdan su retrorreflectividad. Si después de estos procesos, los elementos aun no cumplen con las características que las normas exigen, entonces, deberán ser remplazadas.

5.9.6.- Reposición de vialetas para defensas y barreras centrales.

Son todo el conjunto de actividades que se realizan para reponer las vialetas en defensas y barreras centrales, cuando ya han perdido su capacidad de retrorreflexión o han sufrido algún tipo de daño, con el propósito de mantener la carretera en condiciones óptimas de seguridad en lo que a señalamiento se refiere. Se propondrán como equipo a utilizar, unidades de agua a presión y compresores de aire aunque, si se requiere la utilización de cualquier otro equipo o material, deberá ponerse a disposición de lo que las normas exigen en cuanto a calidad.

Las vialetas por reponer se retirarán completamente de tal forma que no queden restos o residuos sobre la defensa o barrera. Inmediatamente antes de iniciar los trabajos, la superficie sobre la que se colocarán las vialetas deberá estar seca y exenta de materias extrañas, polvo o grasa; pues de lo contrario no se permitirá la aplicación o colocación de vialetas sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la SCT. En el caso de que sea concreto donde se colocaran las vialetas, se utilizará para su limpieza agua y aire a presión y un cepillo de raíz. Para la eliminación de grasa en superficies metálicas, se utilizará un desengrasante con agua caliente aplicado sobre la superficie, pero no se deberá utilizar cualquier tipo de solvente.

Antes de la colocación de las vialetas, deberá hacerse una ubicación y un premarcado en los lugares señalados en el proyecto. Cuando para la fijación de vialetas, se indique la utilización de resinas epoxicas de aplicación en frío y secado inmediato, los elementos que integran la resina se mezclarán en la cantidad suficiente de acuerdo con el volumen de obra por ejecutar, considerando el tiempo de manejabilidad de la mezcla elaborada y las recomendaciones del fabricante.

En caso de que se utilice una resina epóxica como adhesivo, ésta se colocará en la vialeta en la cantidad suficiente para cumplir con las características de adherencia establecidas en el proyecto. La vialeta se deberá fijar presionando firmemente la pieza en su sitio sobre el punto premarcado, en caso de que el proyecto o la SCT establezcan el uso de elementos de sujeción para las vialetas en las defensas o barreras, tales como pernos, remaches o tornillos, se utilizarán los orificios existentes o se perforarán nuevos, de tal forma que no dañen la estructura y de tal manera que las superficies retroreflejantes de las vialetas quedaran orientadas conforme a lo establecido en el proyecto.

CONCLUSIONES

En la investigación del presente trabajo, del tramo Uruapan – El sabino del km 4+520 al 8+220 en el estado de Michoacán de Ocampo se logró determinar, realizando algunas investigaciones de la capacidad y funcionalidad de equipos así como de materiales y en comparación con lo que las normas de la SCT exige; que los procesos para conservación rutinaria de carreteras propuesto se puede considerar el correcto y eficiente, ya que cubren los requisitos de la SCT.

Se considera que una carretera se proyecta y se construye para que esté en servicio en un determinado tiempo de años, la cual al estar en operación se irá deteriorando poco a poco y se van presentando diferentes condiciones de servicio a través de los años. Primeramente los deterioros pueden ser menores pero se irán incrementando; es por esto que una carretera requiere mantenimiento o conservación; lo cual consiste en realizar reparaciones simples y menores las cuales por lo menos permiten asegurar su vida de proyecto y proporcionar el servicio adecuado de proyecto.

Se ha podido determinar que principalmente la finalidad de las normas establecidas por SCT en la ejecución del trabajo cada uno de los conceptos dentro de un tramo carretero es; establecer una seguridad tanto para los trabajadores de la obra como la del usuario mismo, ya que las vidas humanas son las que más se deben cuidar y por la misma razón se deben de considerar todos los señalamientos y sistemas de seguridad.

La segunda finalidad es evitar el deterioro de la infraestructura, como al medio ambiente. La infraestructura puede tener daños físicos, que con recursos extras a lo estimado, dichos daños se pueden reparar; pero los daños ocasionados al medio ambiente quizá los recursos no lo sean todo para su reparación e incluso quizá algunos puedan ser irreversibles, por eso y tal razón las medidas de mitigación y conservación de los recursos naturales y medio ambiente deben de tomarse en cuenta estrictamente.

En la elaboración de este trabajo se proponen los procedimientos de conservación rutinaria en base a las normas establecidas por la SCT, pero también se ha llegado a la conclusión de que no necesariamente la calidad y el rendimiento en la ejecución de los trabajos de cada concepto en la conservación de carreteras se puede obtener mediante las recomendaciones por la SCT, ya que en cuanto al tipo de materiales, uso de los mismos y el equipo necesario pueden ser sustituidos por otros. El uso del equipo y herramientas para la ejecución de los trabajos son unos de los principales elementos y se ha podido determinar que la calidad se puede obtener mediante otros equipos, y la agilidad para la ejecución de los mismos. El inventario concluido en el tramo en estudio se puede observar en el plano #2 del anexo 5.

BIBLIOGRAFÍA

Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael. (1998)

Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones.

Edit. Alfaomega. S.A. DE C.V. México D.F.

Crespo Villalaz, Carlos. (1980)

Vías de Comunicación.

Edit. Limusa, México.

Hernández Sampieri, Roberto y Cols. (20004)

Metodología de la investigación.

Ed. Mc Graw Hill. México

Mendieta Alatorre, Ángeles. (2005)

Métodos de investigación y Manual Académico.

Ed. Porrúa. México.

Merrit, S., Frederick (1999).

Manual del Ingeniero Civil.

Edit. Limusa, México.

Mier Suarez, José Alfonso. (1987)

Introducción a la Ingeniería de Caminos.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Olivera Bustamante, Fernando. (2006)

Estructuración de Vías Terrestres.

Compañía Editorial Continental, S. A. de C.V. México, D.F.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (2009)

Normas y manuales

México.

Tamayo y Tamayo, Mario. (2000)

El proceso de la investigación científica.

EDIT. LIMUSA, MEXICO.

Wright, Paul H.; Paquette Radnos J. (1993)

Ingeniería de carreteras.

Ed. Limusa, México.

Salgado Mora, Hugo Enrique.(2008)

“Revisión del proceso de construcción del tramo carretero –El Tepehuaje-Las guacamayas- en el municipio de Carácuaro, Mich.”

Tesis inédita de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco A.C., de Uruapan, Michoacán, México.

ChavezAlvarez, Gabriel. (2008)

“Revision de obras de drenaje del tramo 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro-La Cienega”.

Tesis inédita de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco A.C., de Uruapan, Michoacán, México.

Quintero Viscarra, Ignacio; Cervantes Zamora, Rogoberto. (1999)

“Procedimientos constructivos de terracerías para la autopista Morelia-Lázaro Cárdenas del subtramo Uruapan-Nueva Italia del km 11+000 al 18+000”

Tesis inédita de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco A.C., de Uruapan, Michoacán, México.

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

http://www.normas.imt.mx/Marco_Contentido.htm

<http://www.google earth.com>

<http://www.Mexico.pueblosamerica.com>

<http://www.inegi.gob.mx>

<http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt133.pdf>

<http://www.mtecnologico.com/ic/Main/AntecedentesHistoricosDeLasCarreteras>

<http://www.senalamientovial.com.mx/images/13rest.gif&imgrefurl>

ANEXOS

ANEXO I

Consideraciones ambientales para el mantenimiento de carreteras mexicanas.

Relieve	<ul style="list-style-type: none">• Modificación por construcción de túneles, puentes, taludes, y extracción de materiales.• Modificación de las condiciones geológicas y geomorfológicas debido a la utilización de grandes espacios.• Alteraciones en el relieve del litoral. Modificación de las condiciones geológicas y geomorfológicas debido a la utilización de grandes espacios.
Agua	<ul style="list-style-type: none">• Modificación del drenaje natural Modificación de corrientes y cauces. Con laminación de mantos freáticos.• Modificación de la humedad de terrenos Alteración de la recarga de acuíferos subterráneos.• Modificación de corrientes y cauces. Contaminación de mantos freáticos.• Contaminación de mantos freáticos y aguas superficiales por combustibles y lubricantes (diesel y aceites).• Contaminación de mantos freáticos. Alteración de corrientes superficiales. Modificación del drenaje natural y la humedad del suelo. Alteración en la recarga de acuíferos subterráneos.• Vertimiento de residuos sólidos y peligrosos al mar. Derrames de hidrocarburos.• Alteración de las aguas marinas por dragados. Contaminación por petróleo (procesamiento y almacenamiento), pesticidas, aguas residuales industriales y municipales por procesamiento y empaqueo de productos marinos y por tráfico costero.

<p><i>Aire</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Emanación de polvos y otras sustancias. • Ruido. Contaminación atmosférica por gases de los motores de combustión. • Emanación de polvos y otras sustancias. • Ruido y gases emanados por combustión. • Ruido. Contaminación por combustión de motores tanto en tierra como en la estratosfera. • Emanación de polvos gases y otras sustancias. • Contaminación por gases y partículas en el caso de puertos industriales.
<p><i>Suelos</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación del uso del Remoción y compactación de tierra. Uso de explosivos. Sedimentación. Contaminación por asfaltos y concretos Incremento de la erosión. • Contaminación por acumulación de residuos sólidos no biodegradables y el derrame de residuos peligrosos. Compactación de zonas aledañas a las vías de comunicación. • Remoción de tierras. Uso de explosivos. • Contaminación por combustibles y lubricantes (diesel y aceites). • Modificación de usos del suelo. Aplanamiento e impermeabilización. Remoción y compactación tierra Contaminación por asfalto y concretos. Aumento de la erosión. • Modificación del uso del suelo, Compactación. Contaminación del litoral con asfaltos, concretos residuos sólidos y peligrosos.
<p><i>Paisaje</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de masas vegetales y líneas estructurales del paisaje (disposición del relieve masas vegetales, construcciones). Deterioro por la acumulación de residuos sólidos no biodegradables. • Deteriore de la calidad del paisaje por la acumulación de residuos sólidos no biodegradables y la introducción de elementos no naturales.

	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de las líneas estructurales del paisaje. Deterioro por la introducción de elementos no naturales. • Modificación de líneas estructurales del paisaje. Introducción de elementos no naturales. • Modificación de líneas del paisaje. Deterioro por introducción de elementos antiestéticos y no naturales. • Modificación de líneas estructurales del paisaje e introducción de elementos antiestéticos en el paisaje costero.
<p>Biota</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación y cambios en la cubierta arbórea y vegetal. Desplazamiento de especies. Aislamiento territorial de especies. Perturbación a los ecosistemas (luces nocturnas, movimientos de vehículos, etc.) • Deteriore de la vegetación. Desplazamiento de especies. Aislamiento territorial de especies. Muertes de especies por atropellos. Perturbación a los ecosistemas (luces nocturnas, movimientos de vehículos, etc.). • Eliminación y cambios en la cubierta arbórea y vegetal. Perturbación a los ecosistemas (luces nocturnas, ruido, etc.). • Muertes por atropellamiento. Desplazamiento de especies. Perturbación a los ecosistemas. • Muertes de aves y otras especies por colisión con aeronaves. • Desplazamiento y aislamiento de especies. Eliminación y cambio de la cubierta vegetal Muerte de especies animales por atropellamiento. • Desplazamiento de especies. Alteración de hábitat marino (ruido y contaminación). • Desplazamientos de especies. Alteración y destrucción de zonas de producción y reproducción de organismos marinos, pantanos, islas, manglares, lagunas costeras, esteros, estuarios y arrecifes.

ANEXO II

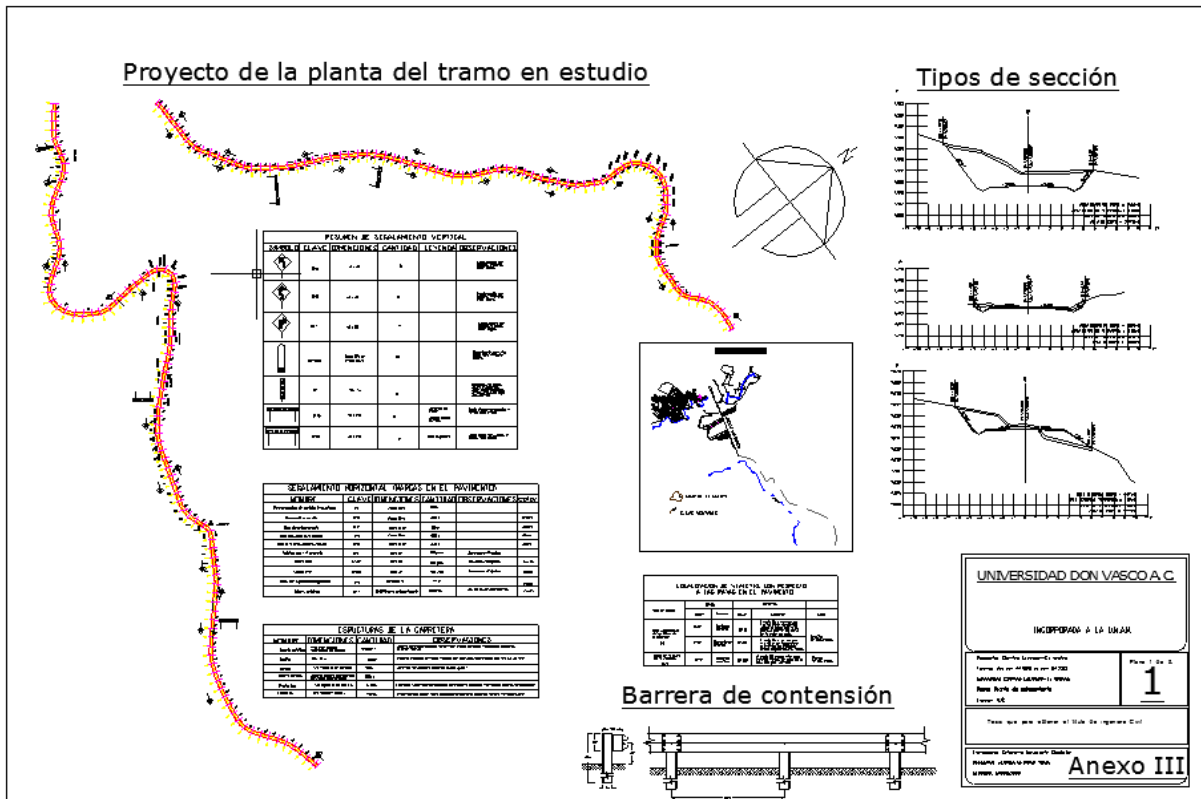
Impactos ambientales y sus medidas de mitigación.

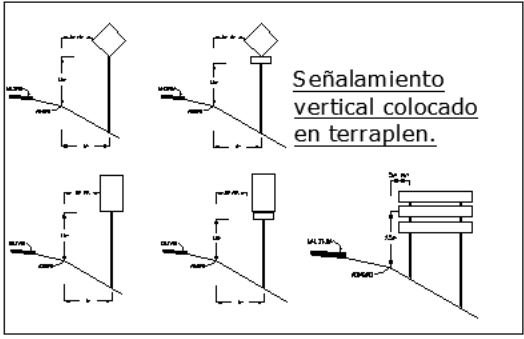
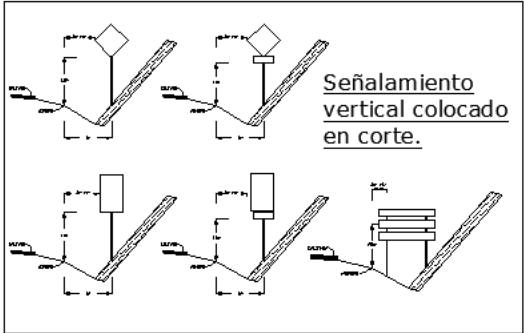
IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Contaminación del aire.	<ul style="list-style-type: none">• Establecer un programa de reforestación a fin de compensar la contaminación por emisiones de humo.
Contaminación de ruido.	<ul style="list-style-type: none">• Colocar barreras vegetales (vía reforestación).• En casos específicos deberá analizarse la necesidad de construir barreras con materiales absorbentes de ruido, pudiendo utilizarse el excedente de la excavación para formar barreras en zonas urbanas.• Reducir límites de velocidad de operación en zonas urbanas.• Desviar el tránsito pesado en horario nocturno en zonas urbanas.
Contaminación del suelo y agua.	<ul style="list-style-type: none">• Establecer un programa permanente de recolección de desechos sólidos dentro del derecho de vía, así como las instalaciones de depósitos de basura a lo largo de la carretera.• Realizar campañas de vigilancia para evitar la formación de basureros en el derecho de vía.
Riesgo de accidentes.	<ul style="list-style-type: none">• Establecer un programa de seguridad que incluya

	<p>procedimientos para casos de emergencia, señalización e iluminación en lugares conflictivos, sistemas de comunicación, etc.</p>
<p>Contaminación del agua superficial y subterránea ydesequilibrio ecológico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un programa de limpieza y desazolve de cunetas. • Retirar escombros. • Control del manejo de combustibles y lubricantes y derivados de asfalto por personal técnico especializado para evitar fugas. • Construir obras de drenaje necesarias para mantener el patrón hidrológico superficial. • Inspeccionar las condiciones de cables, vigas, • cimientos, etc. de puentes al menos cada dos años • Limpiar arbustos en el canal, inspeccionar pintura, y tapar grietas.
<p>Contaminación del aire.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reforestar los claros y partes altas con flora nativa de la región. • Cubrir con lona los materiales transportados en fase húmeda.
<p>Riesgo de accidentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con los dispositivos de señalamiento adecuados y hasta donde sea posible hacerlo en las horas de menor tránsito vehicular, limitando la longitud al mínimo operativo.

Contaminación y erosión del suelo.

- Evitar el uso de herbicidas e insecticidas para la limpieza del derecho de vía.
- Construir bermas, suavizar cortes a manera de restringir la superficie de afectación.
- Recuperar el total de los materiales producto del desmonte y despalme de los bancos de préstamo laterales para trabajos de arroje de taludes y disponer sobre la superficie afectada.
- Inducir a los procesos de sucesión natural in situ.





Señalamiento horizontal y de alineación.

