



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ARAGÓN

“INTRODUCCIÓN A LA CONSERVACIÓN Y
MANTENIMIENTO EN AUTOPISTAS DE CUOTA”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A:
GICELA CASTREJÓN ALONSO

ASESOR: ING. TRINIDAD ADOLFO ALMAZAN JARAMILLO

FEBRERO DE 2002



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

PAGINACION DESCONTINUA



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCIÓN

GICELA CASTREJÓN ALONSO
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 22 de noviembre del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. TRINIDAD ADOLFO ALMAZÁN JARAMILLO pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado "INTRODUCCIÓN A LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO EN AUTOPISTAS DE CUOTA", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 29 de noviembre del 2001
LA DIRECTORA


ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ





C p Secretaría Académica.
C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Civil.
C p Asesor de Tesis.

LTG/AIR/IIa.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, POR PERMITIRME QUE LLEGUE HASTA AQUÍ.

A MIS PADRES Y HERMANOS.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO.
EN ESPECIAL A LA ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON, POR CONTRIBUIR A MI FORMACIÓN PROFESIONAL.

POR SU APOYO Y CONOCIMIENTOS BRINDADOS UN AGRADECIMIENTO
ESPECIAL AL ING. ADOLFO ALMAZAN, POR EL TIEMPO DEDICADO EN LA
ELABORACIÓN DE ESTE TRABAJO.

A MI MEJOR AMIGA FABIOLA SANTOYO, POR SU AMISTAD Y APOYO
INCONDICIONAL.

A SANTIAGO MORALES, POR ALENTARME A TERMINAR ESTE TRABAJO.

A TODOS, GRACIAS.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



PROLOGO.....	i
CAPITULO I INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO II EQUIPAMIENTO.....	19
CAPITULO III MANTENIMIENTO.....	32
CAPITULO IV PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.....	43
ANEXOS.....	57
CONCLUSIONES.....	124
BIBLIOGRAFÍA.....	129



En nuestro país como en todas las naciones, uno de los principales problemas en el curso de su historia han sido las vías de comunicación. La importancia de estas es vital ya que son motores de la vida social, son medios que favorecen una mayor explotación y un mejor aprovechamiento de los recursos naturales de las poblaciones que ligan, además de llevar a estas beneficios de carácter económico, social y cultural.

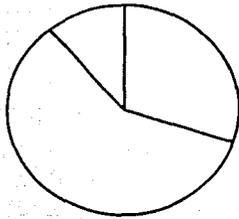
Los transportes son la base del progreso, el cual depende de la producción, donde se complementan los recursos locales. Es general mente conocido que no podrá darse un desarrollo económico sostenido ni equilibrado sin contar con la infraestructura adecuada, entendiéndose por infraestructura la red de instalaciones y obras de uso público que constituyen la espina dorsal de la planta física de un país.

Cuando la infraestructura es adecuada y trabaja correctamente constituye la sabia que permite el transporte de personas, bienes, servicios y de la información que facilita el desarrollo económico.

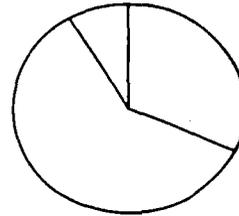


**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CARGA TRANSPORTADA



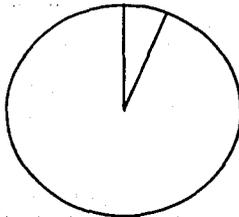
□ Puertos	30%
□ Carreteras	59 %
□ Ferrocarriles	11 %



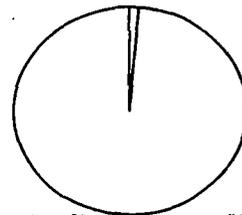
□ Puertos	31.5 %
□ Carreteras	60.2 %
□ Ferrocarriles	8.2 %

1986*
490 Millones de toneladas

1996*
637 Millones de toneladas



□ Otros	6%
□ Carreteras	



□ Otros	1.3%
□ Carreteras	98.7 %

1986*
1 654 Millones

1996*
2 788.2 Millones

PASAJEROS TRANSPORTADOS

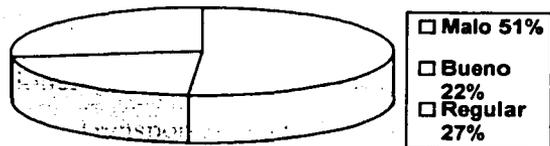
*FUENTE: SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. SUBDIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA MÉXICO, D.F. 1998



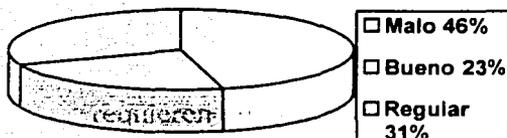
En cuanto a la evaluación del estado físico de la red federal tenemos:

DICIEMBRE

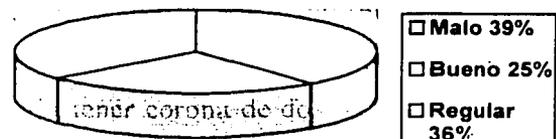
1996*



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



1997*



1998*

ESTADO FISICO ESPERADO

En este trabajo nos enfocaremos a conocer una parte de la ingeniería de la cual poco se conoce, más si embargo, es sumamente importante en cuanto a infraestructura se refiere, tal es su importancia que solo nos enfocaremos a estudiar una pequeña parte de ella, la Conservación y Mantenimiento en Autopistas de Cuota.

En nuestro país el gobierno federal se encarga con todo lo relativo a vías de transporte; proyecto construcción, operación, mantenimiento y/o conservación.



México cuenta con una infraestructura carretera la cual consta de:

INFRAESTRUCTURA

CARRETERA*

Longitud total de la red 321 739 km

PAVIMENTADAS

Libres 98 233 km

Cuota 51 594 km

NO PAVIMENTADAS

Rutales 165 681 km

Brechas 51 231 km

DENSIDAD CARRETERA

Total 0.163 km/km²

Pavimentada 0.053 km/km²

RED FEDERAL DE

CARRETERAS

Longitud total 41 727 km

Red básica 22 804 km

Red secundaria 18 923 km

El objetivo de desarrollar el tema surgió primero de la necesidad de agrupar conceptos básicos en cuanto a vías terrestres, segundo de la necesidad de elaborar y generar información en cuanto a conservación y mantenimiento, siendo este uno de los muchos que se generaran.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Este trabajo de investigación se desarrollará en capitulado basado en cinco temas principales los cuales son:

1. **INTRODUCCIÓN:** definición de todos y cada uno de los elementos que componen una autopista.
2. **EQUIPAMIENTO:** tipos de señalamiento, alturas y marcas sobre el pavimento.
3. **MANTENIMIENTO:** definición de conservación, tipos de conservación y seguimiento.
4. **PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO:** programas de mantenimiento y procedimiento para el seguimiento de los programas.
5. **ANEXOS:** secuencia para identificar y relacionar problemas, en los cuales se integran tablas, según el caso, para el entendimiento y realización de las inspecciones y visitas.



CARRETERA.

La carretera se puede definir como 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 acondicionada.

CLASIFICACION DE LAS CARRETERAS.

Las carreteras se han clasificado de diferentes maneras en diferentes lugares del mundo, ya sea con arreglo al fin que con ellas se persigue o por su transitividad.

En la practica vial mexicana se pueden distinguir varias clasificaciones, algunas de las cuales coinciden con las clasificaciones dadas en otros países. Ellas son: Clasificación por Transitabilidad, Clasificación por su Aspecto Administrativo y Clasificación Técnica Oficial.

CLASIFICACION POR TRANSITABILIDAD.

La clasificación por Transitabilidad corresponde a las etapas de construcción de la carretera y se divide en:

1. Terracerías: cuando se ha construido la sección de proyecto hasta su nivel de subrasante transitable en tiempo de secas.
2. Revestida: cuando sobre la subrasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable en todo el tiempo.
3. Pavimentada: cuando sobre la subrasante se ha construido ya totalmente el pavimento.



La clasificación anterior es casi universalmente usada en cartografía y se representa así:

Terracerías	
Revestido	
Pavimentado	

CLASIFICACION ADMINISTRATIVA.

Por el aspecto administrativo las carreteras se clasifican en:

1. Federales: cuando son costeadas íntegramente por la federación y se encuentran por lo tanto a su cargo
2. Estatales: cuando son construidos por el sistema de cooperación a razón del 50% aportado por el Estado donde se construye y el 50% por la Federación. Estos caminos quedan a cargo de las antes llamadas juntas Estatales de Caminos.
3. Vecinales o Rurales: cuando son construidos con la cooperación de los vecinos beneficiados pagando estos un tercio de su valor, otro tercio lo aporta la Federación y el tercio restante el Estado. Su construcción y conservación se hace por intermedio de las antes llamadas Juntas Locales de Caminos y ahora Sistema de Caminos.
4. De cuota: las cuales quedan unas a cargo de la dependencia oficial descentralizada denominada Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos y otras como las autopistas o carreteras concesionadas a la iniciativa privada por el tiempo determinado, siendo la inversión recuperable a través de cuotas de paso.



CLASIFICACION TÉCNICA OFICIAL.

Esta clasificación permite distinguir en forma precisa la categoría física del camino, ya que toma en cuenta los volúmenes de tránsito sobre el camino *al final del periodo económico del mismo (20 años)* y las especificaciones geométricas aplicadas. En México, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.) clasifica técnicamente a las carreteras de la manera siguiente:

1. Tipo Especial: para tránsito promedio diario anual superior a 3,000 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o más (o sea un 12% del T.P.D.A.). Estos caminos requieren de un estudio especial, pudiendo tener corona de dos o de cuatro carriles en un solo cuerpo, designándoseles A2 y A4, respectivamente, o empleando cuatro carriles en dos cuerpos diferentes designándoseles A4,S.
 - TIPO A: para un tránsito promedio diario anual de 1500 a 3000, equivalentes a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos (12% del T.P.D.A.)
 - 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 (12% del T.P.D.A.)
 - 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 (12% del T.P.D.A.)



En la clasificación técnica anterior, que ha sufrido algunas modificaciones en su implantación, se ha considerado un 50% de vehículos pesados (igual o mayor a tres toneladas por eje). El número de vehículos es total en ambas direcciones y sin considerar ninguna transformación de vehículos comerciales a vehículos ligeros. (En México, en virtud a la composición promedio del tránsito en las carreteras nacionales, que arroja un 50% de vehículos comerciales, de los cuales sólo un 15% está constituido por remolques, se ha considerado conveniente que los factores de transformación de los vehículos comerciales a vehículos ligeros en caminos de dos carriles, sea de dos para terreno plano, de cuatro en lomeríos y de seis en terreno montañoso).

En una red camionera proyectada con visión nacional debe existir toda una gama de soluciones, desde aquellos caminos de gran costo porque así lo exige el tránsito, hasta los caminos de tierra estabilizada con las máximas pendientes y los mínimos radios posibles.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

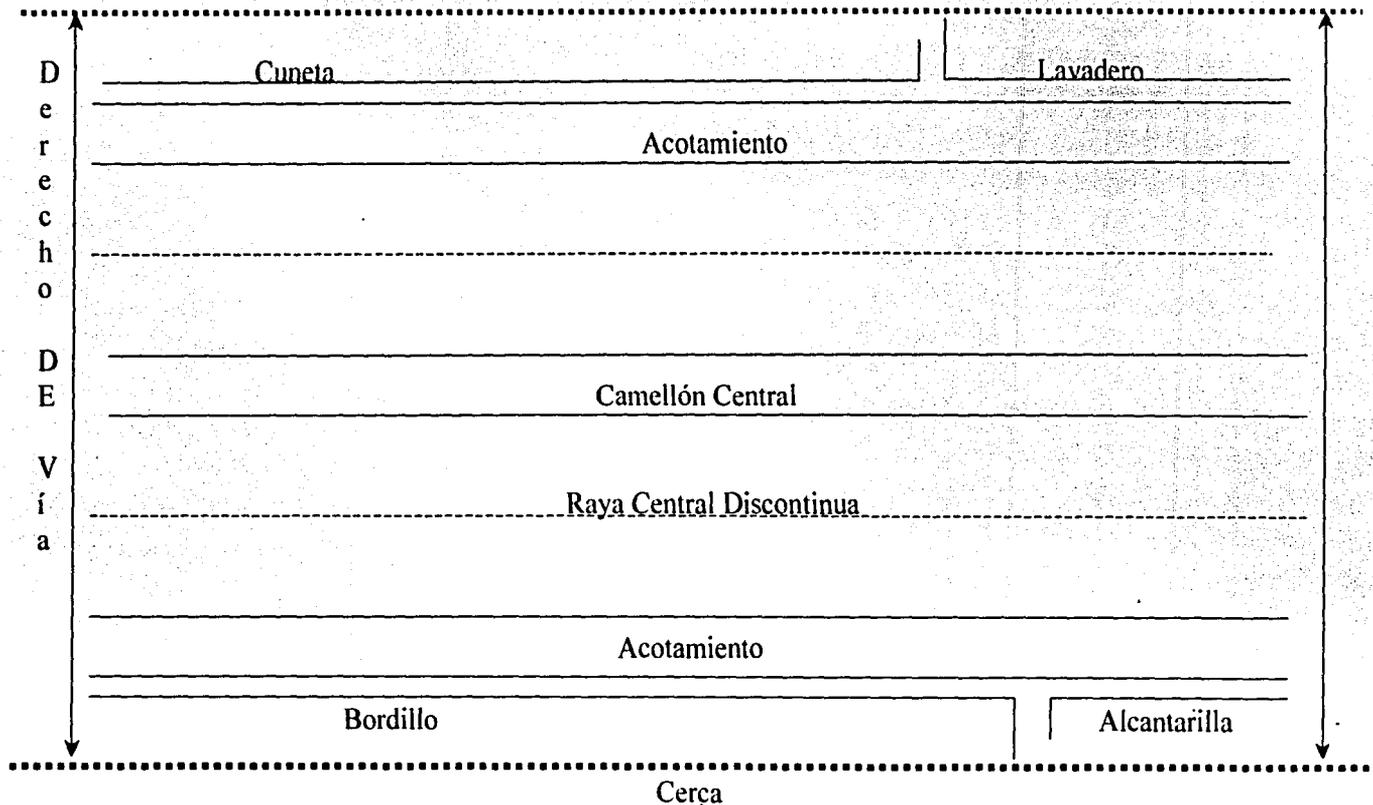


Figura 1
Tramo en Tangente
Vista en Planta

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ENTRONQUE.

Empalme de dos medios de comunicación. Sirva de referencia el Anexo I y sus respectivas figuras.

DERECHO DE VIA.

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 25m a cada lado del eje de la vía; ancho que puede ampliarse bien por las previsiones que determine el proyecto para fines inmediatos o futuros relacionados con la obra vial o bien por las necesidades que impongan condiciones topográficas, terraplenes altos, amplias zonas de préstamos, etc.

ACOTAMIENTOS.

Los acotamientos a los cuales se les conoce también como hombros, son aquellas porciones del camino comprendidas entre el bordo de la vía exterior de tránsito y el borde interno de la cuneta o del talud según sea la sección en corte o en terraplén. Los acotamientos proporcionan un lugar para que los vehículos se estacionen cuando sufran algún desperfecto o por cualquier otra causa. Actualmente los acotamientos varían de 1.25m a 3.05m cada uno dependiendo ello del tipo de camino que se construya y de las condiciones económicas imperantes.



DRENAJE DE LOS CAMINOS.

El objetivo del drenaje en los caminos, es en primer término, el reducir al mínimo posible la cantidad de agua que de una u otra forma llega al camino, y en segundo término dar salida rápida al agua que ya llegó al camino.

DRENAJE SUPERFICIAL.

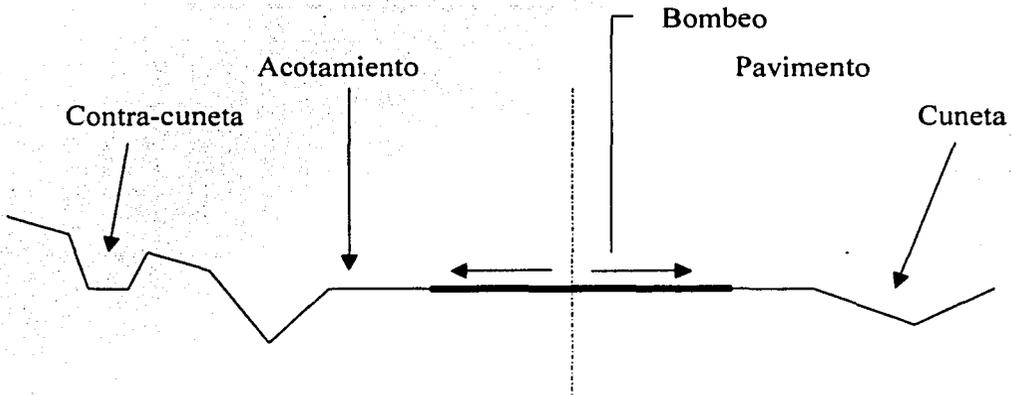
Con relación al drenaje superficial se estudian los dos aspectos mencionados anteriormente, o sea primero la manera de reducir al mínimo el agua que afluye al camino, mediante la captación de la misma, y en segundo la forma de dar rápida salida al agua que inevitablemente entra al mismo, así pues tenemos las obras de captación y de defensa tal como cunetas, contracunetas, bombeo, lavaderos, etc. y las obras llamadas obras de cruce como las alcantarillas, vados, puentes-vados, etc.

OBRAS DE CAPTACIÓN Y DEFENSA: CUNETAS.

Las cunetas son zanjas que se hacen a ambos lados del camino con el propósito de recibir y conducir el agua pluvial de la mitad del camino (o de todo el camino en las curvas), el agua que escurre por los cortes y a veces la que escurre de pequeñas áreas adyacentes.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CONTRACUNETAS.

Las contracunetas son zanjas que se hacen en lugares convenientes con el fin de evitar que llegue a las cunetas más agua que aquella para la cual están proyectadas. Como se indicó con anterioridad, en virtud de que las cunetas sólo pueden llevar el agua que escurre por el bombeo del camino y los taludes de los cortes, y de pequeñas áreas adyacentes, con el fin de recoger y encauzar el agua que proviene de las zonas más alejadas y que se dirigen al camino, hay que construir zanjas llamadas contracunetas colocadas transversales a la pendiente del terreno, las cuales interceptan el paso del agua y la alejan de los terraplenes y cortes. Debe tenerse mucho cuidado al construir las contracunetas ya que a veces, pueden ser contraproducentes.



BOMBEO DEL CAMINO.

Se denomina bombeo de un camino a la forma de la sección transversal del mismo y que tiene como fin principal el drenar hacia los lados el agua que cae

en el camino mismo. El bombeo que debe emplearse depende de la clase de superficie, facilidad de circulación de los vehículos y aspecto del mismo. En nuestro país se acostumbra emplear un bombeo de 2% para los caminos asfaltados y de 1.5% para los de concreto hidráulico.

LAVADEROS O VERTEDEROS.

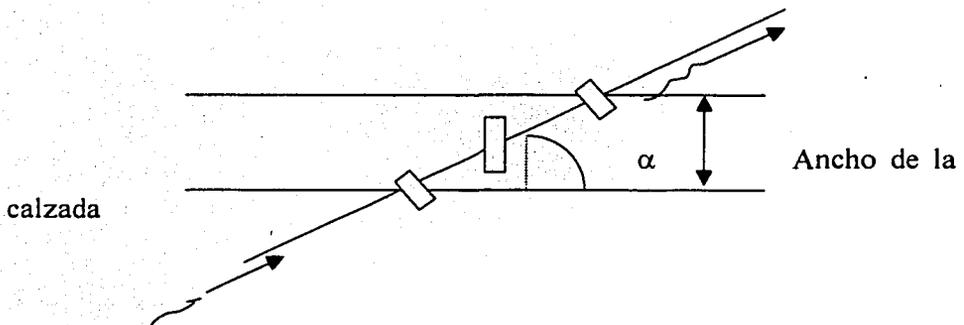
El desfogue de una corriente de agua puede hacerse con un lavadero o vertedor, el cual es una cubierta o delantal de mampostería, de concreto o de piedra acomodada simplemente, por donde se encauza el agua de los taludes o terraplenes, o en terreno muy erosionable, hasta llevarla a lugares donde la erosión continuada no puede llegar a afectar el camino en forma alguna.

OBRAS DE CRUCE: ALCANTARILLAS.

Las obras de cruce, que son llamadas también de drenaje transversal, tienen por objeto dar paso rápido al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino. En estas obras se cruce están comprendidos los puentes y las alcantarillas. La diferencia fundamental entre los puentes y las alcantarillas es que éstas llevan encima un colchón de tierra y aquellos no. Una alcantarilla consta de dos partes: el



cañón y los muros de cabeza. El cañón forma el canal de la alcantarilla y es la parte principal de la estructura. Los muros de cabeza sirven para impedir la erosión alrededor del cañón, para guiar la corriente y para evitar que el terraplén invada el canal. Sin embargo, si se alarga el cañón, los muros de cabeza se pueden omitir. Según la forma del cañón las alcantarillas se dividen en alcantarillas de tubo, alcantarillas de cajón y alcantarillas de bóveda.



La localización correcta es en el sentido del flujo del agua.

TIPOS DE ALCANTARILLAS

La elección de cual tipo de alcantarillas es mejor depende:

- Del suelo de cimentación;
- De las dimensiones de la alcantarilla y requisitos de la topografía, y
- De la economía relativa de los diferentes tipos posibles y adecuados de estructura.



Dependiendo de su forma y material, las alcantarillas se clasifican en:

1. Alcantarillas de tubo: de concreto reforzado, de lámina corrugada, antiguamente de barro vitrificado y de fierro fundido.
2. Alcantarillas de Cajón: de concreto reforzado, sencillas o múltiples.
3. Alcantarillas de Bóveda: de mampostería o de concreto simple, sencillas o múltiples
4. Alcantarillas de Losa: de concreto reforzado

VADOS.

En algunas comarcas poco lluviosas se encuentran hondonadas por las que llega a escurrir agua solamente en raras ocasiones de tal manera que no ameritan la construcción de una alcantarilla. En estos casos lo que se hace es construir un vado, esto es, se pavimenta el camino con concreto en forma tal que no sea perjudicado por el paso eventual de una corriente, y en lugares bien visibles se indica el tirante de agua para que los conductores decidan a su juicio si pueden pasar o no.

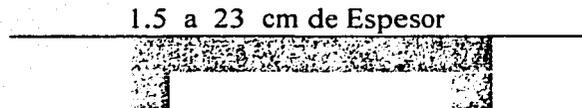
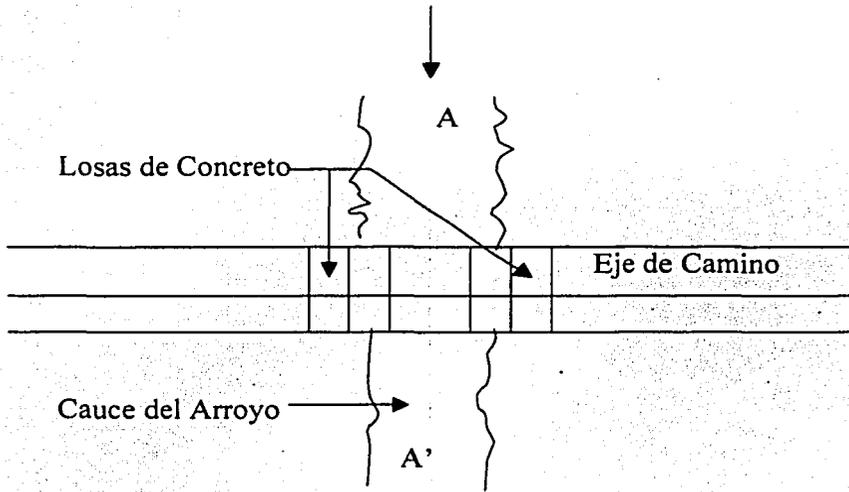
Los vados se emplean mucho en los caminos vecinales cuando los arroyos no llevan mucho agua.

Un vado bien hecho debe llenar las siguientes condiciones:

- a) La superficie de rodamiento no se debe erosionar al pasar el agua.



- b) Debe evitarse la erosión y socavación aguas arriba y aguas abajo
- c) Debe facilitar el escurrimiento para evitar regímenes turbulentos
- d) Debe tener señales visibles que indiquen cuando no debe pasarse porque el tirante del agua es demasiado alto y peligroso.



CORTE A - A'

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



PUENTE VADO.

Se denomina puente vado ó puente bajo a una estructura en forma de puente que se utiliza para dar paso al gasto de las aguas máximas ordinarias y que durante el período de aguas máximas extraordinarias permite que el agua sobre pase por encima de ella. Este tipo de estructura es muy recomendable para caminos vecinales, y debe llenar los requisitos siguientes:

- a) Altura y longitud tal que permita el paso del gasto de las avenidas ordinarias.
- b) Superestructura de dimensiones mínimas con el fin de que sea menor la obstrucción al paso del agua.
- c) Que la superestructura se construya tan bajo del nivel de las aguas máximas extraordinarias como sea posible, con el propósito de que los árboles que lleve la corriente, pasen sobre la estructura sin dañarle.

DRENAJE SUBTERRÁNEO (SUBDRENAJE).

Aunque comúnmente se piense lo contrario, el drenaje subterráneo, desde muchos aspectos, es muy semejante al drenaje superficial, ya que las capas impermeables forman canales bien definidos o vasos de almacenamiento de agua subterránea tal como sucede en la superficie del terreno; el drenaje subterráneo consiste en proporcionar ductos de drenaje adecuados para controlar el escurrimiento de esa agua rápidamente.



Cada lugar que requiera drenaje subterráneo, o subdrenaje como también se le llama, es un problema individual y diferente, y por lo tanto deben aplicarse los principios de ingeniería en su solución adecuada. Al drenaje subterráneo debe dársele toda la atención que se merece ya que de él depende gran parte de la seguridad y estabilidad del camino.

Aunque en términos generales el drenaje superficial es más importante que el drenaje subterráneo hay que reconocer que hay lugares en los cuales no se puede prescindir del drenaje subterráneo. Los lugares inestables deben de ser drenados inmediatamente y de una vez por todas durante la construcción. Un sistema de drenaje superficial y subterráneo bien proyectado e instalado en forma correcta se pagará por sí mismo y en un plazo breve por los ahorros que ocasionará en el costo de conservación.

ZANJAS.

Para hacer el drenaje subterráneo, frecuentemente se han usado, en los caminos construidos en zonas bajas, zanjas localizadas a unos cuantos metros fuera del mismo y paralelas a él. Estas zanjas son usualmente de 60 cm en la base y de 90 cm a 1.20 m de profundidad. Si se les hace suficientemente profundas pueden mantener el nivel freático bajo el nivel deseado. El uso de las zanjas como subdrenaje debe decidirse con cuidado estudiando los materiales y la conservación de la misma durante los años que va a funcionar, además de no elegir las en todas partes, pues cuando se usan cerca del camino son peligrosas para los vehículos que puedan salir del acotamiento, y además, son de mal aspecto. Así, que, para reducir el



peligro, deben de construirse lejos del camino y entonces se reduce su eficacia o se tienen que hacer muy profundas.

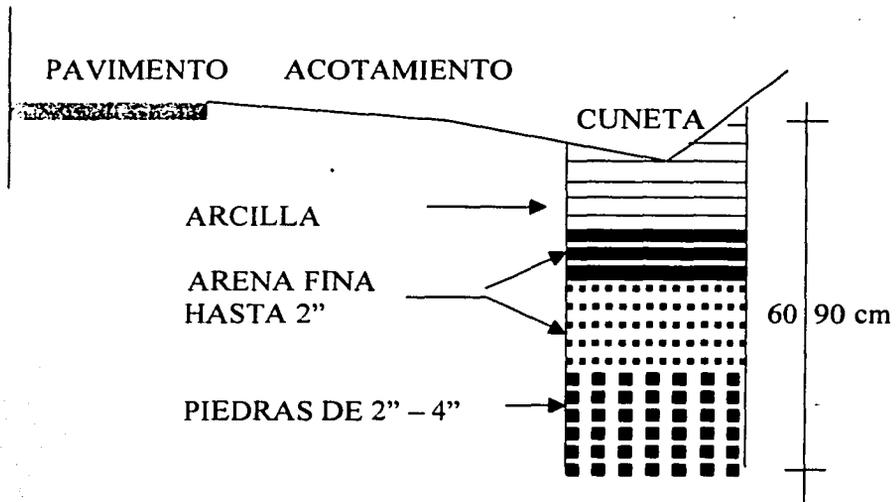
DRENES CIEGOS.

Los drenes ciegos son zanjas rellenas de piedra quebrada o grava. Estos drenes han sido muy empleados, y cuando se les ha construido en forma correcta, han dado resultados satisfactorios durante mucho tiempo.

Cuando se usan drenes ciegos paralelos al camino, la práctica común es el de colocar uno en cada lado del camino, precisamente bajo las cunetas.

Los drenes ciegos son de 0.45 m de ancho y de 0.60 m a 0.90 m de profundidad.

Para que sean efectivos deben tener una pendiente uniforme e ir a desfogar a una salida adecuada. Estos drenes deben construirse en forma cuidadosa, pues mal contruidos sólo agravan la situación ya que recogen y retienen el agua donde precisamente se desea eliminar. Además, debe tenerse cuidado en graduar el material con que se rellena la zanja, ya que existe una marcada tendencia, en todos los aguaceros fuertes, a que las cepas rellenas de piedra se inunden de agua cargada de lodo y que se azolven.



DREN CIEGO

DRENES DE TUBO.

En general, para el drenaje subterráneo, los drenes con tubo de barro o de concreto son muy superiores a los formados por zanjas abiertas y a los drenes ciegos. Los tubos para subdrenaje deben satisfacer una serie de requisitos para que funcionen en forma efectiva durante un período largo. Estos requisitos se refieren al aplastamiento, flexión, presión hidráulica, capacidad de infiltración y durabilidad.



1. Aplastamiento. Cuando los tubos se coloquen dentro de la zona de tránsito, es imprescindible usar tubos que no se rompan, ya que un tubo agrietado o roto puede ser causa de que falle todo un sistema de subdrenaje.
2. Flexión. La misma naturaleza y fin de la mayoría de los drenes subterráneos involucra que los tubos vayan colocados en un suelo muy húmedo e inestable, por lo tanto es necesario que dichos tubos presenten juntas apropiadas con el fin de que flexionen un poco y puedan amoldarse a las desigualdades de la plantilla.
3. Presión hidráulica. En algunas ocasiones el tubo de drenaje subterráneo puede trabajar a presión con lo que se producen altas velocidades que pueden ser destructivas. Por lo tanto es necesario que las juntas estén fuertemente unidas para evitar las posibilidades de socavación por el agua que pueda salir.
4. Capacidad de infiltración. Estos dependen de si el tubo es o no perforado. El tubo perforado está diseñado para permitir la máxima infiltración y las perforaciones se localizan de modo de excluir la entrada del lodo y material de relleno que sea posible.
5. Durabilidad. Para la duración de los tubos es necesario que ellos sean resistentes a la desintegración, erosión y corrosión.



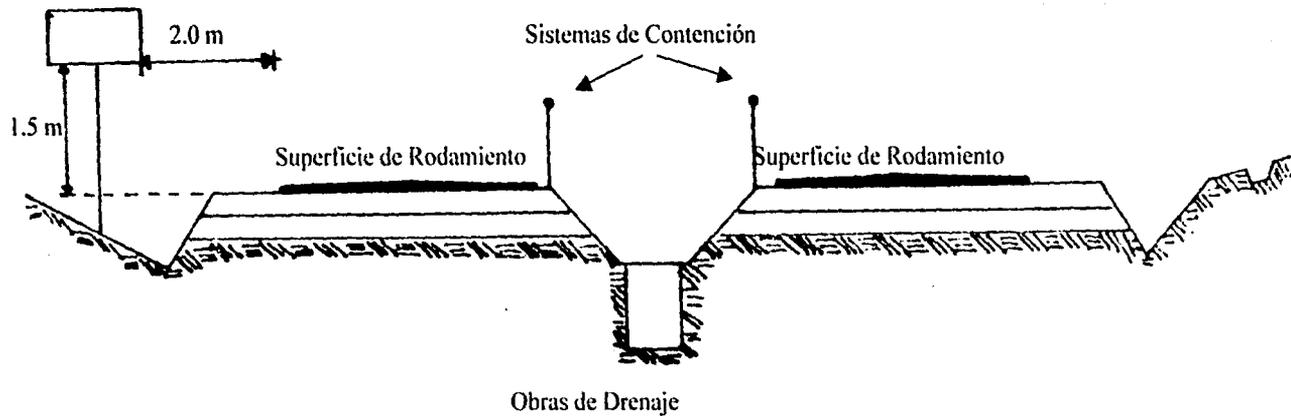


Figura 2
Tramo en Tangente
Vista en Perfil

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

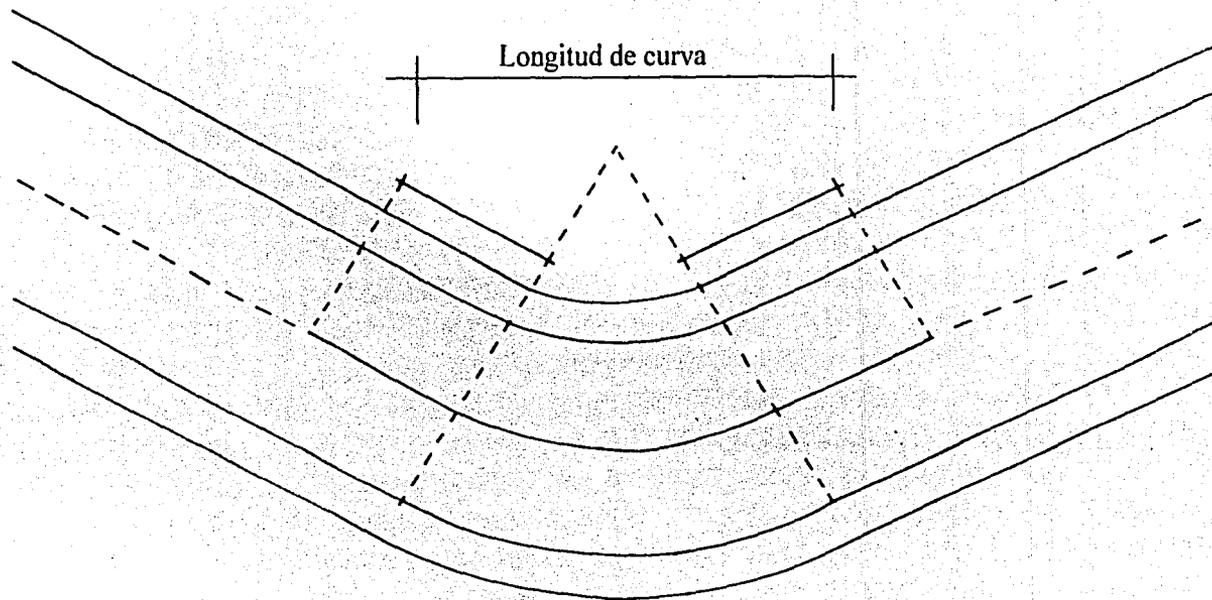


Figura 3
Tramo en Curva
Vista en Planta



SEÑALAMIENTO

No se puede concebir el buen funcionamiento de una carretera si ella no cuenta con el señalamiento necesario que le imparta seguridad al usuario de la misma. Se muestra a continuación los tipos de señalamientos así como su adecuada colocación.

Las señales camineras se clasifican en tres tipos: a) Señales preventivas, b) Señales restrictivas y c) Señales informativas.

SEÑALES PREVENTIVAS

Estas señales son aquellas que tienen por objeto advertir al usuario del camino la existencia de un peligro potencial y la naturaleza del mismo. Las señales preventivas tienen forma de un cuadrado con una diagonal en posición vertical. Su fondo amarillo con letras y ribete de color negro. El largo del cuadrado es de 60 cm como mínimo, pudiéndose emplear dimensiones mayores como 75 cm y 90 cm. Sólo en zonas urbanas se permiten dimensiones algo menores.

La distancia hasta el lugar de peligro a la que deberán colocarse las señales debe ser determinada de manera que asegure su mayor eficiencia tanto de día como de noche, teniendo en cuenta el tipo de camino y de los vehículos que lo usarán. Sin embargo, se aconseja que la distancia no sea inferior a 90 m ni mayor a 225 m salvo que circunstancias especiales impongan otras distancias.



<p>SP - 33</p> <p>Ensanche de la calzada (2 a 4)</p>	<p>SP - 34</p> <p>Ensanche de la calzada (2 a 4) descentrada izq.</p>	<p>SP - 35</p> <p>Ensanche de la calzada (2 a 4) descentrada der.</p>	<p>SP - 36</p> <p>Puente angosto</p>	<p>SP - 37</p> <p>Tunel</p>	<p>SP - 38</p> <p>Trabajos en la via</p>
<p>SP - 38A</p> <p>Maquinaria en la via</p>	<p>SP - 39</p> <p>Circulacion en dos sentidos</p>	<p>SP - 40</p> <p>Flecha direccional</p>	<p>SP - 41</p> <p>Flecha direccional doble</p>	<p>SP - 42</p> <p>Zona de derrumbe</p>	<p>SP - 43</p> <p>Peligro de incendio</p>

Las señales preventivas deben colocarse en el lado derecho de la carretera, correspondiente a la dirección de la circulación y frente a ella. Si las circunstancias lo aconsejan, las señales podrán ser repetidas a diferentes distancias y en el lado opuesto de la carretera. Las señales preventivas deben colocarse a una distancia apropiada del borde de la carpeta asfáltica, distancia que será como mínimo de 1.50 m y como máximo de 2.40 m.

Se aconseja que la altura de las señales sobre la calzada sea uniforme especialmente a lo largo de una ruta. La altura de las señales preventivas no será mayor de 2.10 m ni menor de 60 cm, salvo en las zonas donde las circunstancias aconsejen otra cosa. Se aconseja que la altura sea de 1.50 m.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

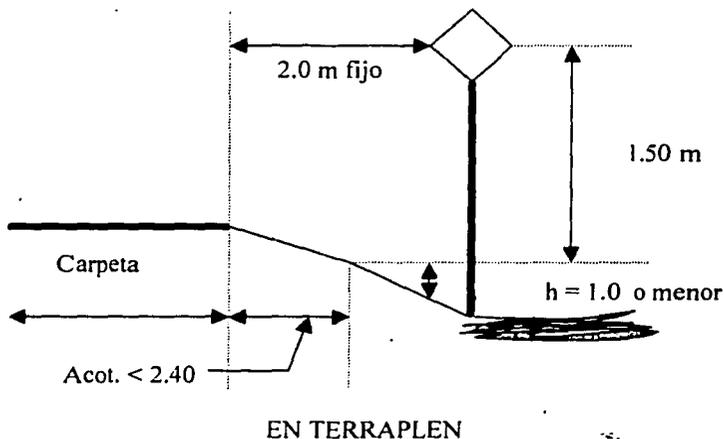


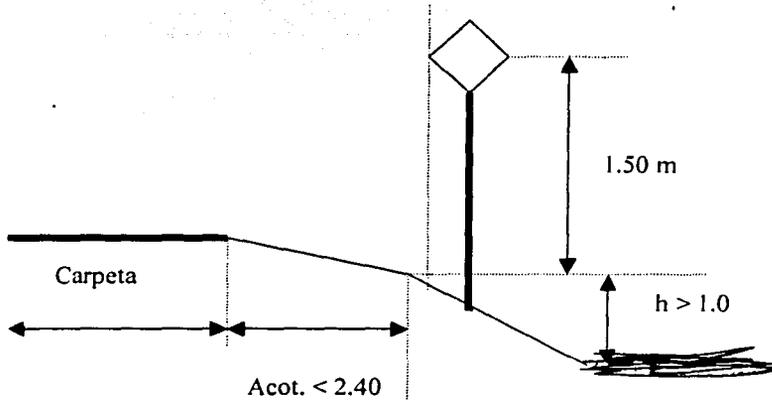
Cuando haya una obra en ejecución, se debe indicar la proximidad de la misma mediante la señal correspondiente o sea poniendo *Hombres trabajando o solamente Obras*.

Cuando se usen barreras para desviar la circulación, con motivo de obras que se ejecutan en el camino, tales barreras deben ser blancas y negras, y en caso necesario, provistas de dispositivos reflejantes.

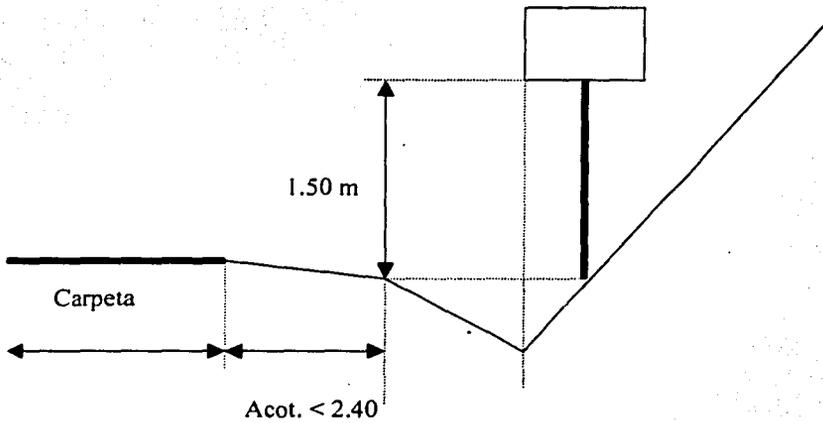
Todos los límites de las obras deben ser claramente señalados durante el día y la noche por medio de barreras o luces, o ambas.

ALTURA Y DISTANCIA LATERAL DE LAS SEÑALES



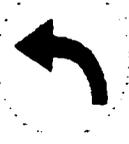
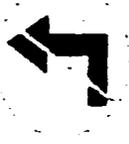


EN TERRAPLEN



EN CORTE



SR - 01  Pare	SR - 02  Ceda el paso	SR - 03  Siga de frente	SR - 04  Dirección prohibida	SR - 05  Giro a la izquierda solamente	SR - 06  Prohibido girar a la izquierda
SR - 07  Giro a la derecha solamente	SR - 08  Prohibido girar a la derecha	SR - 09  Permitido girar en "U"	SR - 10  Prohibido girar en "U"	SR - 11  Doble sentido	SR - 12  Prelación

En cuanto a la colocación de las señales restrictivas también, lo mismos que las señales preventivas, deben colocarse en el lado de la carretera y correspondiendo a la dirección de la circulación y frente a ella. Se deben colocar en el punto dónde comience la reglamentación, y de ser necesario, en otros puntos donde continúe la reglamentación. Sin embargo, aquellas señales restrictivas que prohíban virar o indiquen una dirección obligatoria, deberán colocarse a suficiente distancia antes del punto considerado.

La altura de estas señales no excederá de 2.20 m ni será inferior a 60 cm. Las dimensiones normales de la placa rectangular serán de 70 cm de altura por 42.5 cm de ancho para las señales en zonas rurales, y de 50 cm de alto por 30 cm de ancho para las zonas edificadas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



SEÑALES INFORMATIVAS

Estas señales tienen como finalidad el proporcionar al usuario alguna información que le ayude en su viaje.

Estas señales son rectangulares y deben colocarse en posición horizontal, con excepción de algunas que se colocan verticalmente.

Sus colores serán: fondo blanco, con letras y ribete blanco. A diferencia de las señales preventivas y restrictivas, las señales informativas no tienen dimensiones fijas. El tamaño de estas señales se ajusta a las necesidades, pero sí es aconsejable que no tengan más de tres renglones de leyenda.

SI - 13  Zona militar	SI - 14  Aeropuerto	SI - 15  Hotel	SI - 16  Primeros auxilios	SI - 17  Servicios sanitarios	SI - 18  Restaurante
SI - 19  Telefono	SI - 20  Iglesia	SI - 21  Taller	SI - 22  Estación de servicio	SI - 23  Montallantas	SI - 24  Mirador

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO

Las marcas sobre el pavimento están formadas por marcas longitudinales, marcas transversales y otras marcas.

Las marcas longitudinales pueden ser de línea continua o de línea discontinua. Cuando se emplea una línea continua, ella restringe la circulación de tal manera que ningún vehículo puede cruzar esta línea o circular sobre ella. Las líneas discontinuas que son líneas directrices, tienen como objeto el guiar y facilitar la circulación en las diferentes vías; pueden, pues, ser cruzadas, siempre que ello se efectúe dentro de las condiciones normales de seguridad.

Las líneas continuas tienen como fin el prohibir a un vehículo el adelantar a otro, a que pase de una vía a otra en puntos peligrosos, como en curvas, cambios de rasantes, pasos a desnivel, etc., o delimitar los carriles de circulación. Una línea continua puede ser trazada junto a una línea discontinua. En estos casos los vehículos no deben cruzar la línea continua trazada a la derecha de una línea discontinua. Sin embargo, la línea continua puede ser cruzada por los vehículos si ella está colocada a la izquierda de la línea discontinua.

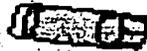
Las marcas transversales en el pavimento deben emplearse como indicaciones de paradas, o bien para delimitar fajas destinadas al cruce de peatones.



El grupo de otras marcas corresponde a aquellas que indican restricciones al estacionamiento y a las marcas que indican la presencia de obstáculos materiales a la calzada o cerca de ella.

Se recomienda que todas las marcas sobre el pavimento sean de color blanco.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Los términos “Conservación” y “Mantenimiento” son del conocimiento y uso común entre la población de habla hispana y han adquirido mucha actualidad debido a la necesidad creciente a nivel mundial de conservar y mantener lo que ya existe.

Se entenderá por Conservación o Mantenimiento de autopistas el conjunto de acciones necesarias para asegurar que el estado físico de los diferentes elementos de la autopista y sus servicios, se encuentren en condiciones aceptables de transitabilidad, seguridad y confort conforme a la normatividad vigente, así como para evitar el deterioro acelerado.

Existen varios tipos de conservación en la autopistas de cuota que pueden clasificarse en tres diferentes criterios según el objetivo que se persiga:

1. EN FUNCION DE LOS RECURSOS REQUERIDOS

- **CONSERVACIÓN MENOR.** Es el conjunto de acciones de carácter ordinario (rutinario o eventual) que requieren recursos de poca cuantía. Se realizan en forma habitual para que la autopista este siempre en condiciones de tránsito fluido y seguro.
- **CONSERVACIÓN MAYOR.** Es el conjunto de acciones que requieren recursos de mayor cuantía para mantener la autopista en buenas condiciones estructurales y de servicio.



No existe un límite preciso y definido entre la conservación menor y la mayor por lo que en cada autopista se ha fijado de manera un tanto subjetiva de acuerdo a la experiencia de los responsables de la conservación, e influenciados principalmente por los techos presupuestales autorizados.

En términos generales corresponden a Conservación Menor acciones tales como: limpieza de superficie de rodamiento, calafateo o sellado de grietas, renivelaciones aisladas, bacheos, desazolves de alcantarillas, canales de entrada y salida, contra cunetas y cunetas, construcción o reconstrucción de lavaderos, bordillos, banquetas, muros, subdrenes, cajas de captación, cabezotes, pozos de visita, extracción de caídos y pequeños derrumbes, amacice de taludes, relleno de deslaves, limpieza de bermas y muros alcancia, demolición de rocas, reparación de malla ciclónica y malla antideslumbrante, deshierbe de derecho de vía, poda de pasto, siembra de árboles, riego de áreas verdes, control de plagas, reparación de cercado, pepena y recolección de basura, limpieza de señales verticales, barrera central, defensa metálica y víaletas, retoque de señalamiento horizontal, reparación o reposición de vibradores, construcción o reposición de juntas de dilatación en puentes, etc.

Para acciones de Conservación Mayor se consideran, las sobre carpetas, rehabilitación de pavimentos, tratamientos superficiales extensivos de pavimento, rehabilitación de puentes, rehabilitación general del señalamiento horizontal y/o vertical, estabilización de terrenos, reciclado y recuperación de pavimentos.



2. EN FUNCION DE LA MODALIDAD DE EJECUCIÓN

- **CONSERVACIÓN POR ADMINISTRACIÓN.** Son aquellos trabajos de conservación en los que por ser técnicamente complejo o impracticable precisar los elementos para fijar los precios unitarios, el contratante paga el costo directo más un porcentaje del mismo, que previamente hayan acordado en contratante y el conservador, por concepto de costo directo, de utilidad y de cargos adicionales.

- **CONSERVACIÓN POR CONTRATO.** Son aquellos trabajos ejecutados por el contratista y el que contrata paga bajo una de las siguientes modalidades:
 - a) **CONTRATO A BASE DE PRECIOS UNITARIOS.**
Cuyo caso el importe de la remuneración o pago total que deba cubrirse al contratista se hace por unidad de concepto de trabajo realizado.
 - b) **CONTRATO A PRECIO ALZADO.** En cuyo caso el importe de la remuneración o pago total fijo que deba cubrirse al contratista será por la obra totalmente terminada y ejecutada en el plazo establecido. Los contratos de este tipo no pueden ser modificados en monto o plazo, ni están sujetos a ajuste de costos.



3. CLASIFICACIÓN TÉCNICO OPERATIVA

- **CONSERVACIÓN RUTINARIA.** Es el conjunto de acciones de carácter permanente que se realizan en forma habitual para que una autopista de cuota este en condiciones de transito fluido y seguro.

La Conservación Rutinaria incluye actividades como: inspección visual frecuente, calafateo de grietas, bacheos, reparación de astillamientos y desconchamientos, ejecución de parches, renivelaciones aisladas de hundimientos diferenciales, reposición del sello de juntas, reposición y retoque de señalamientos, barrido de la superficie de rodamiento, limpieza de cunetas, contra cunetas y lavaderos, retiro de caídos eventuales, desazolves, conservación menor de estructuras, reposiciones aisladas de cercado, malla antideslumbrante, señalamiento vertical de sellos de pavimentos, conformación del derecho de vía, etc.

Algunas acciones son de carácter permanente y otras sólo deben realizarse al surgir la necesidad.

- **CONSERVACIÓN PREVENTIVA.** Es el conjunto de acciones programadas para mantener la autopista de cuota en buenas condiciones estructurales y de servicio. Con ello se debe prever cualquier labor que deba realizarse antes del surgimiento de alguna falla, buscando minimizar tanto los costos del usuario como los inherentes a la propia vía.



Típicamente, las acciones de conservación preventiva incluyen: tratamientos superficiales de pavimentos, rebajado, ranurado, fresado en frío de pavimentos, construcción de sobrecapas para incrementar capacidad estructural de pavimentos, rehabilitación de puentes y estructuras, rehabilitación de señalamiento, construcción de subdrenajes y obras complementarias de drenaje, estabilización de terrenos, etc.

- **CONSERVACIÓN CORRECTIVA.** Cuando por cualquier razón no se ha realizado en su tiempo la conservación preventiva y sobreviene la falla de cualquier elemento de la autopista o puente de cuota, se requiere la realización de una o varias acciones tendientes a dejarlo de nuevo en buenas condiciones; a este conjunto de acciones se le denomina conservación correctiva.

Incluye actividades como: bacheos, intensivos seguidos o no por una sobrecapa, reciclado y recuperación de pavimentos, reconstrucciones de pavimentos, rehabilitación de barreras, defensas, mallas o cercas, rehabilitación de obras de drenaje y subdrenaje, rehabilitación de estructuras especiales, etc.

La conservación rutinaria, preventiva y correctiva no comprenden las acciones correspondientes a las “Modernizaciones” o “ampliaciones”.



- **CONSERVACIÓN CORRECTIVA PROGRAMADA.** Son las acciones de conservación correctiva que pueden ser distribuidas de acuerdo a un programa de ejecución, cuando no se pone en forma inminente en peligro la seguridad de los usuarios y la fluidez del tránsito.

Generalmente, por la cuantía de los recursos requeridos para estas acciones estas quedan comprendidas dentro de la clasificación de conservación mayor.

- **CONSERVACIÓN CORRECTIVA POR EMERGENCIAS TÉCNICAS.** Son las acciones de conservación correctiva para la atención de emergencias técnicas resultantes de un evento como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales, por casos fortuitos o de fuerza mayor, que ponen en peligro o destruyen la infraestructura de una autopista, o interrumpen los servicios que deben prestarse o impiden que estos se presten en un nivel mínimo indispensable de conformidad con las leyes y la normatividad aplicables.
- **POST-CONSTRUCCIÓN.** Comprende las acciones por realizar una sola vez, después de la puesta en operación de la autopista o puente de cuota, para construir obras complementarias faltantes y para complementar elementos que funcionen inadecuadamente por factores no contemplados en el proyecto, con el fin de



asegurar que se tenga la calidad, los elementos y las condiciones que debieron resultar de una construcción impecable.

El seguimiento de la conservación está relacionado con dos ámbitos de competencia bien definidos: El marco legal y el marco técnico.

Dentro del **marco legal** se identifican los ordenamientos que regulan el seguimiento entre los cuales destacan:

- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Art. 25, Art. 27, Art. 73 fracción XVII

- LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL

Art. 1, Art. 2 fracción I y V, Art. 5 fracción III, IV, V, VI, Art. 6, Art. 8, Art. 13, Art. 14, Art.15 fracción III y VII, Art. 16 fracción VII, Art.17 fracción I, II, XIII,XIV, Art. 22, Art. 23, Art. 24, Art. 26, Art. 28, Art.29, Art.30, Art. 31, Art. 32, Art. 62, Art. 70, Art. 71, Art. 72, Art. 74 fracción XI, Art. 75

- REGLAMENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DEL DERECHO DE VIA DE LA CARRETERAS FEDERALES Y ZONAS ALEDAÑAS.

Art. 5 fracción V



- REGLAMENTO INTERIOR DE LA SCT
Art. 32 Bis. fracción II, VI, VII, VIII, IX, XI
- Otros que señalan disposiciones legales aplicables.

Dentro del **marco técnico** existen una serie de referencias dentro de la normatividad vigente de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, para las obras de conservación, siendo las siguientes las de mayor utilización:

REFERENCIAS TÉCNICAS

- **MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS**
El Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de la SCT es el documento oficial que norma la elaboración de los proyectos, y resulta de gran utilidad para el análisis de asuntos relacionados con la realización de obras dentro del derecho de vía (accesos, entronques, retornos, etc.).
- **MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO EN CALLES Y CARRETERAS**
Este manual contiene la normatividad que, en materia de señales informativas, restrictivas y preventivas, así como marcas (rayas y letras), obras y dispositivos diversos para protección en obras, semáforos y letras y números para señales de tránsito, se establecen para el control de los flujos vehiculares.



- **MANUAL DE FORESTACION**

Las disposiciones contenidas en este manual buscan garantizar la máxima seguridad para los usuarios y disminuir tanto las obras de reparación como los costos de conservación del camino, a través de su protección contra erosiones, derrumbes y asolvamientos.

- **NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES**

Establecen en sus partes correspondientes las normas de construcción de terracerías, obras de drenaje, estructuras, sub-bases, bases, carpetas de concreto asfáltico y losas de concreto hidráulico, que se requieren en una obra vial. Asimismo, se establecen las normas para edificación y las diferentes instalaciones.

- **NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Se trata lo referente a las normas de calidad que deben satisfacer los diversos materiales que se utilicen en la construcción de carreteras, aeropistas y edificaciones.

- **NORMAS PARA EL MUESTREO Y PRUEBAS DE MATERIALES, EQUIPOS Y SISTEMAS**

Estas normas tratan tanto lo referente a los métodos de muestro y de prueba a que deben someterse los diversos materiales y elementos estructurales que se utilicen en la construcción de carreteras, aeropistas y edificaciones.



- **NORMAS PARA CALIFICAR EL ESTADO FISICO DE UN CAMINO**

Estas normas contienen el método para calificar los diferentes elementos de un camino tales como corona, drenaje, derecho de vía y señalamiento, dichas normas están contenidas en los correspondientes títulos de concesión. y son susceptibles de modificación o actualización.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



El título de concesión para construir, explotar, operar y conservar una autopista o puente de cuota incluye un programa de conservación y mantenimiento de la obra y sus partes. La Administración Responsable se obliga a cumplirlo para asegurar que la autopista o puente se encuentren siempre en óptimas condiciones de servicio el cual permita un tránsito fluido y seguro de los usuarios y *EVITAR* su deterioro progresivo.

Tomando en cuenta las características y situación actual de las autopistas y puentes de cuota en operación que forman parte de la infraestructura carretera del país, se considera conveniente preparar, para cada obra, un sistema integral de conservación y mantenimiento que incluya los siguientes programas de:

- *POSTCONSTRUCCIÓN*
- *CONSERVACIÓN RUTINARIA*
- *CONSERVACIÓN PREVENTIVA Y CORRECTIVA*
- *ADMINISTRACIÓN*
- *PROGRAMA DE AMPLIACIONES*

El Programa de Postconstrucción busca asegurar que las autopistas y puentes tengan la calidad, los elementos y las condiciones que debieron resultar de una construcción impecable. Por tanto, se trata de un conjunto de acciones por realizar una sola vez, para dejar la autopista o puente en buenas condiciones de servicio. Comprende medidas para construir obras faltantes y para complementar elementos que funcionen inadecuadamente



por factores no contemplados en el proyecto. La preparación de este programa debe basarse en cuidadosas inspecciones y estudios de pavimentos, cortes y terraplenes, señalización, estructuras, obras de drenaje y demás elementos principales de la obra.

El importe de los estudios, proyectos y obras a ejecutar dentro de este programa se reconoce como parte de la inversión del proyecto.

El Programa de Conservación Rutinaria tiene carácter permanente. Incluye todas las acciones que deben llevarse a cabo para que la autopista o puente estén siempre en condiciones de tránsito fluido y seguro. Este programa se prepara una vez al año, y sirve como base para dar seguimiento a tales acciones. Incluye actividades como: inspección del derecho de vía; retiro de caídos eventuales; limpieza de cunetas, contracunetas y lavaderos; desazolves; bacheos; nivelaciones aisladas; calafateo de grietas; desyerbe de acotamientos; reposición y retoque de señalamientos, pintura; reparaciones del cercado; jardinería; reparaciones generales, etc. Algunas acciones son de carácter permanente y otras se harán al surgir la necesidad.

El Programa de Conservación Preventiva y Correctiva será de carácter permanente e incluirá todas las actividades tendientes a mantener la autopista o puente en buenas condiciones estructurales y de servicio. Con ello se preverá cualquier labor que deba realizarse antes del surgimiento de algún problema, buscando minimizar tanto los costos del usuario como los propios de las acciones de conservación rutinaria. Típicamente, las acciones por emprender en este programa incluirán sellos, reencarpetados, reparación



de puentes y, en casos extremos, reconstrucciones y correcciones para eliminar defectos de construcción.

Para que estas acciones se lleven a cabo en forma eficiente y oportuna, los sistemas de administración de pavimentos y puentes serán elementos básicos para la formulación de los programas, por lo que será necesario instrumentarlos como parte del seguimiento y la administración de la conservación. Para esto, se requiere que cada Administración Responsable instrumente los sistemas que mejor se adapten a sus necesidades a la brevedad posible, lo que además le permitirá un uso más eficiente de los recursos económicos.

El Programa de Administración ofrecerá el respaldo para organizar la ejecución de las tareas correspondientes a los otros cuatro programas. Aunque a la larga cada Administración Responsable alcanzará los niveles de sofisticación que demande la atención de su autopista o puente, se requiere que este programa inicie con un inventario completo de todas las características de la obra, incluyendo geometría, estructuras, pavimentos, obras especiales, etc.

Existen técnicas computarizadas que permiten relacionar el inventario con un conjunto de ayudas gráficas y georreferenciadas. Ello ofrece, indudablemente, una sólida base para desarrollar todos y cada uno de los esquemas de conservación requeridos por una autopista o puente de *ALTAS* especificaciones.



El **Programa de ampliaciones** incluye aquellas obras que se hacen necesarias por requerimientos de seguridad, capacidad y confort de la autopista o puentes. Las obras a considerar son aquellas que requieran un proyecto ejecutivo adicional al original que requiera autorización explícita de la secretaría, como pueden ser construcción de terceros carriles, ampliación de acotamientos, construcción de rampas de frenado de emergencia, ampliación o construcción de entronques, retornos, paradores y miradores, ampliaciones de puentes, en zonas de casetas, etc.

El importe de los estudios, proyectos y obras a ejecutar dentro de este programa se reconoce como parte de la inversión del proyecto.

Procedimiento para el seguimiento del programa de Postconstrucción.

1. Con el objeto de verificar que los cortes, terraplenes, pavimentos, drenajes, estructuras, señalamientos, derecho de vía y obras complementarias de la autopista cumplan con los criterios de seguridad, funcionalidad y eficiencia, la Administración Responsable realizará dentro de los tres primeros meses a partir de su puesta en *OPERACIÓN*, la inspección de la autopista o puente con el detalle necesario para detectar los problemas que tenga cada uno de los elementos mencionados y sus posibles causas. Elaborará una relación de ellos, y planteará soluciones. Como guía para la inspección se pueden consultar y aprovechar, en lo que corresponda, los **anexos 1 al 6**.



2. Al **TÉRMINO** del plazo antes mencionado la Administración Responsable elaborará un informe indicando las soluciones a los problemas menores y los estudios y/o proyectos que considere conveniente realizar para resolver los problemas mayores incluyendo los costos estimados que correspondan.
3. Cuando las características del problema lo requieran, la Administración Responsable realizará los estudios y/o proyectos que se requieran, pudiendo basarse, según corresponda, en lo señalado en los **anexos 7 al 11**,

Si la Administración Responsable no dispone de la infraestructura adecuada, deberá contratar con empresas especializadas la realización de dichos estudios.

La Administración Responsable deberá considerar en todos los proyectos los estudios que se requieran relativos al impacto ambiental, de acuerdo a lo señalado en la Normatividad vigente en la entidad donde se encuentre.

4. Una vez aprobada la solución a los diversos problemas la Administración Responsable, elaborará el programa de obra de acuerdo al **formato 14.3 (a) (Anexo 14)**.
5. Previa coordinación, los estudios serán evaluados por la Unidad de Autopistas de Cuota, solicitando la asesoría de la Dirección General de Servicios Técnicos y en su caso de la dirección General de Carreteras



Federales: si su punto de vista difiere, deberán realizar reuniones para conciliar la solución.

6. La administración responsable reportará la información relativa a costos reales de acuerdo a lo indicado en los formatos 14.5 al 14.10 (Anexo 14), en un plazo no mayor a 30 días calendario, a partir de la terminación de los trabajos.

Procedimiento para el seguimiento del Programa de Conservación Rutinaria

1. La Administración Responsable **REALIZARÁ** inspecciones **PERIÓDICAS** para detectar necesidades de conservación rutinaria, **DE ACUERDO CON LO INDICADO EN EL anexo 12**. Dicha información servirá para la elaboración del programa anual de conservación rutinaria.
2. Durante el mes de enero de cada año, la Administración Responsable presentará el programa anual de conservación rutinaria, incluyendo los costos estimados.
3. La Administración Responsable reportará una vez al año, los medios que tiene dispuestos (personal, equipo y materiales) para cumplir con el programa de conservación rutinaria. Dicho reporte podrá ser verificado por el organismo de Seguimiento.



4. La Administración Responsable ejecutará los trabajos planteados en el programa de conservación rutinaria realizando la supervisión y el control de calidad que proceda, e informará mensual y anualmente a el organismo de Seguimiento.
5. El organismo de Seguimiento en su caso realizará las visitas de inspección necesarias para verificar el estado de conservación que presenta la autopista.
6. Los estudios, proyectos, control de calidad y las obras que se lleven a cabo en las autopistas y puentes de cuota, son responsabilidad directa de la Administración Responsable.

Procedimiento para el seguimiento del programa de Conservación Preventiva y Correctiva

1. Durante el mes de enero de cada año la Administración Responsable elaborará los programas anual y quinquenal de conservación preventiva y correctiva (**Formatos 14.3 (a) y 14.4 del Anexo 14**).

Tanto el programa anual como la actualización del quinquenal se elaborarán tomando como base cuidadosas inspecciones que contemplarán los siguientes elementos:

- Corona
- Obras de Drenaje
- Derecho de Vía



- Cortes y Terraplenes
- Estructuras
- Señalamiento

Como parte de las inspecciones se propone que se realicen las siguientes actividades que entre otras debe efectuar la Administración Responsable:

*a) LA ADMINISTRACIÓN RESPONSABLE DEBERÁ MANTENER EN UN NIVEL ÓPTIMO DE SERVICIO LA AUTOPISTA, GARANTIZANDO QUE POR LO MENOS ALCANCE UNA CALIFICACIÓN MAYOR QUE EL NIVEL DE RECHAZO, MÍNIMOS ESTABLECIDOS PARA LAS AUTOPISTAS DE CUOTA. En febrero y septiembre de cada año, BAJO SU RESPONSABILIDAD la Administración Responsable, con la participación del Organismo de Seguimiento, podrá obtener la calificación de la autopista conforme a las normas para calificar el estado físico de un camino, que como ejemplo **Anexo 15**, forman parte de este documento.*

El informe de calificación deberá contener la calificación total de la autopista (de 0 a 500 puntos), y las calificaciones (de 0 a 5) de cada uno de los elementos de la autopista: corona, drenaje, derecho de vía, señalamiento vertical y señalamiento horizontal.

En lo referente a la corona, se deberá reportar el valor del índice de servicio (IS) de la superficie de rodamiento de la autopista, obtenido según las normas señaladas anteriormente.



Como procedimiento alternativo, y previa autorización del Organismo de Seguimiento se podrá obtener otro parámetro que tenga una correlación adecuada con el Índice de Servicio (IS).

El Organismo de Seguimiento podrá, si lo estima necesario, indicar a la Administración Responsable que realice la calificación de la corona utilizando un equipo específico.

- b) Cuando el Índice de Servicio (IS) sea menor de tres, la Administración Responsable realizará un estudio de evaluación del pavimento para definir la opción de rehabilitación más conveniente. La evaluación se realizará de acuerdo con lo indicado en el **Anexo 7**.
- c) La Administración Responsable calificará como mínimo dos veces al año, antes y después de la temporada de lluvias, el estado que guarden las obras de drenaje, de acuerdo con lo indicado en el **Anexo 15**. Las obras de drenaje que presenten problemas en el momento de la inspección se evaluarán de conformidad con el contenido del **Anexo 8**.
- d) Durante las inspecciones para calificar la autopista, la Administración Responsable verificará los terraplenes y cortes que presenten problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, caídos, erosiones, etc. Para su estudio se procederá según lo indicado en el **Anexo 9**.



- e) La Administración Responsable inspeccionará *SEMESTRALMENTE* las estructuras. Para la evaluación de las que presenten problemas, se procederá de acuerdo con lo indicado en el **Anexo 10**.
- f) Durante la calificación de la autopista, la Administración Responsable identificará los sitios y señales con problemas. Para evaluar el señalamiento se procederá conforme a lo indicado en el **Anexo 11**.
1. La Administración Responsable podrá contratar las evaluaciones indicadas en el inciso anterior con una empresa especializada, o bien las podrá realizar directamente, si dispone de la infraestructura adecuada.
 2. Los estudios serán evaluados por Organismo de Seguimiento. En caso de discrepancias con la opinión de la Administración Responsable se podrán realizar reuniones para conciliar las soluciones.
 3. La Administración Responsable iniciará la ejecución de la obra cuando haya sido autorizada, *CONFORME AL PROYECTO Y ESPECIFICACIONES*, debiendo llevar a cabo el control de calidad *Y LA SUPERVISIÓN* que corresponda.
 4. Los estudios, proyectos, control de calidad y las obras que se lleven a cabo en las autopistas y puentes de cuota, son responsabilidad directa de la Administración Responsable.



En el caso de proyectos y/o estudios realizados por la Secretaría, la responsabilidad de la Administración Responsable queda circunscrita al control de calidad y a la realización de las obras.

Procedimiento para el seguimiento del Programa de Administración

1. La Administración Responsable elaborará el inventario físico de la autopista o puente incluyendo todos los elementos que lo integran, tales como instalaciones, equipos, maquinaria y bienes varios que formen parte de la propia autopista.

En el citado inventario se deberá incluir la información correspondiente a los predios que constituyen el derecho de vía, indicando claramente el límite real de dicho derecho de vía en toda la longitud de la autopista o puente.

En el **Anexo 13** se presenta un listado, a nivel enunciativo más no limitativo, de los inventarios a considerar.

2. La Administración Responsable realizará la captura del inventario en computadora, utilizando un paquete cuyo manejo a nivel operativo sirva de apoyo a la toma de decisiones (se sugiere el uso de una base de datos o por lo menos de una hoja electrónica).
3. La Administración Responsable establecerá los programas informáticos tendientes al seguimiento de administración que se requieran para elaborar y monitorear los programas de conservación de los elementos registrados en el inventario.



4. El programa de administración deberá permitir consultar y dar seguimiento a cualquiera de los conceptos incluidos en el inventario, incluyendo sus características y antecedentes necesarios.
5. El programa deberá llevar el registro de conservación rutinaria, preventiva y rehabilitaciones realizadas, incluyendo los cambios ó modificaciones de los inventarios.
6. El programa deberá ser susceptible de actualizarse fácilmente cuando sea necesario.

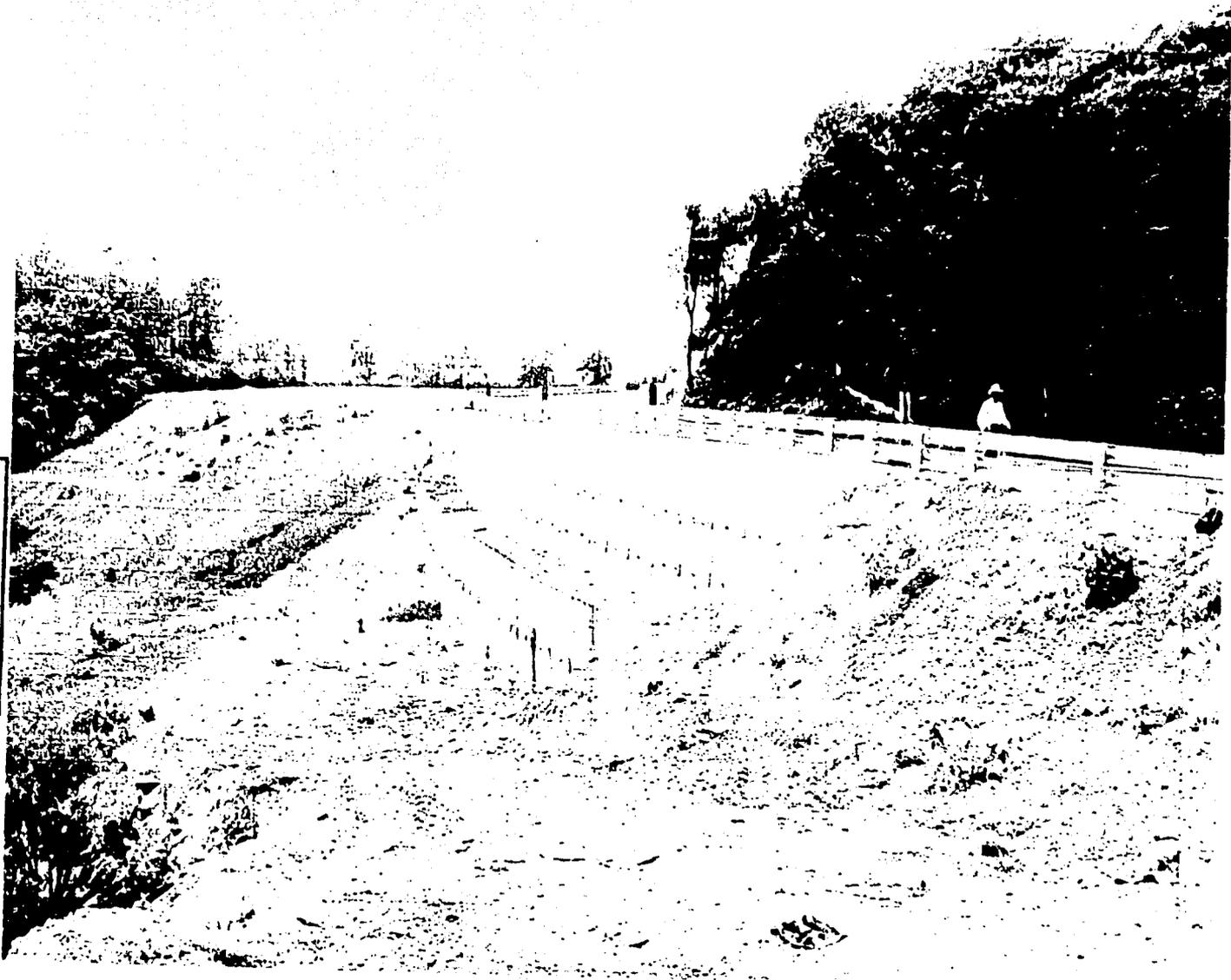
Procedimiento para el Seguimiento del Programa de Ampliaciones

1. La Administración Responsable realizará, cuando lo considera necesario o cuando la Unidad de Autopistas de Cuota lo indique, los estudios que permitan pronosticar el tránsito a futuro así como la planeación de las obras que se requieran para satisfacer las necesidades de la autopista o puente con la finalidad de que se cumplan adecuadamente los requerimientos de seguridad, capacidad y comodidad de los usuarios.
2. La Administración Responsable realizará el estudio de factibilidad y antepresupuesto correspondientes a los anteproyectos que proponga realizar, derivados de los estudios referidos en el punto anterior.
3. La Administración Responsable enviará a la Unidad de Autopistas de Cuota los anteproyectos, antepresupuestos y estudios de factibilidad correspondientes para que sean revisados y en su caso autorizados por la propia Unidad de Autopistas de Cuota.



4. Una vez aprobados los anteproyectos, la Administración Responsable iniciará la elaboración del proyecto ejecutivo y el presupuesto definitivo. En esta etapa se deberá realizar un estudio de impacto ambiental.
5. La Unidad de Autopistas de Cuota comunicará el proyecto aprobado a la Administración Responsable, quien elaborará el programa de obra y lo presentará a ésta de acuerdo al formato 14.4 del anexo 14.
6. En lo relativo a la tramitación de autorizaciones para obras de ampliación se procederá de acuerdo a lo indicado en el "Manual de Procedimientos para el Aprovechamiento del Derecho de vía en Autopistas y Puentes de Cuota".
7. La Administración Responsable dará aviso a la Unidad de Autopistas de Cuota de la terminación de la obra , enviando informe final de los trabajos, así mismo, reportará los costos reales de la obra de acuerdo a lo indicado en los formatos 14.8 al 14.13 del anexo 14, en un plazo no mayor a 30 días naturales después de terminados los trabajos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





1. Observar, mediante recorridos en vehículo a baja velocidad, deteniéndose en los lugares que presenten deterioros, para discernir los siguientes aspectos, enunciados de manera no limitativa:

- 1.1 *PAVIMENTOS FLEXIBLES*

Desprendimientos.

- Desprendimientos de agregados; erosión del pavimento
- Disgregación, desmoronamiento o desintegración de la carpeta
- Desprendimiento de sello
- Erosión longitudinal en la orilla de la carpeta
- Calaveras, agujeros
- Baches

Deformaciones.

- Roderas o canalizaciones
- Ondulaciones transversales (corrugaciones)
- Hundimientos o depresiones; asentamientos (transversales, longitudinales)
- Desplazamiento transversal de la sección del pavimento



Agrietamientos.

- Grietas de reflexión
- Agrietamiento parabólico o corrimiento de la carpeta
- Agrietamiento tipo piel de cocodrilo
- Agrietamiento tipo mapa
- Grietas transversales
- Grietas longitudinales
- Grietas de contracción

Varios.

- Llorado, sangrado o afloramiento de asfalto
- Afloramiento de humedad
- Crecimiento de hierba a través de la carpeta
- Oxidación del asfalto

1.2 PAVIMENTOS RIGIDOS

Desprendimientos.

- Desintegración del concreto
- Superficies con escamas ó costras



- Astillamientos o desconchamientos en juntas
- Defectos en la superficie

Grietas.

- Grietas longitudinales y transversales
- Grietas en esquina

Deformaciones.

- Hundimientos diferenciales
- Agrietamientos con hundimientos
- Irregularidades de la superficie que provocan vibraciones
- Bombeo
- Losas que se botan

Varios.

- Cortes en el pavimento
 - Juntas ó grietas sin sellar
 - Superficie de rodamiento resbalosa
2. Del análisis de los deterioros antes enlistados podrá determinarse la importancia del problema y, si es factible se deberán recomendar directamente en campo algunas acciones correctivas, para los



problemas menores. En caso contrario, para los problemas mayores deberá programarse la realización de un estudio de evaluación de pavimentos.

3. Como ayuda del levantamiento de daños en la superficie de rodamiento se podrán utilizar las **tablas 1.1 y 1.2.**

INSPECCION VISUAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

TABLA 1.1

AUTOPISTA _____	FECHA: _____
TRAMO: _____	ESTADO: _____
CUERPO _____	CALIFICADOR: _____

DETERIORO	DEL KM AL KM				
DESPRENDIMIENTOS.-					
DESPRENDIMIENTOS DE AGREGADOS; EROSION DEL PAVIMENTO					
DISGREGACION, DESMORONAMIENTO O DESINTEGRACION DE LA CARPETA					
DESPRENDIMIENTO DE SELLO					
EROSION LONGITUDINAL EN LA ORILLA DE LA CARPETA					
CALAVERAS, AGUJEROS					
BACHES					
DEFORMACIONES.-					
RODERAS O CANALIZACIONES					
ONDULACIONES TRANSVERSALES (CORRUGACIONES)					
HUNDIMIENTOS O DEPRESIONES; ASENTAMIENTOS					
DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL DE LA SECCION DEL PAVIMENTO					
AGRIETAMIENTOS.-					
GRIETAS DE REFLEXION					
AGRIETAMIENTO PARABOLICO O CORRIMIENTO DE LA CARPETA					
AGRIETAMIENTO TIPO PIEL DE COCODRILO					
AGRIETAMIENTO TIPO MAPA					
GRIETAS TRANSVERSALES					
GRIETAS LONGITUDINALES					
GRIETAS DE CONTRACCION					
VARIOS.-					
LLORADO, SANGRADO O AFLORAMIENTO DE ASFALTO					
AFLORAMIENTO DE HUMEDAD					
CRECIMIENTO DE HIERBA A TRAVES DE LA CARPETA					
OXIDACION DEL ASFALTO					

OBSERVACIONES:

CLAVES DE CALIFICACION:
0 : NINGUNA; 1 : MENOR; 2 : MODERADA; 3 : MAYOR; 4 : SEVERA

INSPECCION VISUAL DE PAVIMENTOS RIGIDOS

AUTOPISTA	ESTADO
TRAMO:	CALIFICADOR:
CUERPO:	FECHA:

DETERIORO	DEL KM AL KM				
DESPRENDIMIENTOS.-					
DESINTEGRACION DEL CONCRETO					
SUPERFICIES CON ESCAMAS O COSTRAS					
ASTILLAMIENTOS O DESCONCHAMIENTOS EN JUNTAS					
DEFECTOS EN LA SUPERFICIE					
DEFORMACIONES.-					
HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES					
AGRIETAMIENTOS CON HUNDIMIENTOS					
IRREGULARIDADES DE LA SUPERFICIE QUE PROVOCAN VIBRACIONES					
BOMBEO					
LOSAS QUE SE BOTAN					
GRIETAS.-					
GRIETAS LONGITUDINALES					
GRIETAS TRANSVERSALES					
GRIETAS EN ESQUINA					
VARIOS.-					
CORTES EN EL PAVIMENTO					
JUNTAS O GRIETAS SIN SELLAR					
CRECIMIENTO DE HIERBA A TRAVES DE LAS JUNTAS O GRIETAS					
SUPERFICIE DE RODAMIENTO RESBALOSA					

OBSERVACIONES:

CLAVES DE CALIFICACION:

0: NINGUNA; 1: MENOR; 2: MODERADA; 3: MAYOR; 4: SEVERA



1. Observar, mediante recorridos a pie, las condiciones que tiene el corte, sobre todo en su parte superior, para discernir los siguientes aspectos; enunciados de manera no limitativa:

- a) Materiales en los que fue labrado
- b) Inclinación de su talud o taludes; presencia de bermas
- c) Presencia de flujos de agua o lloraderos en su talud
- d) Agrietamientos en el contorno de los cerros del corte
- e) Erosiones
- f) Drenaje en cunetas, contracunetas y la parte superior de la ladera donde se formó el corte, así como en bermas
- g) Bufamientos
- h) Escalones por asentamientos
- i) Geología regional o de la zona, para identificar la presencia de fallas

2. Del análisis de estos factores podrá determinarse la importancia del problema y, si es factible, recomendar directamente en campo algunas acciones para mejorar su comportamiento, siempre y cuando no peligre su estabilidad. En caso contrario, deberá realizarse un estudio por parte de una empresa especializada.

*COMO AYUDA PARA IDENTIFICAR Y RELACIONAR PROBLEMAS
EN CORTES DE LA AUTOPISTA SE PODRÁ UTILIZAR LA TABLA 2.1*



1. Observar, mediante recorridos a pie tanto aguas arriba como aguas abajo, el comportamiento que ha tenido el terraplén en los aspectos de:
 - a) Bufamiento estimado y volumen movido
 - b) Asentamiento, definiendo su tipo (longitudinal, conchoidal, etc.; dimensiones, anchos, profundidad del escalón, etc.)
 - c) Agrietamientos, definiendo si son longitudinales, transversales, su anchura y profundidad, etc.
 - d) Erosiones, definiendo si son de tipo local o general y por qué se producen
 - e) Presencia de lloraderos en los taludes
 - f) Inclinación de los taludes
 - g) Analizar si el drenaje es adecuado en cuanto a la obra en sí y su entrada y desfogue
 - h) Definir si se tienen las obras complementarias de drenaje necesarias y suficientes
 - i) Tratar de verificar si está compactado o se colocó a volteo; si es posible, determinar si tiene escalones de liga con el terreno natural
 - j) Verificar si el terreno natural donde está apoyado es estable o presenta movimientos, sobre todo en laderas, o bien presencia de flujos de agua.



ANEXO 3

**SECUENCIA PARA IDENTIFICAR Y RELACIONAR PROBLEMAS
EN TERRAPLENES DE LA AUTOPISTA**

- 2 En cada caso habrá que valorar la importancia de cada uno de éstos aspectos; sin embargo, se estima que si el problema es de erosiones, normalmente se puede dar recomendación en el lugar, lo mismo si se trata de falta o insuficiencia en longitud de obras complementarias de drenaje u obras auxiliares de drenaje, como por ejemplo un encauzamiento.

3. Los problemas que no puedan ser resueltos en campo deberán ser propuestos para que los estudie una empresa especializada.



1. Identificar la estructura, señalando el kilometraje y origen de la autopista, así como la entidad federativa donde se localiza.
2. Si la estructura es de mampostería y concreto, ver si tiene grietas o fracturas, en qué parte y en qué forma y magnitudes; si la estructura es metálica, ver si existe oxidación o corrosión; si las secciones muestran reducción en su forma; o si se requiere una inspección más detallada.
3. Si hay daños, verificar si fueron producidos por crecientes, sismos o por uso normal. Indicar magnitud de flechas.
4. Analizar si hay asentamientos diferenciales en la cimentación y en qué apoyos.
5. Analizar si hay, en caso de puentes, efectos de socavación en terraplenes de acceso, en los derrames frontales, en pilas o en estribos.
6. Analizar, en los puentes, si el funcionamiento hidráulico ha sido correcto o deficiente, observando si la capacidad hidráulica bajo éstos es suficiente, así como las condiciones del cauce en cuanto a azolves, obstrucciones, socavaciones, etc.
7. Analizar si la altura de rasante es la adecuada y si la magnitud de los tramos de la estructura es adecuada.
8. Analizar si se requieren obras complementarias de drenaje en los accesos de la estructura o protecciones en sus taludes y conos de derrame.



9. Analizar el estado de sus apoyos, sean fijos o móviles.
10. Analizar si la estructura no presenta vibraciones excesivas al paso de cargas pesadas.
11. Con la idea dada por los datos anteriores, será posible definir si la estructura está en peligro y requiere la atención de técnicos especializados o, bien, se define en campo la solución al problema.
12. Evidentemente, si la estructura tiene agrietamientos, ya sea por cortante o flexión, si tiene asentamientos o deficiencia hidráulica o bien flechas exageradas, es necesario recurrir a un especialista, en cuyo caso habrá que relacionar la estructura para su estudio por una empresa especializada



1. Identificar la obra de drenaje o subdrenaje, indicando los kilometrajes de la autopista, su origen y la entidad federativa donde se localiza.
2. Determinar las causas que provocan el problema, que pueden ser:
 - a) Obstrucciones por arrastre
 - b) Atoramiento de cuerpos flotantes
 - c) Erosión o depósito de sedimentos
 - d) Insuficiencia hidráulica
 - e) Socavación en su cimentación
 - f) Falta de dentellones
 - g) Mala ubicación de la obra
 - h) Falta de encauzamiento
 - i) Deterioro estructural
 - j) Filtraciones hacia la autopista, en el caso de subdrenaje
 - k) Otras causas no mencionadas pero que puedan originar problemas en el funcionamiento
3. Con los datos anteriores se decidirá, en campo, cuáles obras requerirán estudios por técnicos especializados, con el fin de encontrar opciones de solución apropiadas para resolver el problema en forma definitiva.



ANEXO 5
SECUENCIA PARA IDENTIFICAR Y RELACIONAR PROBLEMAS
EN EL DRENAJE DE LA AUTOPISTA

4. COMO AYUDA PARA IDENTIFICAR Y RELACIONAR PROBLEMAS EN EL DRENAJE DE LA AUTOPISTA SE PODRÁ UTILIZAR LA TABLA 5.1.

ESTADO DE OBRAS DE DRENAJE

AUTOPISTA: _____

FECHA _____

No.	Km	TIPO	DIMENSIONES (m) (CLARO O DIAMETRO-ALTURA)	LONGITUD (m)	ESTADO FISICO	OBSERVACIONES

SIMBOLOGIA:

Situación General	Losas o Cajón	Tubo	Bóveda	Sección Abovedada
Limpia				
Azolvada				



ANEXO 6

**SECUENCIA PARA IDENTIFICAR Y RELACIONAR PROBLEMAS
EN EL SEÑALAMIENTO DE LA AUTOPISTA**

1. Revisar si está completo el señalamiento **HORIZONTAL Y VERTICAL**; en caso de algunas señales, **DISPOSITIVOS O MARCAS** faltantes, definir su ubicación.
2. Definir si son **SEÑALES INFORMATIVAS, PREVENTIVAS O RESTRICTIVAS**, etc., para fijar prioridades de colocación.
3. Revisar si es correcta la ubicación de señales, **DISPOSITIVOS O MARCAS** y su visibilidad, en los casos que se requiera definir su posición correcta.
4. Revisar si **EL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL** cumple con lo indicado en el proyecto; en los casos que se requiera, indicar lo necesario para su corrección.
5. Revisar si existen **DENTRO DEL DERECHO DE VÍA DE LA AUTOPISTA O PUENTE**, carteles o propaganda no autorizada por el Organismo de Seguimiento; en los casos que no esté autorizada, definir ubicación y tipo para su reporte.
6. Si se tiene un número importante de problemas de señalamiento, convendrá efectuar un estudio para definir los requerimientos de la autopista, con una empresa especializada, **DE ACUERDO A LO INDICADO EN EL ANEXO 11**.



El informe de evaluación de pavimentos deberá contener lo siguiente:

1. INTRODUCCION
2. OBJETIVO DEL ESTUDIO
3. DESCRIPCION DEL TRAMO EN ESTUDIO

a) Localización

En este punto se indicarán los aspectos más importantes que permitan ubicar la posición geográfica del tramo en estudio, haciendo referencia al nombre de la autopista, tramo, subtramo, kilómetros que se estudian y el origen del cadenamiento. Además, se incluirán los nombres de ciudades importantes cercanas al tramo, coordenadas geográficas y un croquis de localización donde se indique lo anteriormente descrito, destacando el tramo en estudio con un color que permita distinguir a primera vista su posición. Se incluirán algunos otros datos que se consideren de utilidad.

b) Antecedentes de construcción

Se refiere a la fecha de construcción de la autopista. Se indicará si se efectuó por etapas, mencionando las fechas de éstas. En caso de habersele efectuado ampliaciones posteriores, se mencionará en forma breve en qué consistieron los trabajos, indicando sus fechas aproximadas.



c) Trabajos de conservación

Enunciar, por subtramos, los trabajos de conservación normales y especiales, como colocación de sobrecarpetas, riegos de sello y rehabilitaciones. Indicar las fechas aproximadas de realización de estos trabajos.

d) Características geométricas de la autopista

Este punto contendrá, por tramos homogéneos, la variación de los anchos tanto de corona como de acotamientos. Cuando se trate de una autopista con más de dos carriles de circulación, se especificará si es de un solo cuerpo o de dos, indicándolo por subtramos y señalando si existe barrera central o camellón, y su ancho. En caso de existir desnivel entre ambos cuerpos, indicarlo. Si otros aspectos se consideran de interés, también se incluirán.

4. DATOS GENERALES

a) Topografía

Se describirá, por subtramos y en forma breve, clasificándola en plana, lomerío suave, lomerío fuerte y montañosa, según corresponda. También se indicará el promedio y las variaciones de las alturas de corte y terraplenes, indicando en forma aproximada los taludes que tienen.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



b) Geología

Incluirá una descripción breve de la provincia o provincias fisiográficas donde se aloja el tramo estudiado, indicando los tipos de rocas más comunes y los diferentes tipos de suelos que existen a lo largo del camino, así como algunas otras características que se consideren de interés.

c) Clima

Se anotarán los datos correspondientes al tipo de clima que predomine en el área de estudio, señalando datos de temperatura máxima, mínima y promedio, así como precipitación, período de lluvia y algunos otros que se consideren de interés.

d) Drenaje y subdrenaje

Se describirán las condiciones de funcionalidad en que se encuentren las obras de drenaje y subdrenaje; en caso de no existir éste último, señalar si se requiere o no. También se proporcionará, en ambos casos, una relación de las obras que requieren ser reparadas y/o ampliadas, así como de los sitios donde se necesite construir obras nuevas o complementarias de drenaje.

**5. CALIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO,
INDICE DE SERVICIO ACTUAL (ISA) O INDICE DE
RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)**



UN INDICADOR DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL PAVIMENTO UTILIZADO EN MÉXICO DESDE HACE MUCHO TIEMPO ES EL ÍNDICE DE SERVICIO ACTUAL (ISA), QUE HA SIDO UNA HERRAMIENTA MUY VALIOSA PARA LA EVALUACIÓN DE TRAMOS CARRETEROS.

El Índice de Servicio (ISA) es la calificación que le corresponde a la superficie de rodamiento o a la corona de acuerdo con las normas para calificar el estado físico de un camino, editadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. En caso de que se disponga de rugosímetro **U OTRO EQUIPO ALTERNO**, en vez del índice de servicio se obtendrá el denominado Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) ES UN PARÁMETRO ESTANDARIZADO A NIVEL MUNDIAL UTILIZADO PARA OBTENER UN DIAGNÓSTICO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO. PARA EL CASO PARTICULAR DE LAS AUTOPISTAS DE CUOTA SE ESTABLECEN LOS SIGUIENTES LÍMITES DE ACEPTACIÓN:

- I. PROMEDIO DE IRI ENTRE 0 Y 2.81 M/KM. SUPERFICIE DE RODAMIENTO EN BUENAS CONDICIONES (ZONA DE ACEPTACIÓN). DEBEN REALIZARSE ÚNICAMENTE TRABAJOS DE CONSERVACIÓN RUTINARIA.**
- II. PROMEDIO DE IRI = 2.81 M/KM PARA TRAMOS \geq 10 KM, Y PROMEDIO DE IRI = 3.81 M/KM PARA ZONAS PUNTUALES (DE 100 A 200 M DE LONGITUD) LÍMITES DE ACEPTACIÓN. SE DEBEN REALIZAR TRABAJOS DE CONSERVACIÓN CORRECTIVA EN ZONAS AISLADAS Y DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA EN ALGUNOS TRAMOS.**



III. PROMEDIO DE IRI > 2.81 M/KM PARA TRAMOS \geq 10 KM, Y PROMEDIO DE IRI > 3.81 M/KM PARA ZONAS PUNTUALES (DE 100 A 200 M DE LONGITUD). ZONA DE RECHAZO. SE DEBERA REALIZAR UN ESTUDIO PARA DEFINIR LOS TRABAJOS DE CONSERVACIÓN CORRECTIVA.

POR LO QUE SE REFIERE A LA PROFUNDIDAD DE RODERAS SE ESTABLECEN TRES ZONAS. LA ZONA DE ACEPTACIÓN SE ESTABLECE ENTRE 0 Y 5 MM. LA ZONA DE CORRECCIÓN ESTÁ COMPRENDIDA ENTRE 5 Y 15 MM, FINALMENTE LA ZONA DE RECHAZO SE SITÚA PARA VALORES MAYORES DE 15 MM.

6. LEVANTAMIENTO DE DAÑOS

Para definir las causas de anomalías en la superficie de rodamiento, se efectuará el levantamiento de daños mediante la inspección visual de los carriles en estudio. Se identificarán, tipificarán y determinarán la extensión y severidad de los deterioros observados. Su localización se llevará a cabo con cinta y el odómetro del vehículo referenciados al cadenamiento de la autopista, previamente marcado. Los daños se identificarán conforme a la **tabla 1.1 del Anexo 1** de inspección visual de pavimentos flexibles.

7. MEDICION DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Podrá efectuarse mediante la determinación de deflexiones con las siguientes variaciones.

- Mediciones de respuesta a una carga estática (pruebas de placa)



- Mediciones de respuesta a una sola aplicación de una carga que se mueve lentamente (deflectómetro viajero, deflectógrafo Lacroix, viga Benkelman, etc.)
- Mediciones de respuesta a una carga dinámica (deflectómetro por impactos FWD, etc.)

Los tramos en los que se realizarán las mediciones con algunos de los procedimientos arriba citados se determinarán de acuerdo con los resultados obtenidos a través de la calificación de la superficie de rodamiento.

La utilización del procedimiento empleando la viga Benkelman estará limitada a autopistas en las que las cargas de diseño tengan efectos a profundidades inferiores a los 50 o 60 cm a partir de la superficie de rodamiento o rasante. En términos prácticos, puede considerarse aceptable la utilización de la viga Benkelman cuando el espesor de la estructura del pavimento, sumándose los espesores de la carpeta, base, sub-base, subyacente y subrasante, no exceda de 50 o 60 cm. Para espesores mayores, la utilización de la viga Benkelman sólo podrá ser de utilidad para detectar en forma cualitativa los tramos de pavimento con deficiencias estructurales.

8. EXPLORACION DIRECTA Y MUESTREO

La exploración y el muestreo en el pavimento se realizarán mediante pozos a cielo abierto con la profundidad necesaria para muestrear al cuerpo del terraplén y, en el caso de cortes o terraplenes muy bajos,



se incluirá también al terreno natural. Los sitios se seleccionarán en tramos homogéneos, conforme a los resultados de las mediciones de deflexión, requiriéndose un número suficiente de sondeos acorde a las condiciones observadas y a los resultados obtenidos. Se obtendrán muestras representativas y en su caso inalteradas, de las capas de carpeta, base, sub-base, subyacente y subrasante. A todas las capas se les determinarán los siguientes parámetros: peso volumétrico; grado de compactación; clasificación SUCS; contenido de agua; límites de consistencia líquido y plástico; granulometría; en su caso, porcentaje de finos y equivalente de arena; VRS estándar, y VRS en el lugar.

Si es necesario, se efectuarán estudios de estabilización de las capas que procedan, para mejorarlas y reutilizarlas en la rehabilitación del pavimento.

Adicionalmente, a las muestras de la carpeta asfáltica se les harán ensayos para determinar su contenido de asfalto.

9. RESULTADOS DE ENSAYES DE LABORATORIO PARA OBTENER CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los resultados de laboratorio se presentarán en formatos que contengan información detallada de los ensayos. Con los resultados se elaborará un perfil estratigráfico, que deberá complementarse con mediciones por métodos indirectos o semidirectos para conocer la estratigrafía completa del tramo.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



10. REVISION DE DISEÑO DEL PAVIMENTO PARA ESTRUCTURAS CRITICAS DE TRAMOS HOMOGENEOS

a) Datos de Tránsito

Se presentarán los datos del tránsito diario promedio anual en ambos sentidos, así como su composición vehicular y tasa anual de crecimiento promedio. En todos los casos se especificarán las variaciones que se presenten en la longitud estudiada; se efectuará el análisis respectivo para fines de proyección futura y se indicará la fuente de donde fueron tomados los datos.

b) Métodos de Diseño

Para la revisión de la estructura existente del pavimento se empleará un método utilizando el criterio de deflexiones, y por lo menos dos métodos en los que se utilice la información obtenida de los muestreos y ensayos de laboratorio. Entre los métodos que se pueden utilizar se cuentan el de la AASHTO.

11. PROBLEMAS ESPECIALES

En forma breve, se hará una relación de los problemas geotécnicos especiales y de su ubicación a lo largo de la autopista, tales como hombros caídos, inestabilidad de taludes de cortes, etc., y se propondrá su solución.



12. CONCLUSIONES

Se indicarán las causas del deterioro del pavimento actual, con base en la investigación de campo, los criterios considerados en el análisis de sus propiedades y los resultados de la evaluación estructural y de los ensayos de laboratorio.

13. RECOMENDACIONES PARA REHABILITACION CON ESTRATEGIA DE CONSERVACION Y PROYECTO EJECUTIVO DE LAS OPCIONES PROPUESTAS

Se proporcionarán las opciones suficientes para rehabilitar el pavimento, de tal manera que se pueda obtener la mejor opción de costo-beneficio. También se proporcionarán las estrategias de conservación de cada una de las opciones. Se incluirán las secciones estructurales por construir, las normas de calidad, los materiales a utilizar, los procedimientos constructivos y las recomendaciones para su control durante la ejecución de la obra.

Para cada opción se proporcionarán los datos de bancos de materiales, que deberán incluir: ubicación y nombre del banco: tipo de material (si se trata de roca, especificar claramente el grado de intemperismo y fracturamiento); volumen aprovechable de material; coeficiente de bandeo; clasificación para presupuesto; tratamiento probable; características de calidad obtenidas a partir de granulometría; límites de consistencia líquido y plástico; valor relativo de soporte (CBR); peso volumétrico seco máximo suelto; equivalente de arena; y alguna otra



característica que se considere de interés, observando las especificaciones sugeridas por el IMT.

Los bancos se localizarán mediante reconocimiento geotécnico de áreas aledañas para seleccionar y muestrear sus frentes. De este estudio se determinará si hay necesidad o no de exploración complementaria a base de sondeos con máquina o a cielo abierto, y/o de estudios geofísicos.

14. INFORME FOTOGRAFICO

Se incluirán fotografías de los puntos de mayor interés que se determinen en la investigación de campo.



El estudio de drenaje deberá analizar los problemas que presenten las obras y proponer opciones de solución de acuerdo con el siguiente esquema:

1. INTRODUCCION

2. OBJETO DEL ESTUDIO

3. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

a) Se indicará la posición geográfica de la autopista en estudio, indicando el tramo, subtramo estudiado y origen del cadenamamiento.

b) Se describirán las obras de drenaje tanto transversal como longitudinal que presenten problemas, mencionando detalladamente sus causas, como podrían ser: obstrucciones por arrastre; atoramiento de cuerpos flotantes; erosión o depósito de sedimentos; insuficiencia hidráulica; socavación en apoyos; falta de dentellones de protección; falta de lavaderos o mala ubicación; etc.

c) Se reportará la antigüedad de las obras y, si se efectuaron ampliaciones posteriores, la naturaleza de éstas y la fecha de su realización.

d) En el caso de las obras menores de drenaje, se determinará el gasto asociado a un período de retorno acorde a la importancia de la obra, utilizando métodos que relacionen lluvia-escorrentamiento, así como la velocidad y tirantes correspondientes. Si se trata de puentes, se revisarán los estudios topohidráulicos e hidrológicos existentes y, de ser necesario, se efectuarán trabajos adicionales tanto de campo



como de gabinete para complementarlos. Cuando se tengan problemas de cimentación, se deberá proceder de acuerdo con lo indicado en el **Anexo 10**.

e) A fin de ilustrar las características de las obras y las causas de sus problemas, se presentará un informe fotográfico, complementándolo con las figuras, croquis ***Y COMENTARIOS*** que sean necesarios.

4. CONCLUSIONES

Se dará el diagnóstico del funcionamiento de las obras y se justificarán las reparaciones, modificaciones o sustituciones que sean necesarias.

5. RECOMENDACIONES

Se proporcionarán las recomendaciones de solución de los problemas, complementándolas con las figuras, croquis y proyectos que se requieran.

6. SEGUIMIENTO

Se dará seguimiento a las obras producto de las soluciones elegidas en cada caso.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



El informe del estudio de cortes y terraplenes inestables podrá contener lo siguiente, enunciado de manera no limitativa:

1. INTRODUCCION
2. OBJETIVO DEL ESTUDIO
3. DESCRIPCION DE LA FALLA

a) Localización

En este punto se indicarán los aspectos más importantes que permitan ubicar la posición geográfica de la zona en estudio, haciendo referencia al nombre de la autopista, tramo, subtramo, kilómetro donde se realiza el estudio y el origen de cadenamiento. Además, se incluirán los nombres de poblados y ciudades importantes cercanos al sitio de estudio, coordenadas geográficas y una planta de localización donde se indique lo anteriormente descrito, destacando el área en estudio con un color que permita distinguir a primera vista su posición. También se incluirán algunos otros datos que se consideren de interés, como por ejemplo si se trata de un terraplén, sección en corte de cajón o balcón, etc.



b) *Antecedentes de construcción y proyecto*

Se refiere a la fecha de construcción de la autopista. Se indicará si se efectuó por etapas, mencionando las fechas de éstas. En caso de haberse efectuado ampliaciones posteriores (modificaciones al proyecto original), se mencionará en forma breve en qué consistieron los trabajos, indicando sus fechas aproximadas.

c) *Geometría de la zona con levantamiento topográfico*

Se efectuará un levantamiento topográfico, abarcando el área necesaria para definir el problema de falla. El levantamiento incluirá curvas de nivel a cada 1 m., secciones transversales y longitudinales por lo menos a cada 20 m. Esta información se presentará en una escala adecuada, de tal forma que permita obtener datos de detalle para su posterior análisis.

4. CONDICIONES DE DRENAJE Y SUBDRENAJE

Describir las condiciones que presenta **EL** drenaje superficial, el subdrenaje y las obras complementarias de drenaje, mencionando la influencia que pudiera tener en la inestabilidad del área en estudio.

5. ESTUDIO GEOLOGICO REGIONAL

Se definirán los contactos geológicos que existan en la zona circunvecina al área estudiada, describiendo los tipos de roca, su fracturamiento y grado de intemperismo. También se incluirá la descripción morfológica regional. Finalmente, se anexará un plano



geológico de la región, a escala 1:10000 ó la que se considere apropiada.

6. ESTUDIO GEOLOGICO DE DETALLE

Se efectuará con la finalidad de conocer el comportamiento mecánico de masas rocosas o suelos, presentando la información siguiente: tipo de roca, incluyendo fracturamiento y alteración; discontinuidades; rumbos y echados de las capas; espesores; estructuras geológicas (batolitos, plegamientos, etc.). Esta información se entregará en diagramas estereográficos. Si se trata de suelos, mencionar su clasificación conforme al SUCS, describiendo algunas otras características de interés. Se presentará un plano con la geología de detalle; la escala puede ser 1:2000.

7. ESTUDIO GEOFISICO

Se realizará la exploración con los métodos eléctrico y sísmico. En el primero se deberá utilizar el arreglo electródico tipo Schlumberger, realizando sondeos a intervalos no mayores de 20 m longitudinalmente y de 5 m transversalmente. Se deberá abarcar toda el área inestable, así como la requerida para determinar el problema, investigando hasta una profundidad mínima de 1.5 veces la altura de la falla en estudio. En la exploración sísmica, los tendidos se efectuarán paralelos al eje longitudinal del área estudiada, con separación máxima de 5 m entre tendido, abarcando toda el área inestable y la requerida para determinar el problema, hasta una profundidad de 1.5 veces la altura de la falla estudiada.



Los resultados se integrarán en uno solo, mostrándolos en planos a una escala adecuada que permita observar el corte geoelectrico y geosismico. Se incluirá la memoria de cálculo, con los análisis y las consideraciones hechas.

8. EXPLORACION DIRECTA CON MUESTREO APROPIADO

Se efectuará con la finalidad de obtener las características de los materiales que constituyen el área inestable, así como para la obtención de muestras representativas. Se realizará exploración con tubo Shelby, penetración estándar y rotación, dependiendo del tipo de materiales. Se realizarán por lo menos dos sondeos a lo largo del eje del camino y tres más sobre el eje de la falla, localizados adecuadamente según sea el problema en estudio. Los sondeos se llevarán hasta la profundidad que permita conocer convenientemente el terreno natural y cruzar la superficie probable de falla. Las muestras recuperadas se analizarán en el laboratorio con los ensayos necesarios para determinar sus parámetros de resistencia y deformabilidad. Cuando el terreno natural esté formado por rocas, se extraerán muestras con brocas de diamantes de diámetro N; también convendrá realizar pozos a cielo abierto en los lugares adecuados para obtener muestras cúbicas.



9. ENSAYES DE LABORATORIO PARA OBTENER LOS PARAMETROS DE RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD DE LOS MATERIALES

Las muestras producto de la exploración directa se ensayarán en el laboratorio para determinar su resistencia al corte y su deformabilidad. Esto se hará mediante pruebas triaxiales, de corte directo o alguna otra que se considere necesaria, de tal forma que se obtengan los parámetros ángulo de fricción (ϕ) y cohesión (c). Los resultados se presentarán en formatos adecuados, y se dibujarán perfiles estratigráficos a la escala conveniente. También se anexarán las gráficas que resulten de los ensayos de laboratorio realizados, por ejemplo curvas de consolidación, curvas esfuerzo-deformación, etc. En cada caso se especificarán las consideraciones de carga hechas u otras de interés.

10. INSTRUMENTACION

Con la finalidad de dar seguimiento al comportamiento del área inestable, se observará su evolución en el tiempo, en periodos convenientes, midiendo con el equipo más apropiado, como pueden ser controles topográficos superficiales, inclinómetro, piezómetro u otro tipo de instrumento. Los informes deberán presentarse en formatos adecuados para su interpretación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



11. ANALISIS DE INFORMACION

Se efectuará un análisis de toda la información anteriormente obtenida para determinar las causas de la falla, realizando los cálculos de estabilidad que se consideren necesarios. Se indicarán las hipótesis y consideraciones formuladas para ello.

12. INFORME FOTOGRAFICO

Se presentarán fotografías de los puntos que resulten de interés en la zona estudiada.

13. CONCLUSIONES

Con base en toda la información de campo y los análisis efectuados, se mencionarán los conceptos que involucran al problema de la inestabilidad.

14. RECOMENDACIONES, INCLUYENDO PROYECTO EJECUTIVO DE LAS OPCIONES PROPUESTAS

Se darán por lo menos dos opciones de solución al problema de inestabilidad, definiendo claramente los trabajos a realizar, el equipo necesario y los procedimientos de construcción así como el proyecto ejecutivo general para la corrección del problema.



15. SEGUIMIENTO DE LA ALTERNATIVA ADOPTADA

Se elaborará el programa de seguimiento y su realización en los periodos que se consideren oportunos para verificar la bondad de la solución adoptada y realizar los ajustes pertinentes.



El estudio de evaluación de un puente deberá contener los siguientes conceptos:

1. DATOS GENERALES

Nombre:

Ubicación:

Km

Origen

Tramo

Autopista

Año de construcción:

2. DESCRIPCION

Dimensiones:

Longitud

Ancho

Alto

Número y longitud de claros

Tipo de:

Superestructura

Subestructura



Cimentación

Apoyos

Juntas

Alineamiento:

Horizontal

Vertical

Esviajamiento

Estos datos deberán complementarse con un plano general del proyecto.

3. EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO HIDRAULICO

- Reportes sobre crecientes: niveles máximos alcanzados por el agua
- Evidencias de daños en el cauce, las márgenes y terraplenes de acceso
- Evidencia de socavación en la subestructura; cuando existan problemas de comportamiento hidráulico, se procederá según lo indicado en el **Anexo 8**

4. EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO VIAL.

- Aforos
- Capacidad vial del tramo



- Evidencias de golpes a elementos estructurales y a dispositivos de seguridad (defensas y parapetos)

5. EVALUACION DEL ESTADO FISICO

- Levantamiento de daños físicos en superestructura y subestructura, describiendo naturaleza, extensión y ubicación de cada daño

6. EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

- Observaciones sobre el comportamiento de la estructura al paso de cargas pesadas (vibraciones y flechas)
- Cálculos gruesos sobre la capacidad estructural de los elementos principales
- Cuando se tengan problemas de cimentación, se revisará la información existente y se complementará con los estudios que procedan

7. REPORTE FOTOGRAFICO

En apoyo de los puntos anteriores, se presentarán fotos ilustrativas suficientes

8. EVALUACION PRELIMINAR

En función de las observaciones practicadas, se clasificará al puente en cualquiera de las tres categorías siguientes:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



- | | |
|---|-----------------------------------|
| A | Requiere atención urgente |
| B | Requiere atención a mediano plazo |
| C | Requiere atención rutinaria |

Deberán indicarse las razones que apoyen la clasificación adoptada. Se informarán, además, las medidas de emergencia que se estimen necesarias.

9. RECOMENDACIONES PARA UNA EVALUACION MAS DETALLADA

En caso de que se juzgue necesaria una evaluación más detallada, se darán recomendaciones para ella, incluyendo:

- Objetivo
- Equipos necesarios para el acceso
- Equipos necesarios para la prospección
- Sitios de interés
- Muestras por obtener

10. RECOMENDACIONES PRELIMINARES PARA LA REHABILITACION

En caso de que el puente deba ser objeto de obras de rehabilitación, se definirán varias opciones posibles para ella, únicamente a nivel



ANEXO 10
ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE PUENTES
TERMINOS DE REFERENCIA

conceptual, y se indicarán los estudios requeridos para la elaboración del proyecto detallado de rehabilitación.

NOTA: Para ejecutar esta evaluación puede utilizarse la "Guía para la inspección de puentes y pasos a desnivel" de la Dirección General de Servicios Técnicos, SCT".



ESTUDIO PARA LA evaluación de la señalización

El objetivo **DEL ESTUDIO** es **DEFINIR LOS REQUERIMIENTOS PARA** que la autopista **CUENTE CON EL SEÑALAMIENTO ADECUADO**. Para ello se deberán observar los siguientes aspectos:

1. Localización de tramos con señalamiento **HORIZONTAL Y VERTICAL** faltante, ubicándolo por kilometraje y tipo de señal faltante.
2. Localización de tramos con señalamiento **HORIZONTAL Y VERTICAL** deficiente en ubicación, ubicándolo en su kilometraje actual y el de la ubicación propuesta.
3. Indicar los tramos donde el señalamiento **HORIZONTAL Y VERTICAL** no sea el adecuado y cause confusión. Proponer **EL SEÑALAMIENTO ADECUADO, UBICÁNDOLO** en su kilometraje.
4. Indicar los tramos donde el señalamiento **HORIZONTAL Y VERTICAL** no **CUMPLA CON LO INDICADO EN** las normas de la Secretaría, **EN CUANTO A** las formas, dimensiones, logotipos, **COLORES,** etc. **PROPONRIENDO EL SEÑALAMIENTO ADECUADO** y su ubicación en kilometraje.



1. Realizar inspecciones diariamente en la autopista, para detectar problemas y corregirlos en:
 - Cercado e invasión del derecho de vía
 - Retiro de derrumbes, basura y limpieza de la superficie de rodamiento
 - Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten
 - Destrozos en jardinería

2. Realizar inspecciones semanales o cuando se requiera en la autopista; si fuera necesario, también pueden ser de acción inmediata para detectar problemas y corregirlos en:
 - Defensas y señales de tipo normal
 - Obras de drenaje
 - Obras complementarias de drenaje
 - Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento
 - Colocación de propaganda no autorizada
 - Limpieza de cunetas y derecho de vía
 - Daños en la autopista por accidentes



ANEXO 12
CONCEPTOS POR CONSIDERAR
EN EL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN RUTINARIA

- Alumbrado
- Contracunetas y subdrenajes
- Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje
- Deslave en terraplenes
- Fallas locales de cortes
- Muros de contención
- Postes y fantasmas
- Control de la altura de la maleza, donde se requiera
- Terraplenes de acceso a estructuras, principalmente en el área de juntas
- Apoyos y juntas en estructuras
- Pintura en general

NOTA: Cualquier concepto o problema no incluido en esta relación deberá ser considerado.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



1. Inventario físico de la geometría de la autopista.
2. Inventario físico de los predios que constituyen el derecho de vía en toda la longitud de la autopista o puente.
3. Inventario físico de las obras de drenaje transversal, longitudinal y obras complementarias.
4. Inventario físico de los espesores reales de las secciones estructurales de la autopista.
5. Inventario físico del señalamiento.
6. Inventario físico del alumbrado, en su caso.
7. Inventario físico de bancos de materiales para rehabilitación.
8. Inventario de intersecciones, salidas, entradas, retornos, etc.
9. Inventario de bienes muebles e inmuebles.
10. Inventario de gasolineras, restaurantes, paradores y servicios en general.
11. Inventario de casetas y estaciones de radio-comunicación.
12. Inventario de los equipos y maquinaria de conservación.
13. Inventario de cualquier otro elemento especial o de interés.



**ANEXO 13
INVENTARIOS POR CONSIDERAR
EN EL PROGRAMA DE ADMINISTRACION**

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Año de construcción: _____ Nombre del Constructor _____
 Volumen de tráfico (TDPA) _____ Tipo de administración _____
 1.- Cuota _____ 2.- Libre _____
 CARGA DE DISEÑO _____

1. - H-10 2. - H-15 3. - HS-10 4. - HS-15
 5. - HS-20 6. - T3-S3 7. - T3-S2-R4 8. - Otro

HISTORIAL DE REPARACIONES

Año	Constructor	Tipo de Reparación	Responsable de la estructura
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Tipo de reparación

1. - Reconstrucción
2. - Reforzamiento
3. - Modernización
4. - Ampliación
5. - Otro

Responsable de la Estructura

1. - Constructora
2. - Empresa privada
3. - Gobierno Federal
4. - Gobierno Estatal
5. - Otro

DATOS GEOMETRICOS

Longitud Total _____ m Número de claros _____
 Longitud del claro _____ m Ancho de calzada _____ m
 Longitud máxima _____ m
 Ancho camellones y/o banquetas _____ M Ancho total de la superestructura _____ m
 Angulo de esviaje _____ grados
 Ancho del camino en el acceso: Entrada _____ m Salida _____ m
 Ancho de los acotamientos: Derecho _____ m izquierdo _____ m
 Ancho faja separadora si existe: _____ - _____ m



ANEXO 13
INVENTARIOS POR CONSIDERAR
EN EL PROGRAMA DE ADMINISTRACION

Trazo Geométrico _____

Planta

1. Tangente
2. Curva der.
3. Curva izq.

Elevación _____

1. Plano (nivel)
2. Pendiente (+)
3. Pendiente (-)
4. Curva en cresta
5. Curva en columpio

Espacio libre vertical
mínimo _____

M

Espacio libre
Horizontal _____

m

Superficie de rodamiento _____

1. Concreto
asfáltico

2. Concreto

3. Otro (especificar)

DATOS ESTRUCTURALES

Tipo de
Estructuración _____

1. Simplemente Apoyado sección transversal constante
2. Estructura Continua sección transversal constante
3. Viga Gerber sección transversal constante
4. Marco sección transversal constante
5. Cajones cerrados.
6. Colgante
7. Atirantado
8. Arco
9. Otro (especificar)
10. Simplemente Apoyado sección variable
11. Estructura Continua sección transversal variable
12. Viga Gerber sección transversal variable
13. Marco sección transversal variable

Tipo de Superestructura _____

Material del Tablero

Material de los elementos

portantes _____

1. Losa maciza
2. Losa aligerada
3. Losa s /vigas
4. Losa s /armadura espacial
5. Losa s / trabes cajón
6. Armadura Paso Inferior
7. Armadura Paso Superior
8. Armadura Paso a Través
9. Arco Superior
10. Arco Inferior, tipo abierto
11. Arco Inferior, tipo cerrado
12. Colgante
13. Atirantado
14. Arco
15. Otro (Especificar)

1. Concreto Reforzado
2. Concreto Presforzado
3. Acero soldado
4. Otro (Especificar)

1. Concreto Reforzado
2. Concreto Presforzado
3. Acero Remachado
4. Acero Soldado
5. Acero Laminado
6. Otro (Especificar).



ANEXO 13
INVENTARIOS POR CONSIDERAR
EN EL PROGRAMA DE ADMINISTRACION

Número de vigas ó
cajones

Tipo de Sistema de
Piso

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| 1. - Losa de concreto reforzado | 5. - Ortotrópico |
| 2. - Losa de concreto Presforzado | 6. - Rejilla |
| 3. - Placas de Acero | 7. - Otro (Especificar) |

ESTRIBOS EXTREMOS:

Tipo	Material del Cuerpo	Material de la Corona
1. - Estribos con aleros integrados	1. - Mampostería	1. - Mampostería
2. - Estribos con aleros separados	2. - Concreto ciclópeo	2. - Concreto simple
3. - Estribos enterrados	3. - Concreto simple	3. - Concreto reforzado
4. - Estribos enterrados (en "U")	4. - Concreto reforzado	4. - Otro (especificar)
5. - Caballete de columnas o pilotes con cabezal	5. - Otro (especificar)	
6. - Caballete		
7. - Otro (especificar)		

CIMENTACION DE LOS ESTRIBOS EXTREMOS:

Tipo	Material
1. - Zapatas corridas	1. - Mampostería
2. - Zapatas sobre Pilotes	2. - Concreto ciclópeo
3. - Pilas coladas en el lugar	3. - Concreto simple
4. - Otro (especificar)	4. - Concreto reforzado
	5. - Otro (especificar)

PILAS INTERMEDIAS:

Tipo	Material del Cuerpo	Material de la Corona
1. - Pilas de cimentación	1. - Mampostería	1. - Mampostería
2. - Pilas de gravedad	2. - Concreto ciclópeo	2. - Concreto simple
3. - Pilas a base de pilotes	3. - Concreto simple	3. - Concreto reforzado
4. - Caballete	4. - Concreto reforzado	4. - Otro (especificar)
5. - Caballete de Cabezal con columna	5. - Otro (especificar)	
6. - Otro (especificar)		

CIMENTACION DE PILAS INTERMEDIAS:

Tipo	Materia	CARGA DISEÑO	DE
1. - Zapatas corridas	1. - Mampostería		
2. - Zapatas sobre Pilotes	2. - Concreto ciclópeo		
3. - Pilas coladas en el lugar	3. - Concreto simple		
4. - Otro (especificar)	4. - Concreto reforzado		
	5. - Otro (especificar)		



**ANEXO 13
INVENTARIOS POR CONSIDERAR
EN EL PROGRAMA DE ADMINISTRACION**

DISPOSITIVOS DE APOYO:

Tipo de Apoyo
Móvil _____

Tipo de Apoyo
Fijo _____

- 1. - Mecedora de Concreto
- 2. - Mecedora de Acero
- 3. - Rodillos Metálicos
- 4. - Placas de Neopreno

- 5. - Neopreno Integral
- 6. - Neopreno Acero Teflón
- 7. - Placas de acero
- 8. - Otro (especificar)

- 1. - Acero
- 2. - Plomo
- 3. - Neopreno
- 4. - Neopreno Integral
- 5. - Otro (especificar)

JUNTAS DE DILATACION _____

- 1. - Compriband ó cartón asfaltado (Especificar)
- 2. - Elastómero tipo Sikaflex
- 3. - Asfalto
- 4. - Bloque de Neopreno

- 5. - Acero con sello fijo de neopreno
- 6. - Acero con sello de neopreno comprimido
- 7. - Dentada de acero
- 8. - Ángulos o placas de acero

9. - Otro

PARAPETOS _____

- 1. - Concreto reforzado
- 2. - Concreto con pasamanos de acero
- 3. - Viga de concreto sobre pilastras de concreto
- 4. - Viga de acero sobre pilastras de acero

- 5. - Defensa Metálica en pilastras de concreto
- 6. - Defensa Metálica en postes de acero
- 7. - Aluminio
- 8. - Otro (especificar)

EQUIPAMIENTO (señalamiento, alumbrado, subestaciones,)

Describir :

DESCRIPCION GENERAL DEL PUENTE:

ANEXAR CROQUIS EN PLANTA, ELEVACION, Y REPORTE FOTOGRAFICO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



A continuación se relacionan los formatos que han sido diseñados para el seguimiento y control de avances físicos y de costos de los programas de Post-construcción y Conservación.

Para el caso de autopistas, la Administración Responsable deberá elaborar un formato por cada programa y por cada tramo que la integren.

Para el caso de puentes, se elaborará un formato por cada programa o de acuerdo a como el propio formato lo indique.

Formato 14.1.- Requerimientos.

En este formato deberán asentarse los elementos de la autopista que presenten problemas, indicando la causa probable de los mismos y, las propuestas de solución y de estudios que se consideren conveniente realizar. Se utilizará un formato por cada problema.

Formato 14.2.- Programa de avance de estudios.

Cuando se requieran estudios para dar solución a los problemas mayores, se deberán reportar, en este formato, los avances de los mismos; indicando para tal efecto, la localización donde se efectuará el estudio, el consultor que lo ejecutará, la descripción, sus avances programados y reales, costos y, en su caso, las observaciones que se consideren pertinentes.



Formato 14.3 (a).- Programa y avance de obras.

En este formato, los conceptos a ejecutar y en proceso de cada uno de los programas se llevarán a un control de barras en donde mensualmente se reportarán: la descripción, cantidad, unidad, y los avances físicos, programados y reales, de cada una de las actividades tanto gráfica como numéricamente, para cada corte mensual. El valor numérico del avance se consignará en la parte final de la barra correspondiente.

Formato 14.3 (b).- Gráfica de programa y avance de obras

En este formato se deberán graficar: la calendarización porcentual mensual de los trabajos programados y el porcentaje mensual los avances reales obtenidos.

Formato 14.4.- Programa quinquenal de conservación preventiva y correctiva

En este formato se registrarán las actividades a desarrollar, dentro del programa de conservación preventiva y correctiva, durante cinco años a partir del que se reporta, indicando: el elemento de la autopista, el concepto, y en forma de barras, los meses calendario en que se desarrollarán las actividades.



Formato 14.5.- Relación de Costos por Programa.

En este formato se deberán registrar todos los conceptos que intervienen en cada uno de los programas (Post-construcción, Conservación o Ampliaciones), indicando: el elemento, la descripción del concepto, la cantidad, unidad, precio unitario e importe; anexando la matriz correspondiente al cálculo del precio.

Formato 14.6.- Lista de precios unitarios.

En este formato se deberán relacionar todos los conceptos que intervengan en las diferentes actividades y etapas de los programas (Post-construcción, Conservación y Ampliaciones), indicando: la clave con que se identifique la actividad, la descripción de la actividad, la unidad de medición del concepto correspondiente y el precio unitario.

Formato 14.7.- Análisis de precios unitarios.

En este formato se integrará el precio unitario de cada concepto de los programas de Postconstrucción, Conservación y Ampliaciones. Se consignarán: la clave, unidad, cantidad, precio unitario e importe de materiales, mano de obra y del equipo y maquinaria. Se indicarán los porcentajes de gastos indirectos y de la utilidad, según proceda. Se utilizará un formato para cada concepto.



Formato 14.8.- Lista de insumos.

En este formato se registrarán todos los insumos utilizados en las labores de conservación, indicando la clave con que se tenga relacionado el insumo, la descripción del mismo, la unidad y el precio unitario.

Formato 14.9.- Relación de salarios integrados y cuadrillas de mano de obra.

En este formato se reportarán las diferentes categorías del personal así como la integración de las cuadrillas de trabajo, indicando en ambos casos la clave, unidad y salario real.

Formato 14.10.- Lista de costos horarios de equipo y maquinaria.

REQUERIMIENTOS

PROGRAMA: _____

FECHA DE ELABORACION: ____/____/____

AUTOPISTA: _____

TRAMO: _____ LONGITUD (Km.): _____

ADMINISTRADOR RESPONSABLE: _____

ELEMENTO CON PROBLEMA: _____

UBICACION: _____

DESCRIPCION DEL PROBLEMA: _____

CAUSAS PROBABLES DEL PROBLEMA: _____

PROPUESTA DE SOLUCION DEL PROBLEMA:
 (PROBLEMAS MENORES, ANEXAR PROGRAMA DE EJECUCION)

PROPUESTA DE ESTUDIOS A REALIZAR:
 (PROBLEMAS MAYORES)

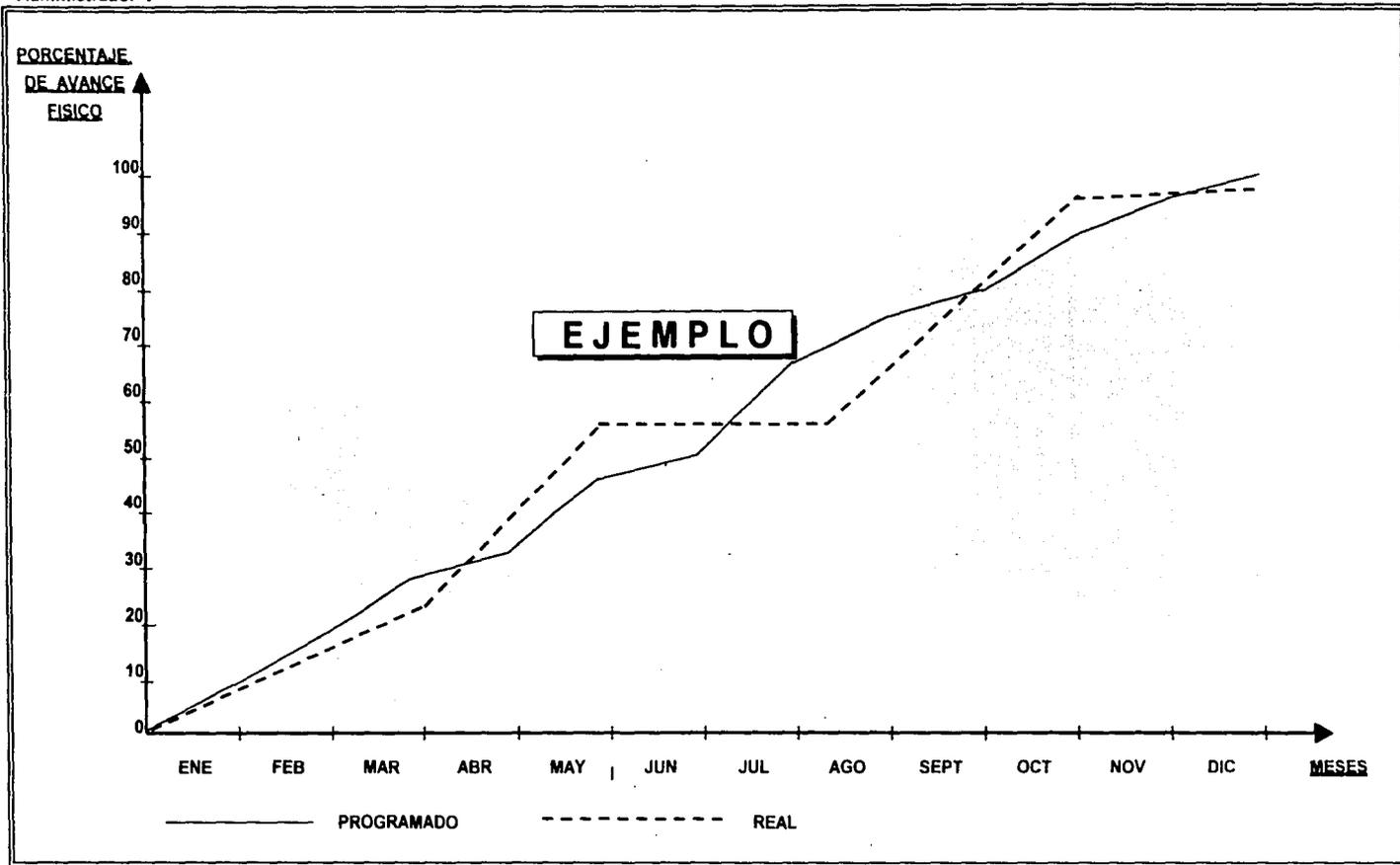
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

GRAFICA DE PROGRAMA Y AVANCE DE OBRAS

Autopista :
 Tramo :
 Administrador :

PROGRAMA: _____

FECHA DE ELABORACION: ____/____/____



RELACION DE COSTOS POR PROGRAMA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Autopista :
 Tramo :
 Longitud :
 Administrador :

PROGRAMA: _____

FECHA DE ELABORACION: ____/____/____

ELEMENTO	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	IMPORTE (\$)

NOTA: La información se considerará agrupada de acuerdo a los siguientes elementos:
 Pavimentos, Cortes, Terraplenes, Drenaje, Señalamiento y otros.

Total \$:	
Costo Prom / km :	

LISTA DE PRECIOS UNITARIOS

Autopista :
 Tramo :
 Administrador :

FECHA DE ELABORACION ____/____/____

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)

HOJA: ____ de ____

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Autopista :
 Tramo :
 Administrador :
 Concepto :

FECHA DE ELABORACION / /

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO (\$)	IMPORTE (\$)
-------	-------------	--------	----------	-------------	--------------

MATERIALES :

SUBTOTAL DE MATERIALES :					

MANO DE OBRA :

SUBTOTAL DE MANO DE OBRA :					

EQUIPO Y MAQUINARIA :

SUBTOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA :					

COSTO DIRECTO = _____

INDIRECTOS	%	_____
UTILIDAD	%	_____

PRECIO UNITARIO = _____

HOJA: _____ de _____

**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**

LISTA DE INSUMOS

Autopista :
 Tramo :
 Administrador :

FECHA DE ELABORACION ____/____/____

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)

HOJA: ____ de ____

**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**

**RELACION DE SALARIOS INTEGRADOS Y
CUADRILLAS DE MANO DE OBRA**

Autopista :
Tramo :
Administrador :

FECHA DE ELABORACION ___/___/___

CLAVE	CATEGORIA/CUADRILLA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)

HOJA: ___ de ___

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**LISTA DE COSTOS HORARIOS
DE EQUIPO Y MAQUINARIA**

Autopista :
Tramo :
Administrador :

FECHA DE ELABORACION ___/___/___

CLAVE	EQUIPO/MAQUINARIA	COSTO HORA/MAQUINA (\$)	
		ACTIVA	INACTIVA

HOJA: ___ de ___

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



ANEXO 15
DISPOSICIONES DE SEGURIDAD PARA OBRAS EN
AUTOPISTAS Y PUENTES EN OPERACION

Estas disposiciones son para aplicarse a obras realizadas tanto por la Administración Responsable y/o sus contratistas, como por terceras personas, físicas o morales, que ejecuten obras dentro del derecho de vía, con las autorizaciones de la SCT.

Por “terceras personas” se entenderán aquellas que no teniendo relación directa con la autopista o puente de cuota, han sido autorizadas por la SCT para utilizar el derecho de vía con obras de su propio interés.

- Se extremarán las medidas de seguridad necesarias para la protección de los usuarios.
- Antes de realizar trabajos de estabilización de taludes, o cualquier otro que pueda presentar un riesgo a los usuarios de la autopista o puente, se estudiarán detalladamente los procedimientos de construcción considerando todas las medidas de seguridad necesarias, tanto para el tránsito usuario de la autopista o puente, como del personal de la obra y en su caso los vecinos a la misma.
- Se garantizará la adecuada retención de los materiales producto de los abatimientos de taludes. Para lograr lo anterior podrán construirse muros secos envueltos con malla electro soldada; malla ciclónica; gaviones comerciales; barreras metálicas ancladas al pie del talud u otras soluciones con la geometría necesaria para garantizar la retención de los materiales producto de los trabajos realizados.
- Antes de iniciar trabajos se instalará señalamiento intensivo para día y noche (luminoso, estático y dinámico), según proceda, con el fin de evitar accidentes en el tramo de la obra.



ANEXO 15
DISPOSICIONES DE SEGURIDAD PARA OBRAS EN
AUTOPISTAS Y PUENTES EN OPERACION

- Para la fragmentación de rocas se utilizará equipo hidráulico y se evitara el uso de explosivos. En casos excepcionales y si las condiciones topográficas del lugar no permiten el fácil acceso del equipo se considerará el uso de explosivos. La Administración Responsable se responsabilizará de los mismos, considerando las protecciones correspondientes, a fin de evitar la dispersión de fragmentos de roca en la superficie de rodamiento que pudieran provocar accidentes a los usuarios.
- Cuando se efectúen trabajos de recubrimiento de taludes a base de concreto lanzado, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:
 1. Evitar interrupciones del tránsito.
 2. Evitar salpicaduras a los vehículos de los usuarios de la autopista.
 3. Evitar que el equipo obstaculice acotamientos y obras del drenaje cuando se halle inactivo.
- En el caso de que la Administración Responsable ó “terceras personas” que ejecuten trabajos de conservación u obras dentro del derecho de vía, hagan caso omiso de las disposiciones de seguridad se harán acreedores a las siguientes sanciones.
 - a) En caso de no cumplir con algunas de las disposiciones, la sanción será equivalente a 500 salarios mínimos.
 - b) En caso de que el incumplimiento genere accidentes, se sancionará con el equivalente a 1000 salarios mínimos, además de exigírsele cubrir los gastos a los usuarios por daños corporales así como los ocasionados a sus vehículos.
 - c) El salario considerado será el mínimo diario para el DF.



Estas Normas no se incluyen en ninguno de los archivos por ser material con derechos reservados, por lo que solo se encontraran impresas en el **“anual de Sistemas de Seguimiento de los Programas de Conservación en Autopistas y Puentes de Cuota”** de la SCT.

Asimismo se sugiere que para el debido seguimiento de los diferentes programas se consulten los siguientes manuales:

- **Manual para el Aprovechamiento del Derecho de Vía.**
- **Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras.**
- **Manual de diseño Geométrico de Carreteras.**
- **Normas de Construcción de Carreteras.**



La inversión en infraestructura es importante para incrementar la productividad y competitividad de nuestra economía y no puede posponerse por mucho tiempo. No se puede obtener una productividad de primer mundo con una infraestructura del tercer mundo.

No debemos preguntarnos que se requiere primero, si el crecimiento del desarrollo económico o la construcción de infraestructura ya que están íntimamente relacionados. La infraestructura toma tiempo en planearse e implementarse y no puede esperar hasta que la situación económica del país mejore.

Una buena inversión en infraestructura bien planeada y dimensionada se traduce en desarrollo económico, así por ejemplo, los países de la cuenca del pacífico consideran que un 25% de la inversión en infraestructura se recupera en tan solo el primer año de operaciones.

La habilidad de nuestro país para insertarse con éxito en la economía globalizada depende de contar con una buena infraestructura. Un sistema de transporte rápido, confiable y barato reduce costos y dilaciones y se constituye en una ventaja competitiva.

Es por ello que debemos prestar especial atención a la eficiencia de operación de los sistemas intermodales, carreteros, ferrocarrileros; marítimos y aéreos. Una interconexión sin tropiezos y eficiente entre ellos es fundamental.



En años recientes se ha hecho patente la insuficiencia de las inversiones destinadas a la modernización y ampliación de nuestra red carretera que está experimentando un creciente deterioro, dado que la mayor parte del flujo terrestre de pasajeros y carga circula por la red carretera que existe.

De los 7,217 km² pendientes a modernizar dentro de los 10 ejes troncales, hay alrededor de 3000 km² que deben atenderse en forma prioritaria dado el servicio actual que prestan y el previsible incremento de su utilización en corto plazo.

Los próximos años requerirán la incorporación de 55,000 km de nuevas carreteras, destacando 12,000 km² de autopistas de altas especificaciones. Sabemos que la infraestructura constituye un gran catalizador de las acciones de la sociedad y de las instituciones de la iniciativa privada. Las condiciones actuales de nuestro país demandan la participación activa de la sociedad, de las instituciones de la iniciativa privada y del gobierno en la planeación de las obras de infraestructura. La experiencia nos ha enseñado que la omisión en la participación de alguna de las partes sólo se traduce en infraestructura ineficiente costosa e incompleta y desapegada a las condiciones reales del mercado.

Así pues el mantenimiento en la construcción es importante no solo porque por la falta de este tenemos un rápido deterioro de nuestras obras de infraestructura y porque se pierden inversiones cuantiosas, sino porque también se incrementan los costos de operación; y además, porque los recursos naturales se agotan.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Los responsables de la gestión de una red vial están siempre confrontados a apremios presupuestarios que no permiten realizar todas las operaciones de mantenimiento deseadas ni todas las alternativas técnicas para resolver los problemas de degradación. Están todos los años confrontados a una selección de prioridades. La importancia de la red y las soluciones múltiples que se pueden aplicar hacen de la planificación y de la programación de las obras un problema casi insoluble sin la ayuda de una herramienta informática potente.

En México no existe aún modelos de simulación de degradación de pavimento y por supuesto no existen bancos de datos completos. Se debe evitar utilizar modelos adaptados procedentes de otros países pues no corresponden a la situación de la red mexicana dónde las deterioraciones de pavimento representan solamente 20% del problema. Tampoco se deben utilizar modelos de cálculos de costos de operación de los vehículos procedentes de otros países o de organismos internacionales puesto que estos sistemas no corresponden de ninguna manera a la realidad mexicana.

Se necesita de capacitación ya que esta constituye un compromiso que comparten los trabajadores y las autoridades.

El mantenimiento constituye un elemento que vincula al servidor público con los objetivos, políticas y programas del Gobierno Federal, de sus Dependencias y Sectores.



Para mejorar el área de Conservación y Mantenimiento se necesita desarrollar títulos de áreas, cursos que deben o debieran ser impartidos por expertos Nacionales e Internacionales, además de la creación de seminarios, conferencias, congresos y cursos abiertos.

Además requerimos de una Ley de Obras Publicas que sea más promotora de la construcción de infraestructura que fiscalizadora. Que promueva explícitamente la calidad creciente de los proyectos y de las obras, optimizando tiempo y costo. Que constituya un verdadero instrumento de fomento a la incorporación de la mejor tecnología, la capacitación y la productividad de los ingenieros mexicanos y sus trabajadores. Que promueva la integración de modernos equipos de construcción y mejores medios de comunicación.

Necesitamos de una Ley que desaliente la incorporación de aspectos burocráticos meramente de control, que sólo consumen tiempo y esfuerzo y que no contribuyen en nada a disminuir el costo país, ni a mejorar la calidad ni el costo de las obras.

La Ley de Obras Públicas debería priorizar el control por proyecto, desde su concepción hasta su puesta en marcha que enfatice mantener el costo beneficio planeado, a lo largo de la vida útil del proyecto y no únicamente el control por contrato y presupuesto anual.



Por lo que se refiere al financiamiento la Ley debería enfocarse a la presupuestación y control por proyecto completo, en partidas multianuales, de tal manera que la ejecución de los proyectos sea continua y fluida, evitando costosísimas suspensiones. Adicionalmente debería ser posible transitar sin interrupción los periodos tran sexenales. Debería así mismo promover la participación de múltiples fuentes de financiamiento.



VIAS DE COMUNICACIÓN
ING. CARLOS CRESPO VILLAZ
ED. LIMUSA 3ª EDICIÓN
PAG. 1-3, 41, 42, 140-142, 146-148, 156, 185-189, 531-537

SISTEMAS DE SEGUIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE
CONSERVACIÓN EN AUTOPISTAS Y PUENTES DE CUOTA, SCT.
SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, MÉXICO, ENERO 1997.

CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO
SCT, SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS, 1998

MEMORIAS XX CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
"LA INGENIERÍA CIVIL Y SU COMPROMISO SOCIAL"
MÉXICO, 1999

www.capufe.gob.mx

www.andina.com

www.comercialamerica.com.mx