



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**EVALUACIÓN DEL TRAMO CARRETERO ACÁMBARO –ZINAPÉCUARO
DEL KM 15+000 AL 23+000 Y SU APLICACIÓN AL SISTEMA DE
ADMINISTRACIÓN PARA PAVIMENTOS EN MEXICO**

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

P.I.C. NORBERTO RADILLA SALAS

ASESOR:

M.I. JULIO ALEJANDRO CHAVEZ CARDENAS

MORELIA MICHOACAN

SEPTIEMBRE 2008



INDICE

INTRODUCCION.....	1
I.- ALCANCES Y OBJETIVOS	
1.- Antecedentes.....	3
2.- Objetivo del estudio.....	4
3.-Metodologia empleada.....	4
3.1.- Caracterización geométrica de la red de carreteras	
3.2.- Inventario de los pavimentos existentes	
3.3.- Determinación de la demanda	
3.4.- Gestión de la información	
3.5.- Pronóstico, análisis y toma de decisiones	
3.6.- Operación del Plan y control	
4.- Ámbito de estudio.....	6
5.- Estructura del documento.....	6
II.- SISTEMA DE ADMINISTRACION PARA PAVIMENTOS.	
1.- Definición.....	8
2.- Elementos de un sistema de administración de pavimentos.....	8
3.- Descripción de los elementos de un sistema de administración Pavimentos.....	9
3.1.- Red de carreteras	
3.2.- Base de datos	
3.3.- Herramientas de análisis	
3.4.- Soporte o plataforma informática	
3.5.- Organismo operador.	
4.- Definición de red carretera.....	12
4.1.- Configuración de la red de carreteras	
5.- Inventario de la demanda vehicular.....	14
6.- Clima.....	16
7.- Inventario de pavimentos.....	20

8.- Estado de los pavimentos.....	20
.....8.1.- estudio de la regularidad superficial	
8.2.- Estudio de deflexiones con la viga Benkelman	
8.3.- Estudio de daños y deterioros	
8.4.-Estudio de adherencia	
8.5.- Estudio estructural por medio de pozos a cielo abierto	
8.6.-Sistema de evaluacion estructural de pavimentos flexibles	
8.7.- matriz de tareas de conservación.	
III.- EVALUACION DEL PAVIMENTO DEL TRAMO CARRETERO	
ACAMBARO- ZINAPECUARO DEL KM 15+000 AL 23+000.	
1.- Información requerida del tramo en estudio.....	29.
.2.-trabajos de campo y de laboratorio.....	32
2.1.- Levantamientos de deterioros	
2.2.- Medicion de anchos de carretera	
2.3.-Mediciones de deflexiones con la viga Benkelman..	
2.4.-Sondeos y pozos a cielo abierto	
2.5.- Muestreo y ensayos de laboratorios	
2.6.- análisis Transito	
IV.- APLICACIÓN DEL SISTEMA PARA ADMINISTRACION DE	
PAVIMENTOS AL TRAMO ES ESTUDIO.	
1.-antecedentes.....	94
2.-selección del sistema mexicano para la administración de	
Pavimentos.....	97
3.-aplicación del SIMAP.....	98
4.-bases conceptuales del SIMAP.....	99
5.- Lineamientos generales del SIMAP.....	103
6.- formatos de campo requerido por SIMAP.....	105
7.- Subsistemas del SIMAP.....	109
7.1.- DATOGEN	
7.2.-ISA	
7.3.-CAPES	
7.4.- INVEDET	
7.5.- CARGEOT	
7.6.-HISTOREP	
8.-Procedimientos del correcto funcionamiento del programa	
SIMAP.....	119
RECOMENDACIONES.....	128
CONCLUSIONES.....	130
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	133

I.- INTRODUCCION

Los recursos que un país ha invertido en la construcción de infraestructura han sido, a lo largo del tiempo, de tal magnitud que conviene reflexionar sobre la conservación de ese patrimonio que tanto costó. En muchos casos esta infraestructura ya reportó los beneficios esperados, pero sigue siendo un vector importante del desarrollo; en otros casos se encuentra en vías de lograrlo; lo cierto es que ambos casos deberán ser atendidos por actividades de conservación que prolonguen o mantengan su vida de servicio con calidad.

Para esto se requieren programas de inversión que distraen las asignaciones de los limitados recursos para promover la construcción de nuevas infraestructuras. Un país que está en vías de desarrollo, está en medio de un proceso en el que se encuentra con la disyuntiva de invertir para conservar y preservar lo existente o bien, destinar sus recursos para construir la infraestructura con miras a procurar otro nivel superior de desarrollo. El problema pudiera resolverse de forma inteligente, combinando los recursos existentes para buscar la efectividad y eficiencia de los planes de desarrollo. Sin embargo, esta intención encuentra otros intereses ajenos al objetivo primordial, y que influyen, con mucho peso, en la toma de decisiones sobre los programas de inversión. Estos intereses tienen que ver con los enfoques de los diferentes miembros de la sociedad, dentro de los cuales se encuentran los gobernantes, los políticos y los propios técnicos del sector. A un gobernante le interesa invertir a corto plazo construyendo más infraestructura, porque le da mayor rentabilidad ante la sociedad; un legislador, que en principio busca el bien de la sociedad como los demás, quiere imponer su propia forma de hacer las cosas por filosofía, principios o doctrinas de partido; los técnicos del sector prefieren construir y ser creadores de algo nuevo, que conservar lo existente; mientras que la sociedad espera ver resultados que se reflejen en una mayor calidad de vida. Este problema ha encontrado soluciones en muchos países mediante formas de trabajo que ayudan a la toma de decisiones con una filosofía de crecimiento sustentable y que al ser objetivas ayudarán al cambio de mentalidad por otras que convengan a todos, con miras a la mejor administración de los recursos y mejoramiento de la calidad de vida. Estas formas de trabajo se refieren al denominado “Sistema de Administración de Pavimentos”, que es estudiado y aplicado con buenos resultados.

EVALUACIÓN DEL TRAMO CARRETERO ACÁMBARO - ZINAPÉCUARO DEL KM 15+000 AL 23+000 Y
SU APLICACIÓN AL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA PAVIMENTOS EN MÉXICO

CAPITULO I

ALCANCES Y OBJETIVOS

SEPTIEMBRE 2008

1.-ANTECEDENTES

Los Sistemas de Administración de Pavimentos son un conjunto de herramientas, cuyo objetivo principal es la racionalización de la inversión en la conservación de pavimentos para beneficio de la sociedad.

En nuestro país ha sido el Instituto Mexicano del Transporte quien ha desempeñado la función de ente que ha investigado, asesorado y promovido la implementación de estos Sistemas. Su labor en el área se inició en 1990 y se mantiene vigente con nuevas aportaciones y asesorías, tanto para la Administración Federal, como para la de cada uno de los Estados que lo solicitan.

El Sistema Mexicano para la Administración de los Pavimentos se puede definir como el conjunto de actividades relacionadas con los procesos de organización, coordinación y control que afecten la funcionalidad, economía y vida útil de los pavimentos y que permitan una utilización adecuada de los recursos humanos y presupuesta les disponibles.

2.-OBJETIVO DEL ESTUDIO

Realizar la evaluación del tramo carretero Acámbaro – Zinapécuaro y así a su vez poder Describir los resultados de la experiencia obtenida del desarrollo de la implementación del Sistema de Administración de Pavimentos, en la Red de Carreteras Pavimentadas, que sirva de consulta para ayudar y guiar a otros que aún no incursionan en esta filosofía de trabajo.

3.-METODOLOGÍA EMPLEADA

Para la implementación de un Sistema de Administración de Pavimentos, se decidió partir de la metodología y recomendaciones que fueron publicadas por el Instituto Mexicano del Transporte, y de otras recomendaciones de ellos mismos, no formalizadas. La idea es, que la metodología utilizada sea capaz de proporcionar un diagnóstico riguroso de la realidad, que permita la utilización de modelos físicos que predican el comportamiento de los pavimentos, teniendo como resultado de su aplicación, información sustentada para diseñar las acciones de conservación técnicamente apropiadas y que además cumpla con criterios de optimización económica que ayuden a la toma de decisiones sobre la opción más rentable para la sociedad. Bajo este esquema de trabajo la implementación del Sistema de Administración de Pavimentos se realizó bajo la metodología que se describe en los siguientes puntos.

3.1.- Caracterización geométrica de la red de carreteras

Consiste en la determinación de la configuración de la red de carreteras, nomenclatura de identificación, origen y destino, longitud, y en general su geometría.

3.2.- Inventario de los pavimentos existentes

Parte de la definición del tipo de pavimento y su estructura para cada carretera. Continúa con la determinación de la calidad de sus materiales, cuando es posible, del estado en que se encuentran y finaliza con la investigación sobre su historial.

3.3.- Determinación de la demanda

Es necesario conocer los esfuerzos a que serán sometidos los pavimentos bajo las cargas provocadas por el flujo vehicular. La determinación de los flujos vehiculares, clasificación, comportamiento anual, y tasas de crecimiento, son parte de la información requerida en para este aspecto.

3.4.- Gestión de la información

Toda la información originada en las etapas anteriores debe ser capturada, clasificada, organizada y estar fácilmente disponible para ser consultada y posteriormente utilizada. Para esto es necesario diseñar una base de datos que garantice estos fines. Con el objeto de referenciar la información de la red de carreteras con la geografía del ámbito de estudio, se recomienda la utilización de un sistema de referenciación basado en las coordenadas terrestres, obtenidas con un Sistema de Posicionamiento Global (que por sus siglas en inglés, Global Positioning System, se le denomina GPS). Obtenida la información de campo, es necesario visualizar y gestionar la información; para ello es preferible la utilización de un Sistema de Información Geográfica, esto, gracias al establecimiento de relaciones entre entidades geométricas y la información que caracteriza a esa entidad, por medio de la base de datos del propio Sistema de Información Geográfica (SIG).

3.5.- Pronóstico, análisis y toma de decisiones

En este apartado se concentran varias de las etapas de planeación necesarias para la toma de decisiones sobre las estrategias de conservación que reportan mayor rentabilidad para la sociedad, esto debido a que este trabajo se realiza con un programa informático. En este caso el programa se refiere al SIMAP Para la ayuda a la toma de decisiones, el modelo optimiza en función de indicadores socioeconómicos. El indicador de calidad utilizado como criterio de rechazo o aceptación es el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), de aquí la importancia de realizar una buena determinación de su valor en campo y del establecimiento del umbral de aceptación. Este mismo programa informático es capaz de priorizar las alternativas de conservación.

3.6.- Operación del Plan y control

Todo el trabajo anterior sería en vano si no se pone en operación y se materializan las acciones de acuerdo a los programas y presupuestos realizados en las etapas anteriores. Posteriormente se debe continuar con la recolección de datos sobre el comportamiento de las medidas de conservación realizadas. Los estudios a realizar son los referentes a la determinación del estado de los pavimentos, principalmente superficiales, en donde sobresale la rugosidad. Asimismo, es necesario determinar la demanda y otras variables que influyen en los modelos físicos y económicos de los sistemas de administración de pavimentos. Esto permitirá dar seguimiento a la efectividad de las acciones de conservación realizadas.

4.- ÁMBITO DEL ESTUDIO

Como se ha mencionado en la introducción de esta comunicación, se trata de la implementación de un Sistema de Administración de Pavimentos en el tramo de estudio en donde se pretende realizar una demostración de la resolución de la gestión de un tramo carretero aplicado a un programa referente al sistema en este caso se utilizara el SIMAP (sistema mexicano para administración de pavimentos)

5.-ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.

El desarrollo de este trabajo basa principalmente de 3 partes fundamentales en las que se divide el contenido, en una primera parte se comenta todo lo referente a lo que debe de comentar acerca de los sistemas de administración de pavimentos para conocimiento y documentación de la misma, en una segunda parte se hace la evaluación del tramo Acámbaro - Zinapécuaro con todo lo solicitado dentro de los sistemas de administración de pavimentos que se tratan dentro del capítulo referente a esta evaluación , y por ultimo en una tercera parte se determinara el uso de un software para la utilización de estos sistemas utilizando los datos obtenidos de la evaluación del tramo en estudio y haciendo sus respectivas observaciones y conclusiones.

EVALUACIÓN DEL TRAMO CARRETERO ACÁMBARO - ZINAPÉCUARO DEL KM 15+000 AL 23+000 Y
SU APLICACIÓN AL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA PAVIMENTOS EN MÉXICO

CAPITULO II

SISTEMAS DE ADIMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS EN MEXICO

SEPTIEMBRE 2008

II.- SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS

Básicamente se espera que un Sistema de Administración de Pavimentos, permita predecir el comportamiento estructural de los pavimentos, de tal manera que se puedan proponer las estrategias de conservación que garanticen en todo momento el buen estado de la red de carreteras, con la certeza de haber invertido óptimamente los recursos. En este capítulo se expondrán algunos conceptos básicos sobre Sistema de Administración de Pavimentos.

1.- DEFINICIÓN

Un Sistema de Administración de Pavimentos es un conjunto de elementos que interactúan entre sí de manera organizada para obtener como resultado una propuesta racional de inversión, que garantice la eficacia y eficiencia de la conservación de los pavimentos en beneficio de la sociedad.

2.- ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS

El primer elemento es la red de carreteras (objeto de estudio); como segundo está la base de datos que contiene al conjunto de características de la red y la demanda de la misma; la herramienta de análisis o programa informático es el tercer elemento; el soporte o plataforma informática y el organismo operador de las carreteras, constituyen el cuarto y quinto elemento, respectivamente, de un Sistema de Administración de Pavimentos. La figura muestra un esquema de los elementos de un Sistema de Administración de Pavimentos.

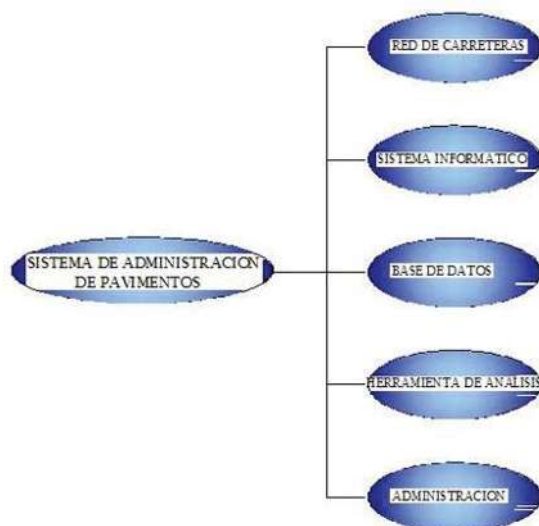


Figura 1 .- contenido de un sistema de administración de pavimentos

3.- DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS

3.1. Red de carreteras

La Red de carreteras pavimentadas constituye el objeto de estudio y debe estar referenciada rigurosamente.

3.2. Base de datos

La base de datos es el elemento más importante porque contiene toda la información relacionada con la oferta y la demanda de la infraestructura, histórica y actual. También contiene la memoria institucional referente a la construcción e indicadores de calidad, historial de medidas de conservación y sus respectivas evaluaciones del estado de los pavimentos. Para que los procesos de evaluación del SAP sean confiables, esta base de datos deberá ser diseñada y gestionada sistemáticamente para que cumpla con requisitos indispensables como: disponible, actualizable, coherente, oportuna, veraz y con garantías de respaldo de la información. En la figura se ilustra la información que alimenta a la base de datos.

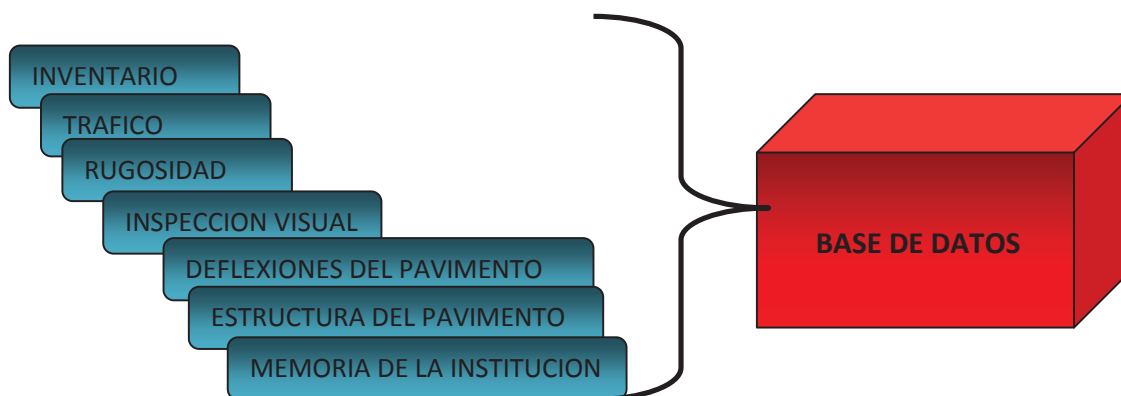


FIG.2.- CONTENIDO DE UNA BASE DE DATOS

3.3. Herramienta de análisis

Es el programa informático que, utilizando la información de la base de datos, es capaz de realizar la evaluación del comportamiento de los pavimentos, generar alternativas de conservación, modelar el comportamiento físico que tendrán cada una de las alternativas de conservación en escenarios futuros, realizar evaluación económica de las mismas y presentación de resultados conforme a los criterios previamente elegidos que faciliten la toma de decisiones. Los resultados son presentados por tramos o segmentos de carreteras, optimizados en base a la rentabilidad social. Utilizando estos resultados se puede obtener un listado de prioridades para la aplicación de programas presupuestales a largo, mediano y corto plazos. En la figura se presenta un diagrama de flujo que expone esquemáticamente las funciones que realiza una herramienta de análisis hasta la toma de decisiones y formulación de planes de apoyo.

3.4. Soporte o plataforma informática

El soporte informático se refiere a las computadoras y otros periféricos, que son indispensables a la hora de realizar todo el proceso numérico, que es arduo y repetitivo, ya que facilitan el trabajo y reportan resultados en poco tiempo de proceso.

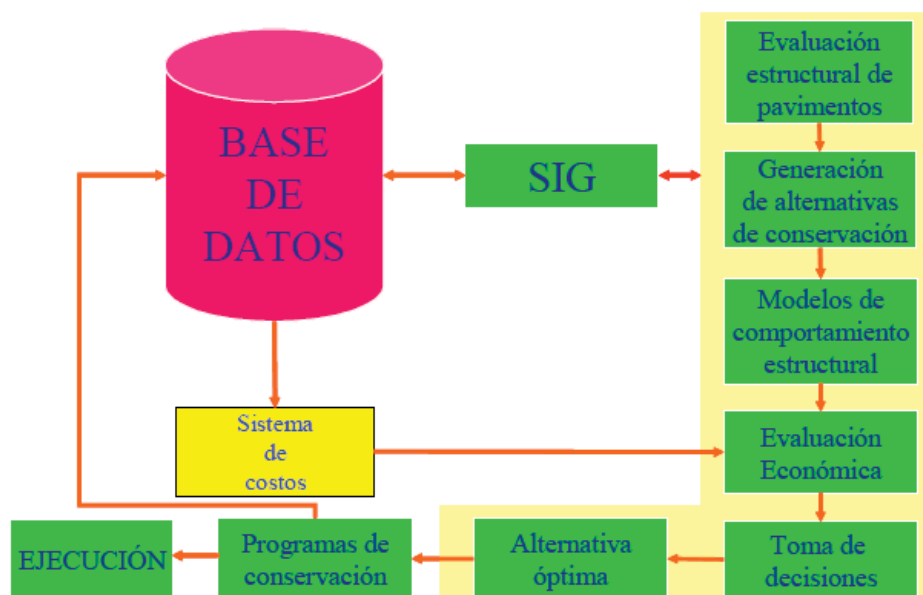


FIG 3.- Diagrama del proceso de análisis.
Diagrama realizado por AMIVTAC

3.5. Organismo operador

Este elemento se refiere a la organización, que está a cargo de la Administración de la Red de Carreteras. Su papel es fundamental, ya que se encarga de la operatividad del Sistema de Administración de Pavimentos, participa desde los estudios de campo, para la recogida de la información, hasta la toma de decisiones sobre las estrategias de conservación. Además es el encargado de realizar y ejecutar los planes de apoyo, dar seguimiento a los resultados y retroalimentar al sistema; esto se ilustra en la figura



Fig 4.- diagrama que representa la puesta en operación de los planes
Diagrama realizado por AMIVTAC.

4.- DEFINICIÓN DE LA RED CARRETERA

Para iniciar los trabajos de recolección de información que caracteriza a los pavimentos, es necesario realizar el estudio de georreferenciación de la red de carreteras definida en el ámbito del estudio. Gracias a esto será posible realizar el resto de estudios que caracterizan la oferta y la demanda con una referencia que deberá ser permanente. En los siguientes apartados se describen cada uno de estos estudios.

4.1. CONFIGURACIÓN DE LA RED CARRETERA

Se pretende realizar la captura de la configuración de la red carretera digitalmente, misma que servirá de referencia para efectuar los trabajos pertinentes del inventario de la red. En primer lugar, se estructura una base de datos básica, la cuál contiene la información que caracteriza e identifica cada elemento digitalizado, a través de un proceso de levantamiento dinámico con un mapa móvil y tarjeta GPS. Para desarrollar el trabajo dinámico con el mapa móvil, se programa el equipo para que capture información en intervalos de 1 s en tiempo real, ya que a través de esa propiedad, se capturan coordenadas geográficas en la tarjeta GPS, sobre la trayectoria de viaje que se esté realizando para cada una de las carreteras que conforman la red. Con la información recabada en este estudio se alimenta a un Sistema de Información Geográfica, ya que a través de éste se pretende gestionar la información y realizar representaciones gráficas de la misma, con la finalidad de facilitar la visualización de los resultados evaluados en cada uno de los procesos.

4.1.1. Georeferenciación de los kilometrajes inicial y final

Se desarrolla esta etapa con el objeto de ubicar geográficamente los puntos inicial y final de cada una de las carreteras, así como para determinar la configuración del desarrollo de las mismas. Para esto, se programa y se lleva a cabo el trabajo de localización física en campo del kilómetro inicial y final de cada carretera con los ingenieros encargados de la conservación, que son los que conocen bien la red. Esto es de vital importancia debido a que estas referencias tendrán carácter de universalidad para la realización de los estudios del estado de los pavimentos (IRI, Deflexiones con la Viga Benkelman, Daños y Deterioros, etc.), eliminando con esto el posible error humano a la hora de considerar distintos orígenes y destinos de cada carretera.

4.1.1.1. Depuración de configuraciones anormales

Debido a los procesos de captura automática para el levantamiento dinámico que se desarrollan con los equipos GPS o tarjetas GPS, se requiere una etapa de depuración de la información, ya que se pueden detectar pequeños tramos en los que se produce un efecto denominado como “espagueti”, provocado por la desaceleración del vehículo en el cual se realiza el viaje cuando se captura la información. Siendo las principales causas de ello la ubicación de topes, tráfico lento provocado por la circulación de vehículos pesados, cruce de ganado, por maquinaria de cultivo, por operativos policíacos o militares, por irregularidades en la superficie de rodamiento de la carretera (baches), obras de conservación rutinaria o conservación preventiva entre otros. El proceso consiste en eliminar los vértices que cambian la configuración real de la vía de comunicación digitalizada, y adaptar la forma de la vialidad a su configuración real.

4.1.1.2. Generación de Metadatos

La generación de los metadatos tiene como objetivo mostrar toda la información que permite verificar la validez, parámetros y procesos de generación de la información. A través del metadato se puede observar la información del tipo de archivo, sistema coordinado, información de la estructura de campos y atributos, cantidad de elementos geográficos, etc.

5. INVENTARIO DE LA DEMANDA VEHICULAR

Los estudios de la demanda vehicular permiten obtener información valiosa en lo que respecta a la definición del tránsito vehicular que circula por la infraestructura carretera. Para el Sistema, la demanda queda definida por el volumen de vehículos que circulan a través de la red carretera, así como de su composición vehicular y las tasas de crecimiento. Esto debe ser considerado en el diseño de la campaña de aforos temporales. A fin de tener elementos de comportamiento anual que permitieran realizar la determinación del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) a partir de aforos temporales, se instalaron estaciones permanentes de aforo, también llamadas estaciones maestras. Los subtemas de este apartado detallan estos estudios.

5.1. AFOROS TEMPORALES

Los estudios de aforos vehiculares temporales se desarrollan en intervalos de 1, 3 y 7 días, según la demanda existente dentro de la red carretera. Estos estudios son realizados con equipo de tecnología basada en la reflexión magnética; además, tienen la característica de que sus dimensiones son relativamente pequeñas, y ello permite trasladarlas e instalarlas sobre la superficie de rodamiento de la carretera pavimentada.

5.1.1. Placas Aforadoras

Estos equipos son dispositivos automáticos que trabajan mediante el principio de reflexión magnética, permitiendo contar y clasificar la demanda vehicular que circula sobre la carretera. Los aparatos son instalados sobre la parte central de cada carril de la vialidad, cubiertas por lonas de neopreno, para camuflarlas, y protegerlas del tránsito vehicular y de la intemperie. Se sujetan al pavimento a través de clavos para impedir su deslizamiento. Las placas son programadas en gabinete antes de su instalación, empleando para ello un software proporcionado por el proveedor del equipo, en este proceso se captura la información, que identificará a la carretera que se estudiará con el aforo, fechas de duración del estudio, corte del conteo, registro del operador, organización que realiza el estudio, etc.

5.1.1.1. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información inicia desde el momento en que los aforadores son conectados a la computadora, ya que permite la transferencia de la información contenida en el aforador a unos archivos de formato Access (.mdb). La información del aforo pueden ser visualizada a través de un programa que se adquiere con la compra del equipo, dicho software es desarrollado por la empresa proveedora del producto. A través de éste, se generan los informes de aforos vehiculares, histogramas, diagramas de pastel, y reportes resumen de los conteos registrados; elaborando después los informes pertinentes de cada punto de instalación.

5.2. AFOROS PERMANENTES

Los estudios de aforos permanentes realizados a través de estaciones maestras, permiten generar la información del aforo vehicular y su clasificación durante los 365 días del año. Con ello, se pueden determinar factores que permiten diagnosticar el crecimiento de la demanda vehicular, y además emplear las tasas de crecimiento que se calculen con su información, para proyectar valores de demanda sobre otras carreteras que tienen aforos temporales y que se ubiquen dentro de su área de influencia. La información contenida en las estaciones maestras se puede almacenar dentro de una computadora de escritorio, realizando una conexión vía telefonía celular y un modem a través de un software instalado por la empresa proveedora permitiendo, así, registrar y guardar información a distancia sin necesidad de invertir en traslados periódicos. Además, las estaciones pueden trabajar con energía eléctrica o a través de energía proporcionada por paneles solares.

5.2.1. Marmotas

Las marmotas son aforadores que van instalados dentro de la estructura del pavimento. El proceso de instalación se realiza con la ayuda de un equipo que permita extraer núcleos de material. La marmota tiene una coraza cilíndrica de PVC de alta resistencia que protege todo el dispositivo electrónico y de comunicaciones del aforador. El cilindro queda fijado dentro del hoyo por medio de un material epóxico. Las marmotas son aparatos pre-programados por el proveedor del equipo y también trabajan mediante el principio de inducción magnética. La información registrada por las marmotas es emitida por ondas de radio a un modem instalado en una caja o gabinete, ubicado a un lado del hombro de la sección de la carretera.

Este gabinete tiene otros elementos que permiten su funcionamiento, tales como equipo de almacenamiento y de comunicación, que se encargan de la recepción y almacenamiento de la información por 24 horas y de reenviar la información acumulada por día a las oficinas de la empresa que gestiona las estaciones maestras. También están contenidos en el gabinete, un acumulador de energía para darle una independencia al sistema de hasta 3 días y un regulador de voltaje.

5.2.2. Tratamiento de la información

De acuerdo a la previa programación del equipo y del software de intercomunicación, se realizarán las conexiones del equipo remoto con el modem de la computadora de escritorio para guardar toda la información contenida dentro de la estación maestra. Dicha información se guarda en archivos de formato Access (.mdb), la cual es exportada a formatos de archivos tipo Excel (.xls), con el objetivo de ordenar, borrar información duplicada y analizar estadísticamente todos los datos capturados y guardados por la computadora, para obtener los resultados arrojados por hora, día, semana, mes y año; elaborando más tarde los informes pertinentes de cada punto de instalación.

6. CLIMA

El clima es un factor muy importante a considerar a la hora de diagnosticar sobre el comportamiento de los pavimentos en operación y de diseñar su refuerzo. Para esto es mejor definir zonas climáticas y ubicar la red de carreteras que discurre por ellas.

La distribución climática en Michoacán está estrechamente relacionada a tres factores geográficos que son: los contrastes altimétricos del relieve; la presencia de una serie de cadenas montañosas que se alinean paralelas a la costa y que actúan como barrera orográfica, y su cercanía al mar, la cual se deja sentir en forma de vientos húmedos que penetran al continente y provocan abundantes precipitaciones.

En la entidad se registra una gama de climas que incluye desde los más cálidos del país, en la región de Tepalcatepec, hasta los semifríos de las zonas altas de la Meseta Tarasca y de Mil Cumbres. Aunque se presentan climas secos, semisecos y templados relativamente húmedos, el régimen de humedad predominante es el subhúmedo con lluvias en verano y una estación invernal seca bien definida.

Por sus características climáticas se distinguen en el estado dos grandes áreas:

- Climas de la Sierra Madre del Sur y de la Escarpa Limítrofe del Sur (Eje Neovolcánico).
- Climas del Eje Neovolcánico (a excepción de la Escarpa Limítrofe del Sur).

Climas de la Sierra Madre del Sur y de la Escarpa Limítrofe del Sur

La variedad de climas que se registra en la región tiene una fuerte influencia de los factores naturales, tales como las grandes diferencias altimétrica, que en esta zona van desde el nivel del mar -en las llanuras costeras- hasta los 2 800 m -en las sierras-, lo que origina condiciones que varían de cálidas a templadas en función de la altitud, y de relativamente húmedas a secas conforme se avanza de sur a norte, por la barrera que constituye la Sierra Madre.

Los climas que se desarrollan en el fondo de las depresiones son los secos y semisecos muy cálidos, rodeando a éstos, en las laderas de la sierra y las costas michoacanas, se localizan los cálidos subhúmedos, de más amplia extensión. En la transición entre ambos se encuentran algunas áreas con clima semicálido subhúmedo. En las formaciones de mayor altura (cerros La Bufa, La Madroñera, La Magueyera y otros) van de semicálidos a templados.

Climas del Eje Neovolcánico

Al norte de las depresiones del Balsas y del Tepalcatepec se produce la transición entre los climas cálidos de la Sierra Madre del Sur y los templados semifríos de las subprovincias de Mil Cumbres y la Meseta Tarasca del Eje Neovolcánico. En el primer caso se produce suavemente, a diferencia de la Meseta Tarasca, donde la variación del clima semiseco muy cálido de Apatzingán, al semifrío húmedo de Tancítaro, ocurre en una distancia de 25 km, a través de un abrupto desnivel de aproximadamente 1 000 m.

Los climas del Eje Neovolcánico se distribuyen de norte a sur y gradúan de cálidos a fríos y nuevamente a cálidos. Se desarrollan en altitudes que van desde los 1 600 m en los bajíos y zonas lacustres, hasta los 3 842 m, en la cumbre del Tancítaro. La temperatura media anual en los semicálidos -de los bajíos zamoranos- es de 21° C y en los semifríos de 9° C.

Heladas y Granizadas

La frecuencia de las heladas guarda una estrecha relación con los diferentes climas. En los sitios semicálidos subhúmedos del centro y norte del estado su presencia va desde 0 a 20 al año, y en los templados de 20 a 80 en el mismo lapso. La mayor incidencia de este meteoro se presenta en las zonas serranas -templadas y semifrías- de altitudes superiores a 2 500 m, donde alcanzan anualmente un rango de 80 a 140. De dichas zonas, la de Tancítaro y Los Azufres son particularmente las más afectadas en el ciclo agrícola de invierno.

En Michoacán, las granizadas son poco frecuentes, pues en la totalidad del estado se presentan como máximo 8 al año. Su presencia -al igual que las heladas- se relaciona directamente a las características y distribución de los climas. De manera que en algunas áreas cálidas como las de la costa y sierra de Coalcomán el fenómeno es inapreciable durante todo el año.

El rango predominante es de 0 a 2 días con granizadas, el cual concuerda con zonas cálidas, semicálidas y templadas, entre ellas, las de Zamora, Estanzuela, Carapán y Angamacutiro. En la meseta tarasca, lugar de asentamiento de Uruapan y Pátzcuaro van de 2 a 4 al año. Las áreas con presencia de 4 a 8 granizadas anuales corresponden a las mismas que registran heladas en mayor proporción (80-140).

MAPA DE CLIMAS EN EL ESTADO DE MICHOACAN



FIG 5.- ESTADOS CLIMATICOS EN MICHOACAN DE OCAMPO

7. INVENTARIO DE PAVIMENTOS

Para poder realizar un inventario del estado estructural de los pavimentos, como primer paso, es necesario definir los tipos de pavimentos que conforman la red. Con este inventario se pretende detectar de manera sencilla la tipología de los pavimentos y el material con que está elaborada cada tipo de carpeta.

8. ESTADO DE LOS PAVIMENTOS

La consideración del tipo de pavimento y las solicitudes proporcionadas por el tránsito vehicular combinado con el clima, no son suficientes a la hora de diagnosticar el estado que mantiene una estructura del pavimento. En general todas las fallas estructurales de los pavimentos se reflejan en la superficie de la carpeta, por lo que tomando en cuenta este comportamiento, normalmente se recurre a hacer estudios superficiales que es más económico; no obstante, cuando el pavimento está fatigado, se recomienda hacer pozos a cielo abierto. En este apartado se revisarán todos estos estudios y la evaluación estructural de los pavimentos.



FIG 6.- ESTADO FISICO DE LOS PAVIMENTOS EN MICHOACAN

8.1. ESTUDIO DE REGULARIDAD SUPERFICIAL

El Índice de Regularidad Internacional (IRI), es un indicador sobre la condición que presenta un pavimento superficialmente. Se puede definir este indicador como la suma de desplazamientos verticales en metros que se presentaron al transitar por un kilómetro de tramo carretero; su unidad de medida m/km. con un perfilómetro láser, clase 1, de alto rendimiento. El perfilómetro permite hacer el estudio a velocidades mayores de 25 km/h y menores de 120km/h. Para alimentar la base de datos se determina un valor de IRI medio para cada kilómetro.

8.2. ESTUDIO DE DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN

Características de la medición con la VIGA BENKELMAN

Con las deflexiones producidas por el eje trasero de un camión lastrado con 8,200 kg, medidas a través de Viga Benkelman, se determina la capacidad estructural de la carpeta de los pavimentos flexibles evaluados en campo, mediante la medición directa de la máxima deflexión que presenta la carpeta.

El estudio se realiza a lo largo de toda la red carretera pavimentada, definiendo los cadenamientos en los cuales se someterá la carga de prueba estándar sobre el eje trasero del camión lastrado, y registrando las diferentes temperaturas presentadas dentro de la carpeta y la temperatura ambiental

8.3. ESTUDIO DE DAÑOS Y DETERIOROS

Este estudio se realiza en base a la metodología de LManual de Daños y Deterioros, recomendado por el Banco Mundial para el programa. Debido al empleo y aplicación de la metodología sugerida en el manual se han realizado algunos ajustes a los formatos de campo establecidos, debido particularmente a las escalas y unidades manejadas. De la evaluación de este estudio se determinan las grietas longitudinales, transversales, parches, baches, roderas, y deformaciones superficiales, entre otras. Se hace un resumen por kilómetro para la base de datos.

8.4. ESTUDIO DE ADHERENCIA

Este estudio de adherencia no ha sido realizado para el caso de la implementación de un SAP pero se puede determinar una clara idea a través de los resultados de las pruebas de laboratorio.

8.5. ESTUDIO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS POR MEDIO DE POZOS A CIELO ABIERTO

Se realizó, un estudio de pozos a cielo abierto para conocer la estructura de los pavimentos y la calidad de los materiales que conforman esa estructura. En una primera etapa se realizaron las siguientes actividades: la práctica de un sondeo por carretera y la búsqueda de información sobre la estructura de los pavimentos construidos, en los archivos del Organismo operador. Actualmente se está realizando una segunda campaña de pozos a cielo abierto, con el objetivo de llegar a tener información estructural a un nivel de mayor detalle, sobre todo en los tramos críticos de la red definidos por la manifestación de deterioro superficial y deflexiones del pavimento superiores a las tolerables. Con la información obtenida de estos estudios se puede alimentar el programa del módulo estructural para realizar revisiones y diseños mediante la metodología empleada a través del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

8.6. SISTEMA DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

En este punto se presentan las técnicas para evaluar la capacidad estructural de los pavimentos asfálticos, así como el diseño estructural de las sobrecarpetas para refuerzo en pavimentos fatigados, de tal manera que se incremente la rigidez de los pavimentos existentes para que puedan resistir el tránsito a lo largo de su vida útil.

Esta forma de evaluar fue tomada del Sistema de Evaluación de Pavimentos publicado por el IMT (2004). En este capítulo se expone la metodología de evaluación propuesta por el IMT utilizando el método de refuerzo del Departamento de California. También se expone el Método de la UNAM utilizando la información obtenida de los pozos a cielo abierto y la obtenida de la demanda.

8.6.1. Método del Departamento de California

La metodología empleada para realizar los cálculos de refuerzos de carpeta es la desarrollada por el Departamento de California (CALTRANS), publicado en el año 2001. Para determinar los espesores de refuerzo, se tendrán que realizar estudios de campo para obtener mediciones de deflexiones con Viga Benkelman. Con la información obtenida de campo, se procederá a capturar la información en los formatos de gabinete con una estructura bien definida de las hojas de cálculo, para que el programa de módulo estructural (desarrollado por el Centro de Investigaciones en Matemáticas en el año 2004) realice la lectura de las mediciones. Se deben de ingresar los valores de Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), clasificación vehicular, tasa de crecimiento y periodo de diseño. Se desplegarán los resultados de los cálculos de los espesores calculados y exportarán los resultados para realizar informes impresos y para crear mapas de representación de resultados (SIG).

8.6.1.1. Determinación de la Deflexión Tolerable

La deflexión tolerable (δ_{tol}) se establece de acuerdo con los criterios del Departamento del Transporte del Estado de California, con base en el espesor de carpeta existente sin agrietamiento y el índice de tránsito de diseño. Se debe tener como insumo de análisis, el espesor de la carpeta existente sobre la carretera.

8.6.1.2. Análisis de Tránsito

En el proceso del análisis de tránsito, se determina el Índice de Tránsito; éste es calculado en función de las tasas de crecimiento, y la determinación de las cargas de ejes equivalentes acumulados durante el periodo de diseño.

8.6.1.3. Determinación de la Deflexión Característica

La deflexión característica es el resultado del análisis estadístico de las deflexiones reales de campo, que presenta el pavimento bajo la aplicación de una carga estándar.

8.6.1.4. Interpretación de resultados de espesores de refuerzo

Cuando las deflexiones reales medidas en el campo, caracterizadas por el 80 percentil, son mayores a la deflexión tolerable, se procede a realizar el diseño de la sobrecarpeta de refuerzo para el periodo de diseño que se requiera. Si la magnitud de las diferencias de las deflexiones medidas en campo y la tolerable son grandes, se obtendrán resultados de espesores de carpeta de refuerzo superiores a 10 cm, por ello se propone analizar todo el proceso y los datos proporcionados por otros estudios (levantamiento de daños y deterioros) para conocer la posible causa que origina este resultado. Puede ser que el pavimento se encuentre en un estado de fatiga, entonces se propone realizar estudios de pozos a cielo abierto, para definir las calidades y su grado de respuesta a la funcionalidad que cada capa de la estructura del pavimento debe desempeñar. Esta información se podrá emplear en el análisis mediante la metodología empleada por el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

8.6.2. Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM

A través de los análisis realizados mediante el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se obtienen los resultados de las evaluaciones de las carreteras que se encuentran en estados críticos respecto a su funcionalidad estructural. Para realizar dichas evaluaciones, se deberán efectuar estudios de pruebas destructivas de campo a cielo abierto, con el objetivo de analizar mediante pruebas de laboratorio, las propiedades de las muestras de cada capa extraída en campo, y definir si éstas cumplen con las características que requieren los materiales empleados en la funcionalidad de cada capa del pavimento.

8.6.2.1. Parámetros de Diseño

a) Valores Relativo de Soporte

Para bases, subbases, subrasantes y terracerías estabilizadas mecánicamente por compactación, la resistencia se mide en términos del VRS (Valor Relativo de Soporte). Por lo tanto, la resistencia es una variable que depende de las características físicas y propiedades mecánicas de los materiales empleados, condiciones climatológicas, drenaje, procedimiento constructivo y conservación, así como las variaciones de dichos factores a lo largo de la vialidad y de su vida de servicio.

b) Tránsito

Es la valoración del tránsito que circula entre el origen y el final del recorrido del tramo en estudio. El tránsito se estima por el TDPA (tránsito diario promedio anual) y su clasificación vehicular. El método del Instituto de Ingeniería, como en la mayor parte de los métodos de diseño de pavimentos, requiere del conocimiento de la clasificación vehicular, por categorías de acuerdo al tipo de vehículo, número de ejes, arreglo de los ejes y número de llantas. Lo anterior, con el objetivo de determinar el peso bruto vehicular según el tipo de camino y con ello, calcular el daño producido por los vehículos. Posteriormente se determinará el tránsito de diseño, el cual se obtiene mediante el cálculo del Tránsito Diario Promedio Anual en el carril de proyecto, debiéndose estimar los porcentajes por carril, por sentido, cargados y vacíos; estimándose el daño acumulado utilizando los coeficientes de daño por vehículo, caracterizados por la variable (ΣL) ó número acumulado de aplicaciones de carga estándar de 8,200 kg, previsto al término del plazo del análisis.

c) Grado de Confianza

Teóricamente, el nivel de confianza puede variar en forma continua de cero a uno; para fines prácticos su variación está comprendida entre 0.5 y 1. A mayor nivel de confianza se tendrán mayores espesores y mejor estructuración.

8.6.2.2. Interpretación de Resultados

Con los resultados obtenidos en laboratorio, los análisis de tránsito, y con la determinación del grado de confianza, se propondrán las alternativas de diseño para la estructura del pavimento, así como las recomendaciones constructivas evaluadas y analizadas por los ingenieros.

8.7. MATRIZ DE TAREAS DE CONSERVACIÓN BASE

Con la información generada por los estudios de campo y la evaluación estructural de pavimentos, será posible establecer las tareas de conservación que se deben aplicar en la conservación preventiva. Debido a que se cuenta con una gran cantidad de información particular de cada carretera, se requiere, para fines de análisis, la estandarización de esas acciones de conservación. Para ello se construye una matriz de clases siguiendo como criterio los valores del IRI y de las deflexiones. Para el establecimiento de clases se determinan los rangos de variación de los valores del IRI y de las deflexiones que correspondan a cada clase. Una vez establecidas las clases, se revisará toda la red de carreteras bajo estos rangos y se irá registrando dentro de la matriz la longitud de carreteras que caen en cada clase, para el caso particular de las carreteras del Estado de Michoacán. Para cada clase, caracterizada por parámetros de calidad estructural de pavimentos, se propone una tarea de conservación preventiva. Por ejemplo, una clase definida por valores de IRI menor de 3 y deflexiones menores de 0.5 mm, no existe una medida de conservación preventiva porque el pavimento se estima que está en buenas condiciones estructurales, dejándose únicamente la recomendación de realizar conservación rutinaria. Estas estandarizaciones de la conservación, principalmente preventiva.

9. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

Hasta ahora se ha seguido un procedimiento que obedece a la parte técnica de los pavimentos, pero para lograr mayor eficiencia en esta tarea, es necesario realizar una correcta gestión de la información. Para ello se propone realizar una matriz, en la cuál se disponga de los datos de forma ordenada y sistemática. Para su estructuración se contempla colocar en los campos de la matriz, los valores correspondientes a la información que caracterice las condiciones geométricas de la carretera, tanto longitudinalmente (rampas + pendientes, longitud) como transversalmente (ancho de corona, carril y calzada), ya que a través de esa información se establecen las condiciones de oferta de la infraestructura existente. Aunado a ello, se requiere representar las condiciones prevalecientes de la superficie de rodamiento a través de los resultados que aportan los estudios del Índice Internacional de Rugosidad (IRI), Daños y Deterioros (roderas, baches, parches, grietas longitudinales y transversales, desprendimientos de áridos, entre otros), estudios de deflexiones, la estratigrafía del pavimento (espesores de carpeta, base, subbase, subrasante), edad de los pavimentos, clima, altitud promedio, curvaturas horizontales y los resultados de las pruebas de laboratorio (VRS). Además, se contempla la clasificación del tipo de camino, tipo de terreno, número estructural, así como la demanda de la red carretera caracterizada por los datos viales de cada una de ellas. En los registros de la matriz se coloca la información correspondiente al nombre de las carreteras y la longitud de cada tramo representado.

EVALUACIÓN DEL TRAMO CARRETERO ACÁMBARO - ZINAPÉCUARO DEL KM 15+000 AL 23+000 Y
SU APLICACIÓN AL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA PAVIMENTOS EN MÉXICO

CAPITULO III

EVALUACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO

SEPTIEMBRE 2008

INFORMACION DEL TRAMO EN ESTUDIO:

CARRETERA:	Acámbaro – Morelia.
TRAMO:	Acámbaro – Zinapécuaro.
SUBTRAMO:	Del Km 15+000 al 23+000.
LONGITUD:	8 Kilometros.
ORIGEN:	Acámbaro Guanajuato

A) ANTECEDENTES:

El tramo en estudio es muy antiguo, ya que se pavimento en al año 1962, siendo antes camino de terracerías y revestido, construido con las técnicas de ese tiempo, todavía con especificaciones anteriores.

B) ENTORNO GEOGRÁFICO.

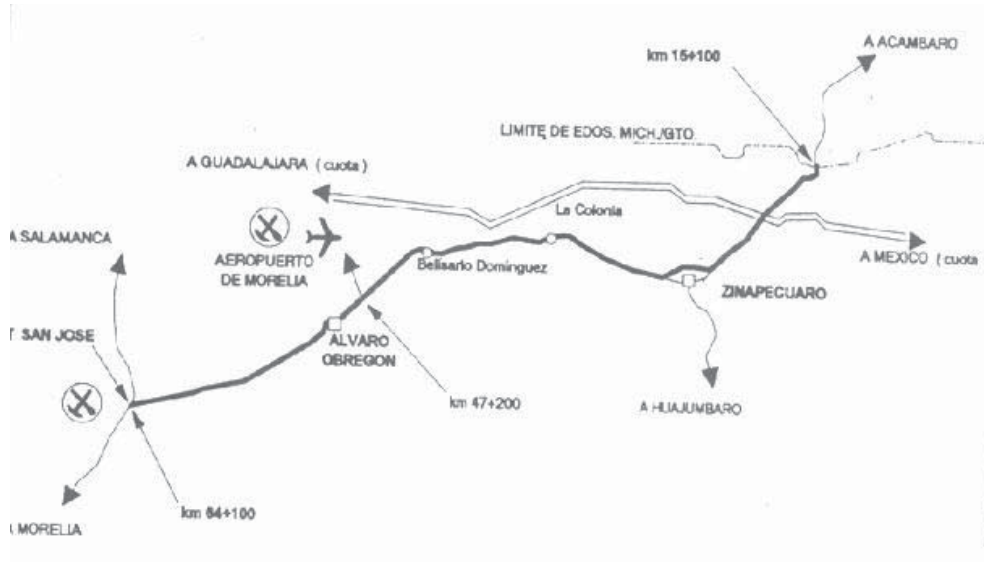
B1) LOCALIZACIÓN anexo 1:

El tramo en estudio se ubica cercano a la Ciudad de Morelia y también cerca de la Autopista: México – Morelia – Guadalajara.

Por la carretera en estudio se accede a los Edos., de Guanajuato, Jalisco, Querétaro y el Estado de México.

Anexo: 1

Croquis de localización



CARACTERISTICAS GENERALES	
RUTA: 120	ORIGEN: ACAMBARO
LONGITUD: 8 KMS (DEL KM 15+100 AL KM 23+000)	
CARACTERIZTICAS GEOMETRICAS	
TIPO DE TERRENO....: LOMERIO SUAVE DEL KM 15.1 AK 25 Y PLANO DEL KM 26 AL 64.1	
VELOCIDAD DE PROYECTO (Vp)....: 60 km /hr	PENDIENTE GOBERNADORA.....: 2.0 %
GRADO MAX. DE CURVATURA (Gc)....: 6°	PENDIENTE MAXIMA: 4.0 %
ANCHO DE CALZADA.....: 7.00 M	
CARACTERISTICAS GEOTECNIAS	
ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS DEL TIPO RIOLITA, SUELOS VOLCANICOS Y SUELOS SEDIMENTARIOS DE ORIGEN LACUSTRE.	

B2) CLIMA

El clima es un factor muy importante a considerar a la hora de diagnosticar sobre el comportamiento de los pavimentos en operación y de diseñar su refuerzo. Para esto es mejor definir zonas climáticas y ubicar la red de carreteras que discurre por ellas. En esta región el clima es templado de la Sierra Madre y del Eje Neovolcánico.

La precipitación pluvial oscila de 1,000 a 1,200 mm.

B3) TOPOGRAFÍA

El tramo de la región de Zinapécuaro y Acámbaro esta cercano a zonas montañosas y de lomeríos.

B4) DRENAJE

En la zona montañosa y de lomeríos, el agua de lluvias cruza por la carretera con altas velocidades.

En las zonas planas, en ciertos lugares se forman charcos que afectan los pavimentos.

Por lo anterior, es necesario hacer un desazolve de las obras de drenaje y limpiar los canales y cauces, hacia donde el agua escurre.

C) TRABAJOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO

- C1) Levantamiento de deterioros
- C2) Medición de los anchos de la carretera
- C3) Medición de deflexiones con viga Benkelman
- C4) Sondeos y calas a cielo abierto para medición de los espesores de pavimento
- C5) Muestreo y ensayos de laboratorio a las diversas capas obtenidas en la carretera

D) ANÁLISIS DE TRANSITO

E) ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

E1) ANÁLISIS DE LAS DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES DEL PAVIMENTO

La mayoría de la superficie del pavimento asfáltico presenta fallas por fatiga y una parte de la superficie presenta falla por deformación permanente.

E2) ANÁLISIS DE LAS DEFICIENCIAS FUNCIONALES DEL PAVIMENTO

El Índice de Regularidad Internacional (IRI), es un indicador sobre la condición que presenta un pavimento superficialmente. Se puede definir este indicador como la suma de desplazamientos verticales en metros que se presentaron al transitar por un kilómetro de tramo carretero; su unidad de medida m/km

El IRI es muy alto en algunos subtramos, lo cual se refleja en la dificultad para transitar el vehículo debido a las fallas en el pavimento.

ESTUDIO DEL TRANSITO

Se realizo el estudio de aforo de transito a finales del año 2005 siendo esta obtenida del centro SCT Michoacán de la evaluación de este tramo carretero Acámbaro – Zinapécuaro del km 15+000 al 23+000 obteniendo los datos que a continuación se representa en la siguiente tabla.

TDPA		
TIPO DE VEHICULO	%	NUMERO

A	77.99	3572.00
B	6.00	275.00
C2	5.59	256.00
C3	4.10	188.00
T3-S2	2.51	115.00
T3-S3	2.21	101.00
T3-S2-R4	1.59	73.00

TOTAL	4580.00
--------------	----------------

Para fines de practicidad en los métodos de administración de pavimentos se considera los tipos B y C2 como un solo tipo tomando en cuenta como carros de 2 ejes por lo cual al ingreso de los sistemas estos se deben de sumar para que sean considerados como un solo dato.

COMPLEMENTARIOS

Para ayuda en la evaluación del tramo Acámbaro – Zinapécuaro se investigo algunos datos necesarios para el correcto funcionamiento de los sistemas de administración de pavimentos, estos proporcionado por la dependencia de conservación de carretas de SCT.

DATOS DEL TRAMO EN ESTUDIO

Carretera: Lim edos de Gto/Mich
Tramo: Acámbaro - Morelia
Subtramo: Acámbaro – Zinapécuaro
Km: del km 15+000 al 23+000

CONCEPTO	VALOR
TASA DE CREC TRANS. ANUAL	5%
ACCIDENTES ANUALES	2%
PESO PROMEDIO	20 ton
CARGA POR EJE	8.2 ton
TEMPERATURA	30 °C
PERIODO DE DISEÑO	10 años
ORIGEN DE DATOS	SCT

Datos necesarios en la captura de los subsistemas dentro de los programas referentes a los sistemas de administración de pavimentos utilizados en México, que van aunados junto con los datos del transito diario promedio anual (TDPA). Del tramo en estudio Acámbaro – Zinapécuaro.

LEVANTAMIENTOS DE DETERIOROS

Toda estructura de pavimento, una vez que fue construida y puesta en operación, comienza a experimentar un deterioro que se refleja más claramente en su superficie, debiendo atenderlo a la brevedad posible. A continuación se mencionan los tipos de fallas que se pueden presentar en los pavimentos, tanto flexibles como rígidos, que son las estructuras con que más se construye la red vial en áreas urbanas.

Fallas en pavimentos flexibles

Hay tres grupos bien definidos y son:

Fallas por insuficiencia estructural.

Experimentan esta falla las estructuras de pavimentos construidas con materiales apropiados en cuanto a resistencia, con un espesor insuficiente en sus capas. Esta falla se produce cuando la combinación de resistencia al esfuerzo cortante con los espesores de cada capa no proporciona la resistencia esperada.

Fallas por defectos constructivos.

Se presentan en aquellas estructuras de pavimento que fueron construidas con materiales y espesores adecuados, pero que su construcción no fue ejecutada conforme a lo establecido en el proyecto ejecutivo respectivo, es decir, hubo deficiencias que comprometen el comportamiento estructural de conjunto. Las principales causas son :

1. Materiales fuera de Norma
2. Espesores de las capas de pavimento inferiores a las de diseño.

Fallas por fatiga.

Cuando un pavimento ya ha recibido el número de repeticiones para el período de tiempo que fue diseñado, generalmente de 10 años, y muestra fallas que podemos considerar como normales y, por la continua repetición de las cargas de tránsito, sufre efectos de fatiga, degradación estructural, pérdida de resistencia y deformación acumulada.

Las fallas más comunes en los pavimentos flexibles, a continuación se describen, mencionando además las causas que pueden provocarlas.

Baches.

Oquedades en las estructuras de pavimento cuyo origen se da por el desprendimiento de una parte de la superficie de rodamiento al paso de los vehículos. Posteriormente se van formando oquedades mayores en área y profundidad. Sus causas probables son:

1. Insuficiente resistencia de la carpeta
2. Contenido de asfalto por abajo del óptimo.
3. Espesor de la carpeta por debajo del de diseño.
4. Drenaje deficiente

Reparaciones Deficientes

Es el resultado de los trabajos del tratamiento a baches, agrietamientos, desprendimientos o hundimientos realizados para restaurar la superficie de rodamiento. Las áreas afectadas pueden presentar, de acuerdo con la calidad de los trabajos, irregularidades superficiales que se traducen en abatimiento en los índices de servicio.

Corrugaciones.

Son ondulaciones que se presentan en la carpeta asfáltica en sentido perpendicular al eje del camino. Generalmente contienen crestas y valles alternados, con separación menor a 60 cm entre ellas. Sus causas probables son:

1. Falta de adherencia entre la carpeta asfáltica y la base.
2. Deficiencia en la estabilidad de mezcla.
3. Acción de aceleración y frenado, principalmente de los vehículos pesados.
4. Materiales de las bases de mala calidad
5. Mala calidad de los materiales que conforman la carpeta

Roderas.

Son deformaciones permanentes de la carpeta asfáltica en el sentido longitudinal que provoca el peso de los vehículos por debajo de las ruedas. Sus causas probables son:

1. Baja estabilidad de la carpeta
2. Baja compactación de la carpeta.
3. Deformación vertical en una varias de las capas de la estructura.
4. Sobrecompactación bajo el efecto de una canalización del tránsito pesado

Asentamientos.

La estructura de pavimento experimenta un elevación más baja con respecto a la construcción original, ya sea en el sentido transversal al eje del camino o en el sentido longitudinal; para el último caso estas elevaciones se presentan en los extremos laterales de la superficie de rodamiento. Las causas probables son:

1. Cargas excesivas o superiores a las de diseño
2. Deformación diferencial vertical del suelo de cimentación o de las capas que forman la estructura del pavimento
3. Peso propio de la sección del pavimento construido en lugares de deficiente resistencia.
4. Suelos o cimentaciones resilientes
5. Cambios volumétricos del cuerpo de terraplén (pérdida de humedad en las terracerías)
6. Procedimientos de construcción inadecuados
7. Compactación inadecuada
8. Asentamientos diferenciales longitudinales
9. Carencia de Drenaje o subdrenaje y si lo s hay deficientes.
10. Desplome de cavidades subterráneas
11. Canalización del tránsito

Grietas de Reflexión.

Son agrietamientos que se presentan en la carpeta asfáltica, mismos que pueden ser longitudinales o transversales; estos reflejan el patrón de agrietamiento o de juntas de un pavimento existente, cuando es reencarpetado con concreto asfáltico. Sus causas probables son:

1. Movimiento del pavimento subyacente
2. Liga inadecuada entre capas
3. Posibles contracciones de capa subyacente

Grietas de Arco.

Son grietas en forma de parábola o de media luna que se forman en la carpeta asfáltica en la dirección del tránsito. Sus causas probables son:

1. Carpeta de mala calidad
2. Zonas de frenado de las ruedas
3. Efecto en el arranque de las ruedas

Grietas de Tipo Bloque.

Estos agrietamientos también son conocidos como tipo mapa, ya que se desarrollan en un patrón semejante a la división política de un mapa, con polígonos mayores a los 20 cm. Sus causas son:

1. Mala calidad de alguna de las capas de la estructura del pavimento.
2. Estructura de pavimento subdiseñada
3. Solicitaciones de tránsito mayores a las de diseño.
4. Fatiga
5. Fin de la vida útil del pavimento.
6. Espesor escaso de la carpeta

Fisura Piel de Cocodrilo.

Su geometría es de agrietamientos formando un patrón regular con polígonos hasta de 20 cm tipo piel de cocodrilo que se presentan en la superficie de la capa asfáltica. Las probables causas son :

1. Deficiencia estructural del pavimento
2. Falta de Soporte de la base
3. Carpetas rígidas sobre suelos resilientes
4. Número de aplicaciones de carga mayores a las de diseño.
5. Fatiga
6. Espesor de la carpeta insuficientes.

Pulimento.

Es un desgaste acelerado en la superficie de la capa de rodamiento produciendo áreas lisas. Sus causas probables son:

1. Agregados fuera de norma.
2. Tránsito intenso
3. Agregado grueso de la carpeta con baja resistencia al desgaste
4. Excesiva compactación
5. Hundimientos de agregado grueso en el cuerpo de la carpeta o en la base cuando se trata de tratamientos superficiales

Desintegración.

Se presenta en la carpeta y se manifiesta en pequeños fragmentos con pérdida progresiva de materiales que la componen. Sus causas probables son:

1. Sección estructural deficiente o escasa
2. Acción de tránsito intenso y pesado
3. Fin de la vida útil de la carpeta asfáltica
4. Tendido de la carpeta en climas fríos o húmedos
5. Agregados contaminados
6. Contenido de asfalto por abajo del óptimo.
7. Fabricación de la mezcla asfáltica con temperatura mayor a la de diseño.
8. Porcentajes de compactación inferiores a los de diseño.
9. Acción de heladas o hielo
10. Presencia de arcilla en cualquiera de las capas
11. Contaminación de solventes
12. Envejecimiento y fatiga
13. Desintegración de los agregados

Desintegración de Bordes.

Es una desintegración parcial de la carpeta asfáltica en la frontera de la superficie de rodamiento. La carpeta se va carcomiendo, reduciendo el ancho de la vialidad. Sus causas probables son:

1. Falta de soporte de la carpeta en los extremos de la sección
2. Trabajos de conservación inadecuados
3. Erosión natural del agua y viento
4. Crecimiento significativo de hierva en las juntas con banquetas
5. Sobrecarga de pesos en el carril de baja velocidad
6. Mala compactación de capas
7. Ciclos de hielo y deshielo

Exudación.

Consiste en la liberación del asfalto hacia la superficie de rodamiento, formando una película o capa peligrosa. Sus causas probables son:

1. Exceso de asfalto
2. Excesiva compactación de mezclas ricas
3. Temperaturas de compactación muy elevadas
4. Sobredosificación de riego de liga

Elevaciones.

Son montículos que se presentan en sentido paralelo al eje del camino. Sus causas probables son:

1. Liga inadecuada entre las capas asfálticas
2. Pésima estabilidad de la mezcla asfáltica
3. Ligante de dudosa calidad
4. Flujo de la mezcla por acción de derrame de combustibles (Diesel, Gasolina o Petróleo)
5. Tránsito intenso muy canalizado.

LEVANTAMIENTO DE DETERIOROS

TABLA DE DETERIOROS.**CARRETERA:****ACAMBARO – MORELIA****TRAMO:****ACAMBARO- ZINAPECUARO****SUBTRAMO:****KM. 15+000 AL KM. 23+000**

DETERIORO	DE KM. A KM.			
	15+000 a 16+000	16+000 a 17+000	17+000 a 18+000	18+000 a 19+000
<u>PERDIDA DE AGREGADO GRUESO</u>	2	2	1	2
PERDIDA DE AGREGADO FINO	2	2	1	2
EXUDACIÓN DE ASFALTO	2	2	1	1
PULIMIENTO DE AGREGADOS	3	2	1	1
CALAVERO	2	2	2	1
SUPERFICIE ONDULADA	2	2	1	2
INESTABILIDAD	2	2	1	3
DEFORMACIONES TRANSVERSALES	2	2	2	3
DEFORMACIONES LONGITUDINALES	2	2	2	3
RODERAS	3	3	2	3
AGRIETAMIENTOS LONGITUDINALES	3	3	2	4
AGRIETAMIENTOS TRANSVERSALES	3	3	3	3
AGRIETAMIENTOS DE MAPA	4	4	3	3
AGRIETAMIENTO PIEL DE COCODRILO	5	5	5	5
AGRIETAMIENTO DE REFLEXIÓN	3	3	3	3
BACHES REPARADOS	4	4	3	3
BACHES SIN REPARAR	2	2	1	1

CALIFICAR LA SEVERIDAD COMO:

MUY LIGERA	1
LIGERA	2
MODERADA	3
SEVERA	4
MUY SEVERA	5

TABLA DE DETERIOROS.

CARRETERA: ACAMBARO – MORELIA
TRAMO: ACAMBARO- ZINAPECUARO
SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000

DETERIORO	DE KM. A KM.			
	19+000 a 20+000	20+000 a 21+000	21+000 a 22+000	22+000 a 23+000
PERDIDA DE AGREGADO GRUESO	2	2	2	2
PERDIDA DE AGREGADO FINO	2	2	2	2
EXUDACIÓN DE ASFALTO	1	1	1	1
PULIMIENTO DE AGREGADOS	2	2	1	1
CALAVERO	2	2	3	3
SUPERFICIE ONDULADA	2	2	2	2
INESTABILIDAD	3	3	2	3
DEFORMACIONES TRANSVERSALES	2	2	3	3
DEFORMACIONES LONGITUDINALES	3	4	4	3
RODERAS	3	3	2	2
AGRIETAMIENTOS LONGITUDINALES	3	4	4	3
AGRIETAMIENTOS TRANSVERSALES	3	3	3	3
AGRIETAMIENTOS DE MAPA	4	4	4	4
AGRIETAMIENTO PIEL DE COCODRILO	5	5	5	5
AGRIETAMIENTO DE REFLEXIÓN	3	3	3	3
BACHES REPARADOS	3	4	4	3
BACHES SIN REPARAR	2	2	3	2

CALIFICAR LA SEVERIDAD COMO:

MUY LIGERA	1
LIGERA	2
MODERADA	3
SEVERA	4
MUY SEVERA	5

OBSERVACIONES: Tramo: límites Michoacán/Guanajuato – Zinapecuaro.

El sub-tramo presenta una carpeta completamente agrietada en toda su extensión aún cuando no se aprecian deformaciones e inestabilidades de consideración.

Reporte Fotográfico de Deterioros



Agrietamiento tipo piel de cocodrilo característico
En lo largo del todo el tramo en estudio.



calavereo sobre la superficie se observa en pequeñas
Franjas a lo largo del tramo.



Perdidas de los agregados fino en algunas zonas
De la carretera.



deformaciones longitudinales que le dan inestabilidad
Al camino.

Reporte Fotográfico de Deterioros



Km 16+080 existen principios de bache y protuberancias.



Al inicio del tramo se encuentra en buenas condiciones ya que cerca se encuentra la autopista.



Grietas tipo mapa o mapeo, en donde se combina Deformaciones longitudinales y una superficie lisa



En algunos tramos muy deteriorados debido a que hay mucha pérdida de agregados lo que provoca el desprendimiento de la carpeta asfáltica.

OBSERVACIONES DEL ESTUDIO DE DETERIOROS

Este estudio se realiza en base a la metodología del Manual de Daños y Deterioros, recomendado. Debido al empleo y aplicación de la metodología sugerida en el manual se han realizado algunos ajustes a los formatos de campo establecidos, debido particularmente a las escalas y unidades manejadas. De la evaluación de este estudio se determinan las grietas longitudinales, transversales, parches, baches, roderas, y deformaciones superficiales.

Es de suma importancia hacer el recorrido del tramo para hacer el reconocimiento de las condiciones de la superficie, ya que nos da una idea referente a la estructura actual de su pavimento, de su antigüedad, y de la necesidad de diagnosticar una conservación para ampliar su periodo de vida de cualquier tramo carretero.

En el caso del tramo en estudio Acámbaro- Zinapécuaro el estudio arroja en su mayoría visiblemente los agrietamientos tanto de piel de cocodrilo así como tipo mapa, esto debido a lo mejor por el uso de ligantes muy duros, por un mal subdrenaje o tal vez en ocasiones por las altas temperaturas en la zona.

En otras zonas del camino se encuentran deformaciones o protuberancias debido que tal vez en el proceso de construcción los ligantes no fueron bien dosificados o fueron muy blandos lo que provoca que los materiales no tengan la función ideal dentro de todo los agregados.

En resumen la carretera se encuentra en un estado transitable, en donde su inestabilidad se encuentra en pequeñas zonas donde serian las ideales para darles algún tipo de tratamiento, la cual intentaremos de encontrar la correcta a través de un estudio mas completo desarrollado a través del sistema mexicano para la administración de pavimentos.

INDICE DE SERVICIO ACTUAL (ISA)

Un criterio para valorar el estado de un camino es el de la “calificación actual”; se determina mediante las pruebas propuestas por la AASHTO, que se basan exclusivamente en la apreciación personal (subjetiva) del usuario del camino, respecto a la facilidad que ofrece éste para ser recorrido cómodamente.

De acuerdo con un estudio realizado en la Universidad de Purdue, el número de personas, para tener una estimación adecuada, deberá estar comprendida entre 5 y 10, como mínimo. Es conveniente que la apreciación se realice individualmente y con el mismo tipo de vehículo que la persona que califica utiliza normalmente. En general, se obtienen promedios congruentes utilizando persona de diversa preparación; aún cuando la calificación individual varía ampliamente, el promedio es congruente y permite una estimación adecuada del estado de la carretera en el momento de la inspección.

Para obtener valores objetivos de la calificación, estudios posteriores realizados en diferentes países y en la misma AASHTO, han relacionado la calificación subjetiva con medidas proporcionadas por el perfilómetro CHLOE, determinando la variación de la pendiente longitudinal y la deformación transversal, así como el porcentaje de áreas agrietadas y reparada.

Dentro de la evaluación del tramo Acámbaro – Zinapécuaro, la Información indispensable para obtener el ISA (índice o nivel de servicio actual) de diseño de la carretera en estudio. Es referente al confort del usuario y su seguridad al transitarla. Así mismo, es un indicador palpable de las condiciones superficiales y estructurales del pavimento.

- 1.- Se requieren 4 valuadores y forzosamente uno con experiencia, a bordo de un vehículo con buena suspensión, alineación de ruedas y dirección estable.
- 2.- Deberán hacer recorridos continuos a la velocidad de operación promedio en el tramo e ir registrando en el formato cada km la calificación estimada por cada observador, hasta completar los 8 km que contiene el tramo. En los casos de estar evaluando carreteras con mayores longitudes, se empleará otra hoja del mismo formato.
- 3.- Se indica en la parte derecha del formato una "guía" muy simple recomendada por la AASHTO y que utilizarán los valuadores para calificar el grado de confort y seguridad que perciben de la superficie de rodamiento; de 0 a 5 reportando una decimal solamente y de intransitable a excelente; siendo estos los siguientes.

Consideraciones para el evaluador

- 0 - 1 MUY MALO**
- 1 -2 MALO**
- 2 -3 REGULAR**
- 3 -4 BUENO**
- 4 - 5 MUY BUENO**

Carreta : lim Edos gto / mich – Morelia
 Tramo: Acambaro – Zinapecuaro
 Km: 15+000 al 23+000

EVALUACION DEL INDICE DE SERVICIO ACTUAL

KM	CALIFICACION				Prom
	Val 1	Val 2	Val 3	Val 4	
15+000 a 16+000	4	3	3	4	3.5
16+000 a 17+000	3	3	3	4	3.25
17+000 a 18+000	4	4	4	4	4
18+000 a 19+000	3	3	4	3	3.25
19+000 a 20+000	3	3	3	3	3
20+000 a 21+000	2	2	2	2	2
21+000 a 22+000	3	2	3	2	2.5
22+000 a 23+000	2	2	2	3	2.25

Con la obtención de los resultados obtenidos por los valuadores se determina para el caso de los programas de los sistemas de administración de pavimento en México que valores menores de un ISA < 2.5 , se consideran que es necesario un tratamiento ya sea superficial o de manera mas estructural, ya que estos actualmente son tramos que no son muy cómodos para transitar debido a deficiencias que se van estudiar a lo largo de este proyecto.

ESTUDIO DE DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN

Características de la medición con la VIGA BENKELMAN

La *viga Benkelman* es un equipo que fue desarrollado durante el ensayo de la “*Western Association of State Highway Organizations*” (WASHO) en 1952. Se trata de un dispositivo bastante simple, que funciona aplicando la conocida “regla de la palanca”. Este equipo se usa junto con un camión cargado (en el caso de México con una carga por eje simple de 8.2 ton, ruedas gemelas, y una presión de inflado de 80 lb/cms²); el ensayo se realiza colocando el extremo de la viga entre las dos ruedas gemelas del camión, midiendo la recuperación vertical de la superficie del pavimento cuando el camión avanza y se retira.

La principal ventaja de este equipo es que se trata de un ensayo bastante económico; no obstante, es muy laborioso, y no permite obtener el cuenco de deflexiones, sino únicamente la deflexión bajo carga, en el centro de las ruedas gemelas. Es necesario tener en cuenta, para determinar el tiempo de aplicación de la carga, la velocidad del camión que se emplea con el equipo. Se ha considerado una velocidad de aproximadamente **1 km/h**.

Con las deflexiones producidas por el eje trasero de un camión lastrado con 8,200 kg, medidas a través de Viga Benkelman, se determina la capacidad estructural de la carpeta de los pavimentos flexibles evaluados en campo, mediante la medición directa de la máxima deflexión que presenta la carpeta.

El estudio se realiza a lo largo de toda la red carretera pavimentada, definiendo los cadenamientos en los cuales se someterá la carga de prueba estándar sobre el eje trasero del camión lastrado, y registrando las diferentes temperaturas presentadas dentro de la carpeta y la temperatura ambiental. En la figura se muestra el momento en que se realizan las lecturas de las deflexiones medidas con Viga Benkelman.

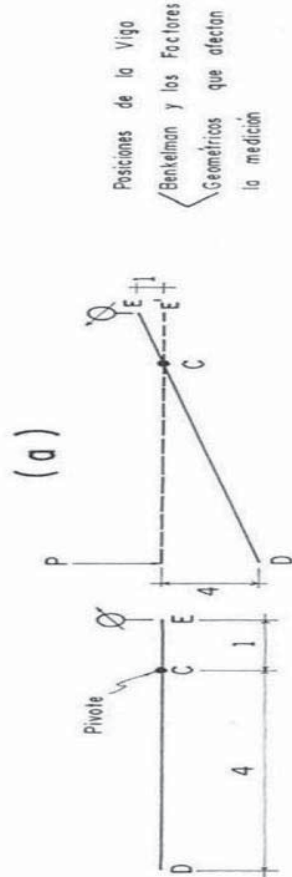
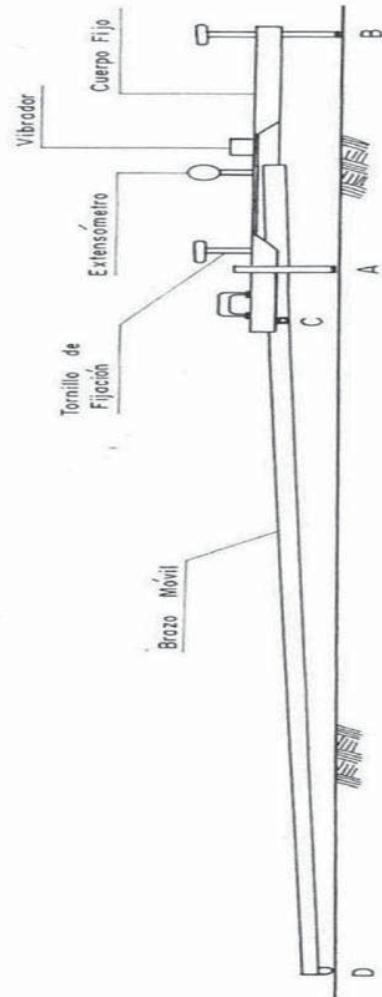
La viga Benkelman es el deflectometro de medida puntual; es una placa multiplicadora en cuyo extremo final hay un comparador con el que se mide la deflexión producida en el extremo inicial que se sitúa entre dos ruedas gemelas de un eje tipo, la utilización de este equipo requiere hacer una interrupción del trafico por carril y mantener el transito en otro mientras se realiza el estudio, se hace en tramos de cada veinte metros por cada 600 mts a un kilometro de estudio, variando su medida del eje derecho al izquierdo estas se van alternando para anotar un comportamiento mas adecuado de las deflexiones del tramo

La medida de las deflexiones, como respuesta de un pavimento flexible ante la aplicación de una carga sobre la superficie del pavimento, es la base de la mayoría de los procesos de evaluación estructural existentes hoy en día. Aunque existen otras medidas que pueden dar una idea del estado estructural del firme, la deflexión en superficie es, sin duda, la que ofrece las posibilidades de análisis más amplias.

Pero también existen algunos inconvenientes; las deflexiones obtenidas dependen de multitud de parámetros: espesor del firme, espesor de la capa bituminosa, características de la mezcla, modulo resiliente de la explanada, y, especialmente, de la temperatura. Además, puesto que las mezclas bituminosas presentan un comportamiento viscoelástico, la deflexión obtenida depende directamente del tiempo de aplicación de la carga (y, obviamente, de su magnitud). Por otro lado, no existe un único equipo de medida; hay varios aparatos que permiten obtener la respuesta de un pavimento a una solicitud, y que se diferencian, fundamentalmente, en la forma de aplicación de la carga.

Por tanto, para una misma sección estructural, en las mismas condiciones, las deflexiones obtenidas han de ser, necesariamente, diferentes, al producirse como respuesta a cargas con tiempos de aplicación muy distintos

ESQUEMA Y PRINCIPIO DE OPERACION DE LA VIGA BENKELMAN



POSICION DESCARGADA (b) POSICION CARGADA

Análisis de Deflexiones

- 1.- Determinar comportamientos estructurales similares.
- 2.- El análisis de Deflexiones se resume en el simple contraste de las denominadas Deflexión Característica y Admisible.
- 3.- Si la característica es menor que la admisible se establece adecuado comportamiento estructural.
- 4.- Lo inverso conlleva al empleo de métodos empíricos para determinar los Trabajos de rehabilitación que generalmente son refuerzos.

Deflexión Característica

De acuerdo al Estudio realizado las deflexiones recuperables se asemejan a una distribución normal por lo que la Característica la define como:

$$D_c = D_m + 1.3 \sigma$$

Deflexión Admisible

El principio en este caso es que el comportamiento de un Pavimento hasta alcanzar niveles críticos es inversamente proporcional a su Deflexión, lo que representa de la siguiente manera:

$$N = k_1 / D k_2 a_{adm} \quad (k_1 = 1.15 \text{ y } k_2 = 4)$$

N = Numero de Ejes equivalentes (8.2 tn)

D_{adm} = Deflexión Admisible

PROCEDIMIENTOS PARA EL CALCULO DE LAS DEFLEXIONES

Se lee la lectura de salida, registrándose como lectura final (esta lectura resulta ser menor a la inicial). La diferencia de lecturas inicial y final (Δ) nos indica el movimiento de la solera, que multiplicada por la relación de brazos proporciona la deflexión sin corregir.

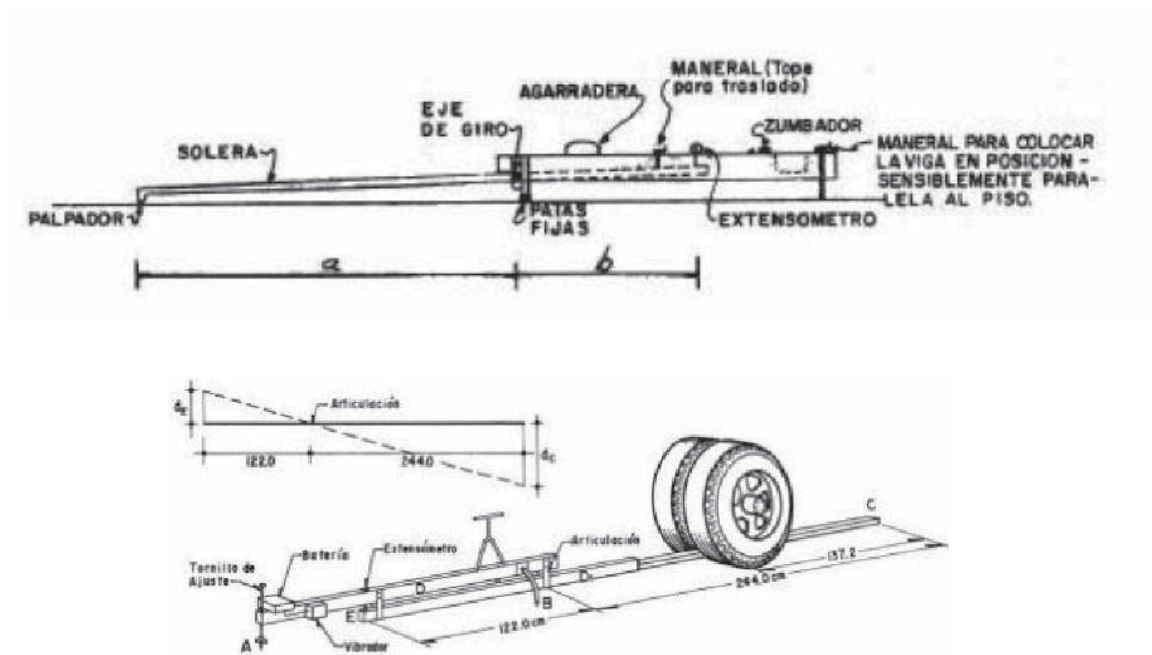
Donde:

$$\delta' = \frac{a}{b} \Delta$$

δ' : deflexión real sin corregir, en el punto bajo la carga

Δ : deflexión leída en el extensómetro

$\frac{a}{b}$: Relación de brazos



Donde $a = 244 \text{ cm}$
 $b = 122 \text{ cm}$

Corrección por temperatura

El espesor y temperatura de la carpeta, que se miden en el momento de tomar las lecturas, influyen de cierta manera en la deflexión leída, por tal motivo deberá realizarse su corrección utilizando la gráfica de la figura sig:

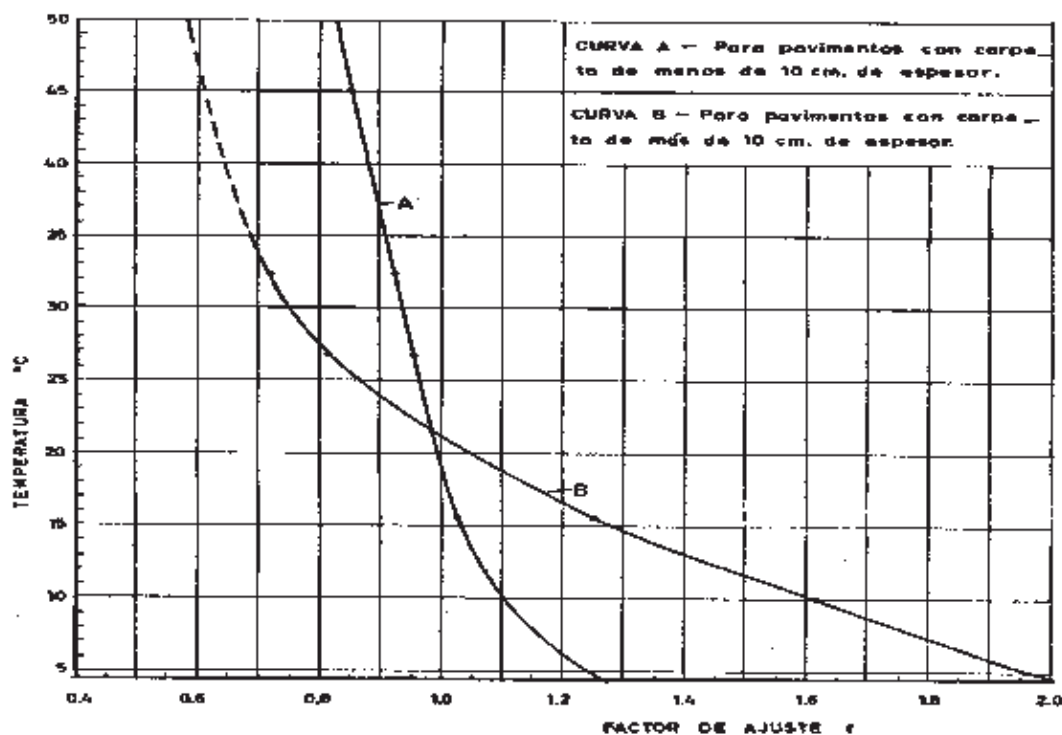


Fig () FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA

Donde $\delta = \delta' \times C$

δ : deflexión real corregida, en el punto bajo la carga

δ' : deflexión real sin corregir

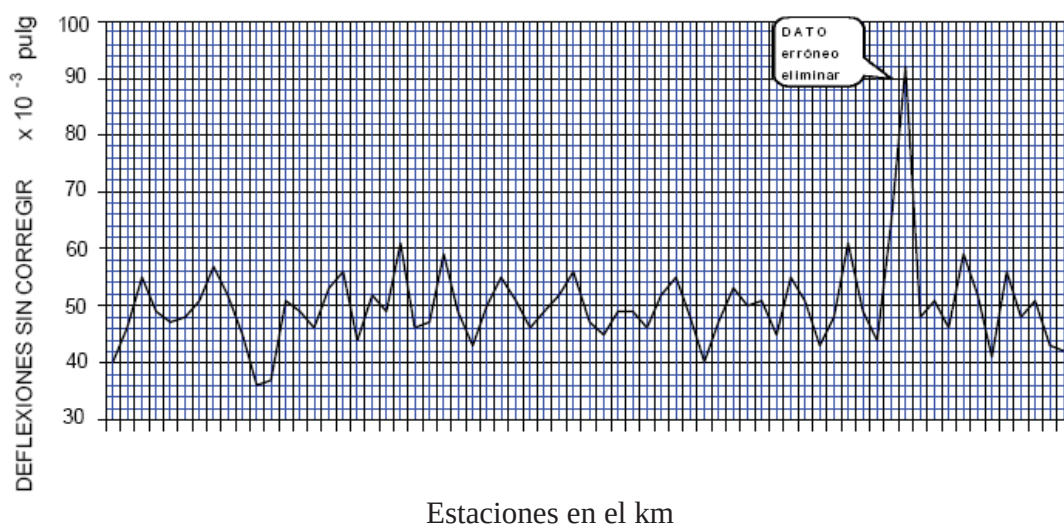
C : Corrección por temperatura

Los tramos de prueba seleccionados que representan el estado general de comportamiento del camino, se valoran en términos de la deflexión; característica determinada en cada tramo, la cual resulta de un proceso estadístico utilizando como variables los valores puntuales obtenidos en cada toma de lecturas (datos u observaciones), determinando las medidas de centralización (media, varianza, desviación estándar y coeficiente de dispersión) de la población y caracterizando el comportamiento general del tramo, a través del percentil 80, que corresponde a la deflexión característica del tramo.

La estandarización del proceso matemático para la obtención del percentil 80 se presenta en el siguiente ejemplo.

Es conveniente seguir el procedimiento que se detalla a continuación:

1) Se dibuja el perfil de deflexiones (figura), desechando si es necesario las lecturas altamente erráticas (normalmente en la hoja de registro de campo se indica su localización y la probable causa que ocasiona tal comportamiento).



Los datos y observaciones se organizan en dos formas distintas: una tabla de datos ordenados del menor al mayor, con su respectiva frecuencia y otra de datos agrupados para proseguir en el cálculo estadístico.

Ejemplo del análisis estadístico:

DEFLEXION	FRECUENCIA
36	1
37	1
40	2
41	1
42	1
43	3
44	2
45	3
46	6
47	4
48	5
49	8
50	2
51	7
52	5
53	2
55	4
56	3
57	1
59	2
61	2
65	1
SUMA	66

MODA = 49
RANGO = 29
POBLACION = 66

$$\text{Tamaño del intervalo} = \frac{29}{6} = 4.8 \approx 5$$

INTERVALO REAL DE CLASE	FRECUENCIA f	MARCA DE CLASE	u	fu	fu ²
31.5 - 36.5	1	34	-2	-2	4
36.5 - 41.5	4	39	-1	-4	4
41.5 - 46.5	15	44	0	0	0
46.5 - 51.5	26	49	1	26	26
51.5 - 56.5	14	54	2	28	56
56.5 - 61.5	5	59	3	15	45
61.5 - 66.5	1	64	4	4	16
Σf	66			Σfu 67	Σfu^2 151

$$\bar{X} = 44 + \frac{67}{66} \times 5 = 49.07$$

$$S = 5 \sqrt{\frac{\frac{151}{66} - \left(\frac{67}{66}\right)^2}{66}} = 5.61$$

$$V = \frac{5.61}{49.07} \times 100 = 11.43 \%$$

$$Z = 66 \times 0.8 = 52.8$$

$$\delta_c = P_{80} = 51.5 + \left(\frac{52.8 - 46}{14}\right) \times 5 = 54 \times 10^{-3} \text{ pulg}$$

INTERVALO DE CLASE	Frecuencia
32 - 36	1
37 - 41	4
42 - 46	15
47 - 49 - 51	26
52 - 56	14
57 - 61	5
62 - 66	1
Σf	66

marca de clase

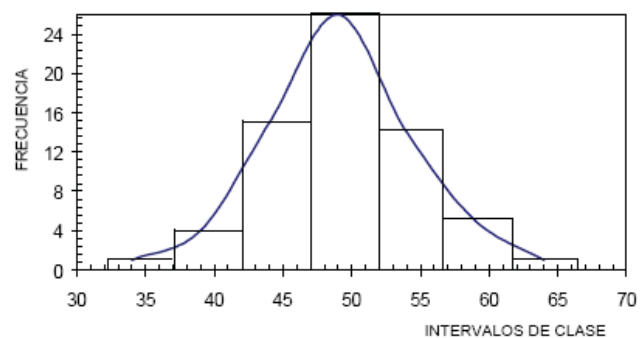


Fig. HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIAS

RESUMEN DE DEFLEXIONES CARACTERISTICAS EN TRAMO.

CARRETERA:		<u>ACAMBARO - MORELIA</u>		
TRAMO:		<u>ACAMBARO - ZINAPECUARO</u>		
SUBTRAMO:		<u>Km. 15+000 AL Km. 23+000</u>		
ORIGEN:		<u>ACAMBARO, GTO.</u>		
FECHA:				
Km. A Km.		DEFLEXIÓN CARACTERISTICA	EAL	ESPESOR DE REFUERZO (CM)
15	16	53.6	1.1×10^6	7.0
16	17	40.0	1.1×10^6	5.0
17	18	51.3	1.1×10^6	7.0
18	19	40.2	1.1×10^6	5.0
19	20	49.8	1.1×10^6	7.0
20	21	51.5	1.1×10^6	7.0
21	22	53.8	1.1×10^6	7.0
22	23	55.8	1.1×10^6	7.0

Interpretación de resultados de espesores de refuerzo

Cuando las deflexiones reales medidas en el campo, caracterizadas por el 80 percentil, son mayores a la deflexión tolerable, se procede a realizar el diseño de la sobrecarpeta de refuerzo para el periodo de diseño que se requiera. Si la magnitud de las diferencias de las deflexiones medidas en campo y la tolerable son grandes, se obtendrán resultados de espesores de carpeta de refuerzo superiores a 10 cm, por ello se propone analizar todo el proceso y los datos proporcionados por otros estudios (levantamiento de daños y deterioros) para conocer la posible causa que origina este resultado. Puede ser que el pavimento se encuentre en un estado de fatiga, entonces se propone realizar estudios de pozos a cielo abierto, para definir las calidades y su grado de respuesta a la funcionalidad que cada capa de la estructura del pavimento.

Obtención del la deflexión tolerable o admisible.

Para el calculo de la deflexión tolerable tomaremos en cuenta la normativa que se referencia en el manual de administración de pavimentos en vialidades urbanas Tomo XIV de la secretaria de comunicaciones y trasportes.

En donde es considerado el índice de transito como principal elemento para encontrar la deflexión admisible.

Donde:

$$IT = 6.7 \left(\frac{EWL}{10^6} \right)^{0.119}$$

EWL = Equivalente de carga de 5000 lb por rueda con llanta dual, para una repetición de una carga particular media.

Constantes del EWL presentadas por Hveem para llantas dual de vehículos carreteros comerciales.

Tipo de vehículo No de ejes con llanta dual	EWL de diseño anual por vehículo y por día	
	CARRETERAS INTERESTATALES	CALLES Y AVENIDAS
2	280	200
3	930	690
4	1320	1070
5	3190	1700
6	1950	1050

Nota 1: Las constantes están basadas en el conteo de vehículos en ambas direcciones, pero su valor se refiere a un solo sentido del transito

Nota 2: La determinación de la Constante del EWL es independiente del TPDA. Su valor depende del tipo de camión y la distribución de cargas circulantes

El factor de expansión del tránsito (F_t) que representa el incremento del tránsito basado en su tasa de crecimiento anual, esta dado por la ecuación:

$$F_t = \frac{1 + (1 + r)^{n-1}}{2}$$

Donde:

F_t =Factor de expansión del tránsito

r =Tasa de crecimiento anual

n =periodo de diseño

$$F_t = \frac{1 + (1 + 0,05)^{10-1}}{2} = 1,27$$

categoria	vol. Diario camiones	factor de exp. F_t	VPDA aumentado	Constante EWL	EWL anual
2 ejes	256	1.27	325.12	280	91033.6
3 ejes	188	1.07	201.16	930	187078.8
5 ejes	101	1.04	105.04	3190	335077.6
6 ejes	73	1.02	74.46	1950	145197
EWL ACUMULADO =					758,387
EWL 10 AÑOS = 758,387 x 10 = 7,583,870.00					

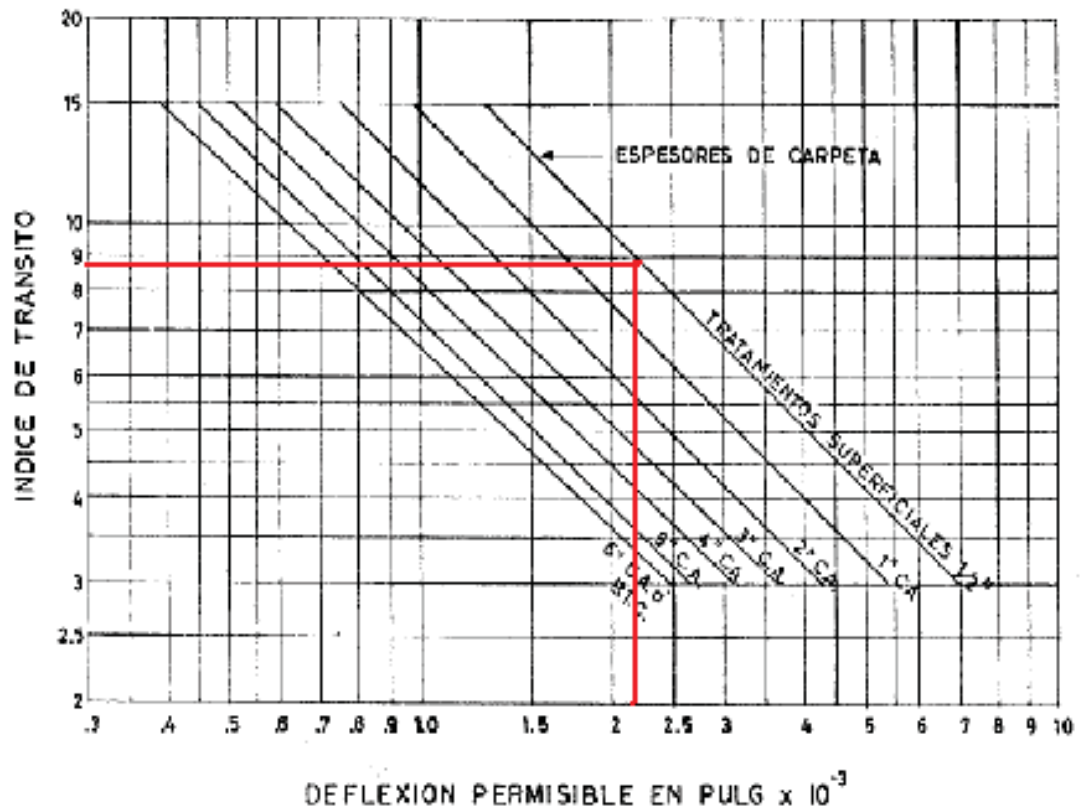
Tabla para calcular EWL acumulado

Calculando el I_t :

$$I_t = 6.7 \left[\frac{7,583,870}{10^6} \right]^{0.119} = 8,52$$

DEFLEXION PERMISIBLE

Con el valor obtenido del índice de tránsito se procede a obtener la deflexión permisible o tolerable a través de la siguiente grafica.



Por lo tanto la deflexión permisible a través de la grafica basada en la fatiga del C.A es de:

$$D_{perm} = 0.021 \text{ pulg}$$

La deflexión permisible obtenida por medio de formula seria:

$$N = K_1 / D_{adm}^{(k_2)}$$

$$7,583,870 = 1.15 / D_{adm}^{(4)}$$

$$D_{adm} = 0.0198$$

Por lo tanto la deflexión permisible por medio de la formula será:

$$D_{perm} = 0.020 \text{ pulg}$$

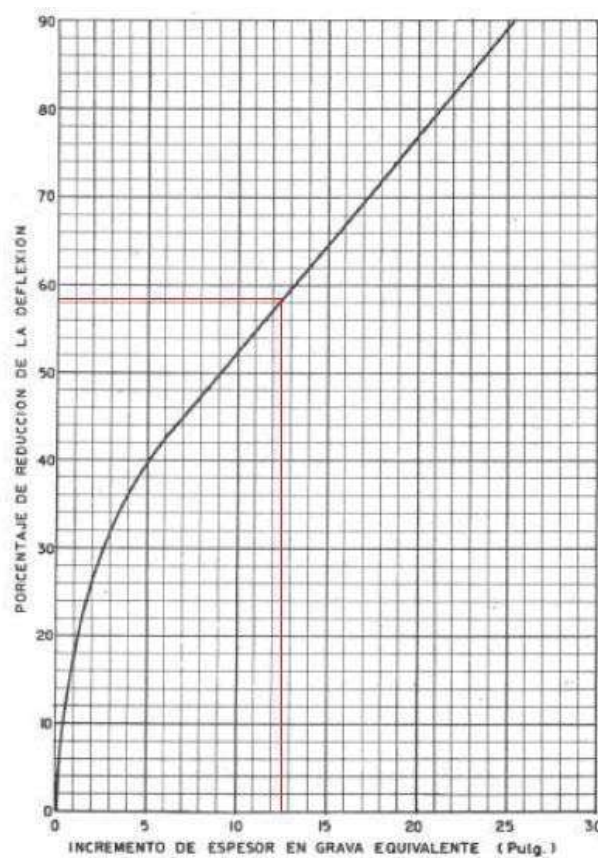
ESPESOR DE REFUERZO

Para el cálculo del refuerzo es considerada la relación obtenida para la deflexión característica y de la deflexión permisible que es obtenida con las siguientes formulas:

$$\frac{\delta_C - \delta_P}{\delta_C} \times 100 \quad \delta_C - \delta_P = 0,051 - 0,021 = 0,03$$

$$\frac{0,03}{0,051} \times 100 = 0,588 = 58,8 \%$$

Es el resultado en porcentaje a la deflexión característica misma que se utilizara para encontrar el espesor de refuerzo en la grafica siguiente:



Interpretación de la grafica

Se puede observar de la grafica que para un porcentaje de la deflexión característica en relación a la deflexión permisible se requiere un espesor de refuerzo de aproximadamente de **12.5 pulg** es decir para reducir un 58% la deflexión característica del tramo es necesario ajustar las dimensiones del espesor de la carpeta asfáltica esto con el fin de disminuir el impacto que tiene la deflexión hacia el todo el firme que compone toda la estructura del camino.

La propuesta que se idealice deberá ser objeto de análisis ya con los resultados obtenidos por medio del estudio estructural a través de pozos a cielo abierto y calas para que sea evaluado su nivel estructural con las pruebas del laboratorio y así poder determinar la mejor propuesta de conservación de este pavimento.

El resultado obtenido de 12.5 pulg puede ser que nos lleve a la elaboración de una base asfáltica y el aumento de la carpeta asfáltica pero esto solo lo haremos hasta conocer el comportamiento de las capas inferiores a la carpeta ya que dependiendo de su situación actual y comportamiento, es como se realiza la toma de decisiones

REPORTE FOTOGRAFICO MEDICION DE DEFLEXIONES



Vista general de los trabajos con la viga benkelman



Medición en las llantas lado derecho a cada 20 Mts en tramos representativos.



toma de lectura del lado izquierdo del eje para obtener resultado mas exactos de las deflexiones.



en cada lectura hay que volver a colocar el mano metro en un buen rango de movimiento para no obtener resultados erróneos.

REPORTE FOTOGRAFICO MEDICION DE DEFLEXIONES



se debe tener toda la protección tanto de la gente que realiza el estudio como del vehículo.



también de debe poner gente bandereando para Desviar el transito y por seguridad del estudio.



se debe realizar la medición de la temperatura en lugares aleatorios ya que las deflexiones también varían con la temperatura.



la colocación de la viga debe ser justo en medio de las llantas gemelas del eje en cualquiera de sus la dos.

OBSERVACIONES DE LA TOMA DE DEFLEXIONES CON LA VIGA BENKELMAN

La evaluación estructural determinó que el estado actual del pavimento (basado en las deflexiones), está presentando un comportamiento adecuado en la totalidad del tramo. Se comprobó que actualmente, las deflexiones características son mayores a las admisibles para el mismo año, demostrando en general que el desempeño que presenta tanto carpeta asfáltica del pavimento, como las capas subyacentes deben de ser evaluados a un nivel mas profundo. Es decir, nos muestra que los problemas de funcionalidad localizados, son debidos principalmente a las capas superficiales y que no se ha comprometido sustancialmente a los materiales granulares.

Pero esta evaluación basado en deflexiones aun debe de ser comparada con la obtenida en las pruebas de laboratorio realizadas al material correspondiente a las capas que subyacen a la carpeta asfáltica, ya que los resultados obtenidos por la viga nos demuestran que de menos la carpeta asfáltica esta siendo afectada por la fatiga.

EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Otra forma de evaluar una estructura de pavimento, es por medio de calas que se le hacen a los pavimentos, determinando las características mecánicas de los materiales de las capas que lo conforman, con la finalidad de predecir el comportamiento a la fecha y a futuro ante las acciones de las cargas del tránsito y su frecuencia.

Es usual que las autoridades responsables de la Administración de Pavimentos en las localidades hagan una evaluación del pavimento en un cierto tramo, cuando la estructura ya ha fallado, pudiendo evaluarla con anticipación.

El procedimiento que debe seguirse tiene la secuencia siguiente:

Una vez que se determinó el tipo de superficie de rodamiento, el índice de servicio actual (valor que generalmente debe por abajo del nivel de 2.5 de rechazo), los tipos y la severidad de daños, se está entonces en la posibilidad de recomendar estudios con sondeos en la estructura del pavimento. El número de sondeos por kilómetro se recomienda sea de 2, cuya profundidad será el resultado de la suma de las capas del pavimento más 1 metro. Los materiales deben ser llevados al laboratorio donde se someterán a las pruebas que determinen su calidad. En la tabla siguiente se especifican los ensayos que se le tienen que hacer y la recomendación de los valores que deben reunir como mínimo.

La forma de evaluar las estructuras de los pavimentos, utilizando el Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM, toma como base la recopilación y análisis de la información que permitió decidir por aquellos tramos de la red vial que están por abajo del nivel de rechazo en el Índice de Servicio Actual y, presentan daños de consideración como baches, agrietamientos, rederas, y todas aquellas fallas que denoten un pavimento en malas condiciones.

ESTUDIO ESTRUCTURAL POR MEDIO DE CALAS Y POZOS A CIELO ABIERTO

Se realizó, un estudio de calas y pozos a cielo abierto para conocer la estructura de los pavimentos y la calidad de los materiales que conforman esa estructura.

En una primera parte se realizaron las siguientes actividades: la práctica de un sondeo por carretera y la búsqueda de información sobre la estructura de los pavimentos construidos, con el objetivo de llegar a tener información estructural a un nivel de mayor detalle, sobre todo en los tramos críticos del tramo Acámbaro - Zinapécuaro definidos por la manifestación de deterioro superficial y deflexiones del pavimento superiores a las tolerables. Con la información obtenida de estos estudios se puede alimentar el programa del módulo estructural para realizar revisiones y diseños mediante la metodología empleada a través de los programas de administración de pavimentos.

A través de los análisis realizados mediante los programas, se obtienen los resultados de las evaluaciones de las carreteras que se encuentran en estados críticos respecto a su funcionalidad estructural. Para realizar dichas evaluaciones, se deberán efectuar estudios de pruebas destructivas de campo a cielo abierto, con el objetivo de analizar mediante pruebas de laboratorio, las propiedades de las muestras de cada capa extraída en campo, y definir si éstas cumplen con las características que requieren los materiales empleados en la funcionalidad de cada capa del pavimento

ESTRATIGRAFÍA DE SONDEOS

ESTUDIO: ESTUDIO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO Y SU RECONSTRUCCIÓN
 UBICACIÓN: TRAMO : LIM. EDOS. GTO /MICH.-T. SAN JOSE (ACAMBARO - ZINAPECUARO)
 SUBTRAMO: KM 15+000 A KM 23+000 FECHA: _____

SONDEO N°: 1
 UBICACIÓN: Km. 15+100, Lado Izquierdo
 Tipo: Pozo a cielo abierto

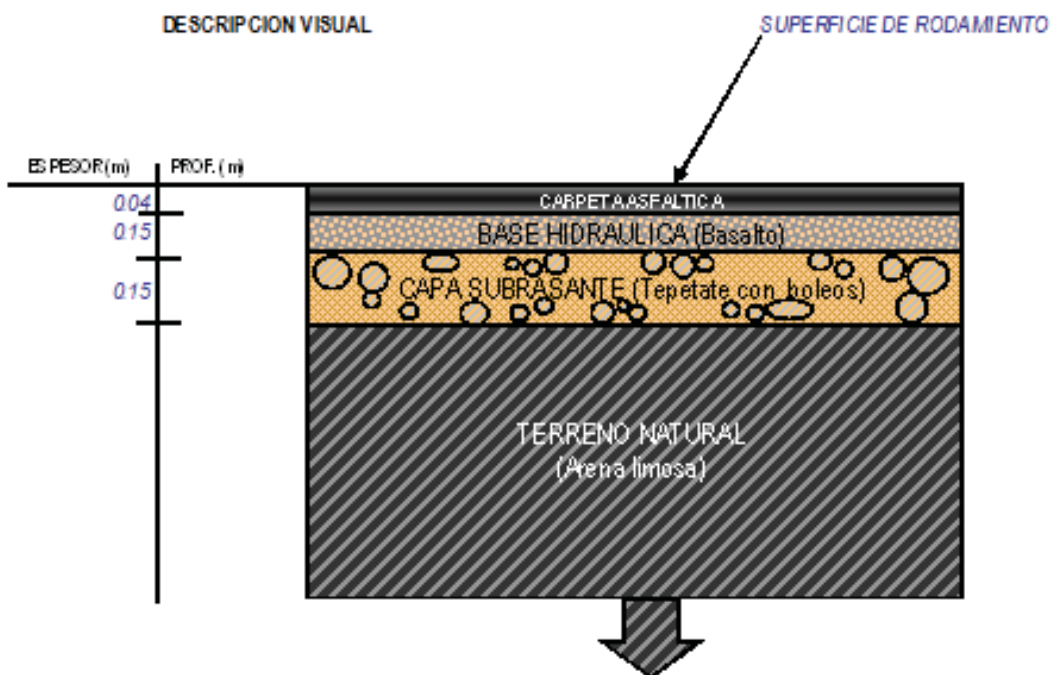


Fig.() Representación de la descripción visual que se tomo en campo para PCA en el km 15+100 en donde se pretende demostrar las dimensiones de la estructura del pavimento en ese lugar, así como también la composición del material que lo conforma.

ESTRATIGRAFÍA DE SONDEOS

ESTUDIO: *ESTUDIO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO Y SU RECONSTRUCCIÓN*
 UBICACIÓN: *TRAMO : LIM. EDOS. GTO./MICH.-T. SAN JOSE (ACAMBARO-ZINAPCUARO)*
 SUBTRAMO: *KM 15+000 A KM 23+000* FECHA:

SONDEO N° : *2*
 UBICACIÓN : *Km. 16+400, Lado Derecho*
 Tipo : *Pozo a cielo abierto*

DESCRIPCION VISUAL

SUPERFICIE DE RODAMIENTO

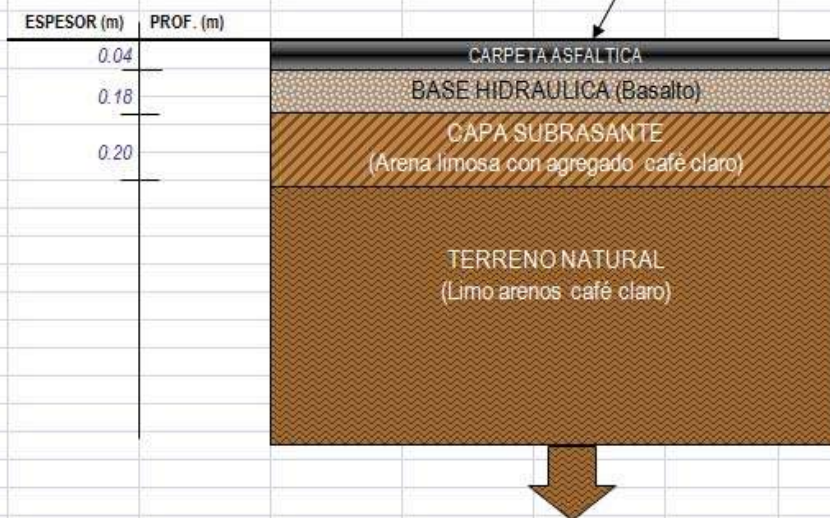


Fig.() Representación de la descripción visual que se tomó en campo para PCA en el km 16+400 en donde se pretende demostrar las dimensiones de la estructura del pavimento en ese lugar, así como también la composición del material que lo conforma.

ESTRATIGRAFÍA DE SONDEOS

ESTUDIO: *ESTUDIO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIEMTO Y SU RECONSTRUCCIÓN*
 UBICACIÓN: *TRAMO : LIM. EDOS. GTO./MICH.-T. SAN JOSE (ACAMBARO -MORELIA)*
 SUBTRAMO: *KM 15+000 A KM 23+000* FECHA: _____

SONDEO N°: *3*
 UBICACIÓN: *Km.17+300, Lado Izquierdo*
 Tipo: *Pozo a cielo abierto*

DESCRIPCION VISUAL

SUPERFICIE DE RODAMIENTO



Fig.() Representación de la descripción visual que se tomo en campo para PCA en el km 17+300 en donde se pretende demostrar las dimensiones de la estructura del pavimento en ese lugar, así como también la composición del material que lo conforma.

ESTRATIGRAFÍA DE SONDEOS

ESTUDIO: *ESTUDIO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO Y SU RECONSTRUCCIÓN*
 UBICACIÓN: *TRAMO : LIM. EDOS. GTO./MICH.-T. SAN JOSE (ACAMBARO-MORELIA)*
 SUBTRAMO: *KM 15+000 A KM 23+000* FECHA:

SONDEO N° : *4*
 UBICACIÓN : *Km. 18+200, Lado Derecho*
 Tipo : *Pozo a cielo abierto*

DESCRIPCION VISUAL

SUPERFICIE DE RODAMIENTO



Fig.() Representación de la descripción visual que se tomo en campo para PCA en el km 18+200 en donde se pretende demostrar las dimensiones de la estructura del pavimento en ese lugar, así como también la composición del material que lo conforma.

ESTRATIGRAFÍA DE SONDEOS

ESTUDIO: *ESTUDIO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO Y SU RECONSTRUCCIÓN*
 UBICACIÓN: *TRAMO : LIM. EDOS. GTO./MICH.-T. SAN JOSE*
 SUBTRAMO: *KM 15+000 A KM 23+000* FECHA:

SONDEO N° : *5*
 UBICACIÓN : *Km. 19+400, Lado Izquierdo*
 Tipo : *Pozo a cielo abierto*

DESCRIPCION VISUAL

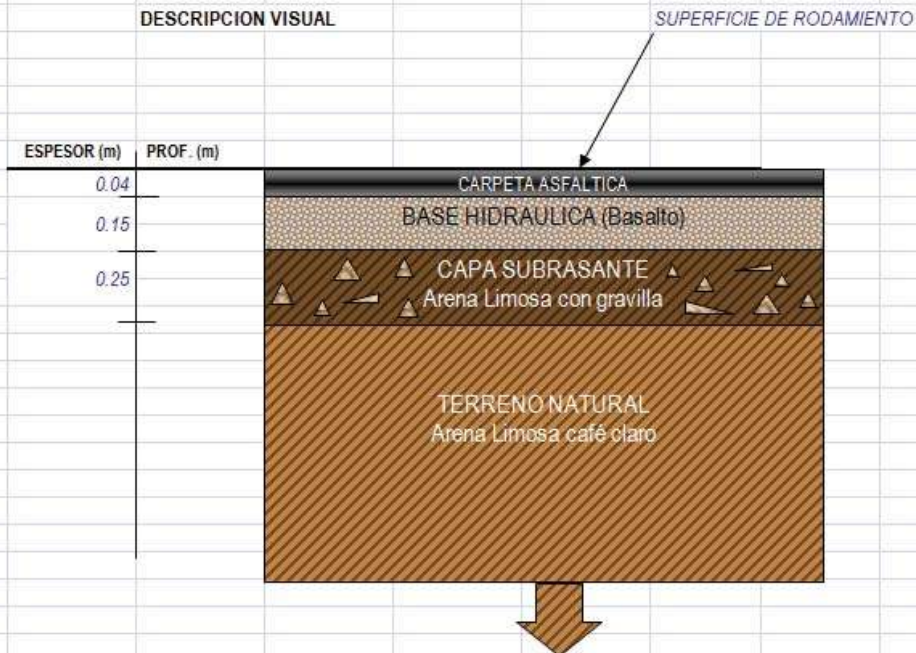


Fig.() Representación de la descripción visual que se tomó en campo para PCA en el km 19+400 en donde se pretende demostrar las dimensiones de la estructura del pavimento en ese lugar, así como también la composición del material que lo conforma.

ESTRATIGRAFÍA DE SONDEOS

ESTUDIO: *EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO Y ELABORACIÓN DE DICTAMENES TÉCNICOS*UBICACIÓN: *TRAMO : LIM. EDOS. GTO./MICH.-T. SAN JOSE*SUBTRAMO: *KM 15+000 A KM 23+000*FECHA: *17-dic-07*SONDEO N° : *6*UBICACIÓN : *Km.21+400, Lado Izquierdo*Tipo : *Pozo a cielo abierto*

DESCRIPCION VISUAL

SUPERFICIE DE RODAMIENTO

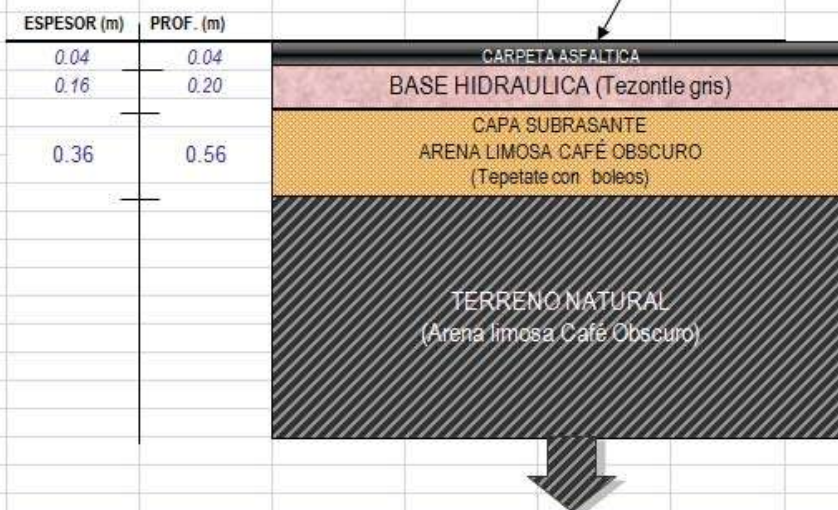


Fig.() Representación de la descripción visual que se tomo en campo para PCA en el km 21+400 en donde se pretende demostrar las dimensiones de la estructura del pavimento en ese lugar, así como también la composición del material que lo conforma.

ESTRATIGRAFÍA DE SONDEOS

ESTUDIO: *EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO Y ELABORACIÓN DE DICTAMENES TÉCNICOS*UBICACIÓN: *TRAMO : LIM. EDOS. GTO./MICH.-T. SAN JOSE*SUBTRAMO: *KM 15+000 A KM 23+000*FECHA: *17-dic-07*SONDEO N°: *7*UBICACIÓN: *Km.22+500, Lado Izquierdo*Tipo: *Pozo a cielo abierto*

DESCRIPCION VISUAL

SUPERFICIE DE RODAMIENTO

ESPESOR (m)

PROF. (m)

0.04

0.04

0.012

0.16

0.15

0.31

CARPETA ASFALTICA

BASE HIDRAULICA (Tezontle gris)

CAPA SUBRASANTE

ARENA LIMOSA CAFÉ OSCURO (Tepetate con boleos)

TERRENO NATURAL

(Arena limosa Café Oscuro)

Fig.() Representación de la descripción visual que se tomo en campo para PCA en el km 22+500 en donde se pretende demostrar las dimensiones de la estructura del pavimento en ese lugar, así como también la composición del material que lo conforma.

RESUMEN DEL MATERIAL QUE SE OBSERVA EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EN EL TRAMO
ACAMBARO-ZINAPECUARO DEL KM 15+000 AL 23+000

KM	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
	BASE	SUB-BASE	SUB.RAS	T.N
15+100	basalto	-	tep. Con boleó	arena limosa
16+400	basalto	-	arena limosa	limo arenosa
17+300	tezontle	-	tepetate	arena limosa
18+200	tezontle gris	-	arena limosa	limo arenosa
19+400	basalto	-	arena limosa c/g	limo arenosa
21+400	tezontle gris	-	are-lim (con bol)	arena limosa
22+500	tezontle gris	-	are-lim (con bol)	arena limosa

RESUMEN DEL ESPESOR QUE SE OBSERVA EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EN EL TRAMO
ACAMBARO-ZINAPECUARO DEL KM 15+000 AL 23+000

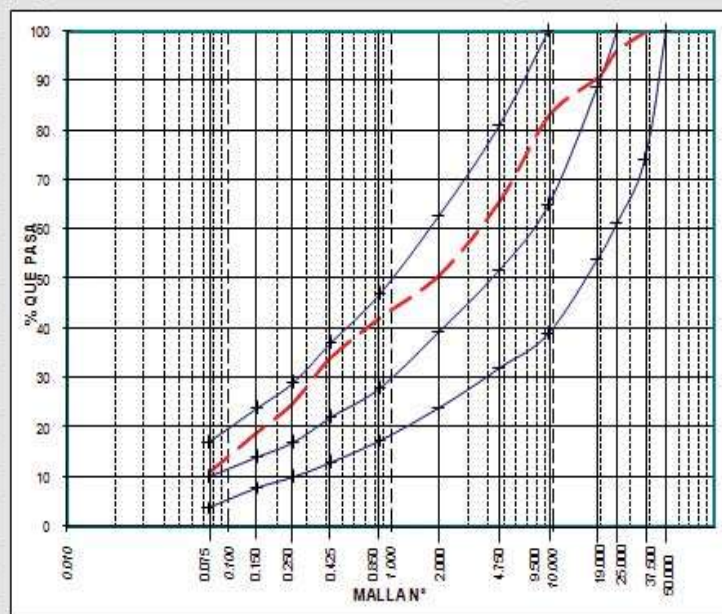
KM	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO (CM)				
	CARPETA	BASE	SUB-BASE	SUB.RAS	T.N
15+100	4	15		15	INF
16+400	4	18		20	INF
17+300	3	15		12	INF
18+200	4	12		22	INF
19+400	4	15		25	INF
21+400	4	16		36	INF
22+500	4	12		15	INF

Se puede observar deficiencias en la estructura del pavimento actual, por lo cual es la idea de hacer el análisis para determinar que condición de pavimento sería ideal para este tramo en estudio.

REPORTE DE ENSAYE DE MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA:	TRAMO: LIM. EDOS. GTO/MICH. - T. SAN JOSÉ	ENSAYE N°	846
LOCALIZACION:	SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000	FECHA DE RECIBO:	
	SONDEO EN KM. 15+100 LADO DERECHO	FECHA DE INFORME:	

MUESTRA DE:	BASE HIDRÁULICA	TIPO DE MATERIAL:	ARENA CON AGREGADO (BASALTO) TRITURADO
P.E. Seco y Suelto, Kg/m ³	1290	Limite Líquido, %	25.0
P.E. Seco y Máximo, Kg/m ³	1720	Limite Plástico, %	N.P.
Humedad Óptima, %	10.8	Índice Plástico, %	N.P.
V.R.S. (estándar), %	108	Contracción Lineal, %	0.5
Expansión, %	0.0	Equivalente de Arena, %	64.5
Absorción, %	5.0	V. Cementante, kg/cm ²	
Densidad	2.00	Clasificación S.U.C.S.	



COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

MALLA	% QUE PASA
2" (50.0 mm)	
1 1/2" (37.5 ")	100
1" (25.0 ")	96
3/4" (19.0 ")	91
3/8" (9.5 ")	83
Nº 4 (4.75 ")	66
Nº 10 (2.00 ")	51
Nº 20 (0.85 ")	42
Nº 40 (0.425 ")	34
Nº 60 (0.250 ")	25
Nº 100 (0.150 ")	19
Nº 200 (0.075 ")	11
Desperdicio, %	0.0
TAMAÑO MAX. =	2 "

OBSERVACIONES:

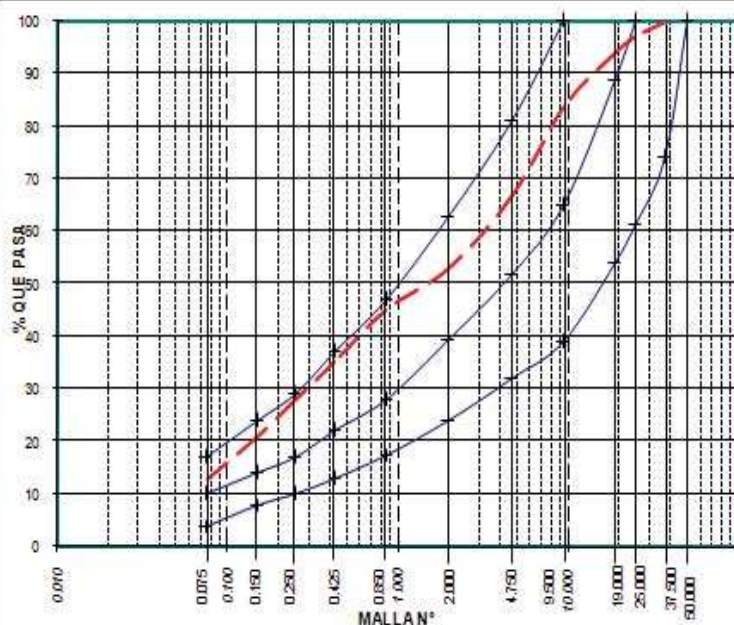
REPORTE DE ENSAYE DE MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA:	TRAMO: LIM. EDOS. GTO/MICH. - T. SAN JOSÉ	ENSAYE N°	850
LOCALIZACION:	SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000	FECHA DE RECIBO:	
	SONDEO EN KM. 16+400 LADO IZQUIERDO	FECHA DE INFORME:	

MUESTRA DE:	BASE HIDRÁULICA	TIPO DE MATERIAL:	ARENA CON AGREGADO (BASALTO)
-------------	-----------------	-------------------	------------------------------

P.E. Seco y Suelto, Kg/m ³	1312
P.E. Seco y Máximo, Kg/m ³	1722
Humedad Optima, %	10.2
V.R.S. (estándar), %	107
Expansión, %	0.0
Absorción, %	5.1
Densidad	1.90

Limite Líquido, %	21.5
Limite Plástico, %	N.P.
Indice Plástico, %	N.P.
Contracción Lineal, %	0.0
Equivalente de Arena, %	64.0
V. Cementante, kg/cm ²	
Clasificación S.U.C.S.	



COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

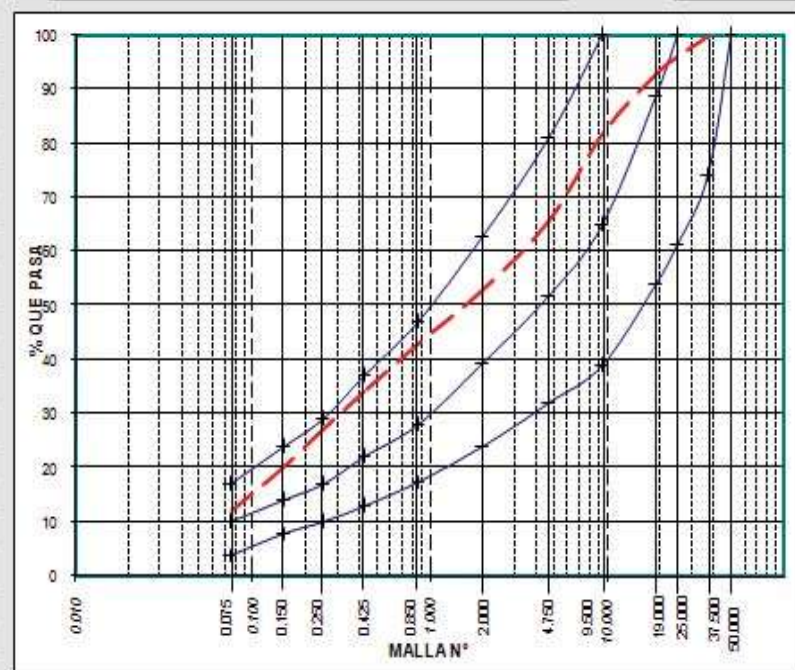
MALLA	% QUE PASA
2" (50.0 mm)	
1 1/2" (37.5 ")	100
1" (25.0 ")	97
3/4" (19.0 ")	94
3/8" (9.5 ")	84
Nº 4 (4.75 ")	67
Nº 10 (2.00 ")	53
Nº 20 (0.85 ")	45
Nº 40 (0.425 ")	35
Nº 60 (0.250 ")	28
Nº 100 (0.150 ")	21
Nº 200 (0.075 ")	13
Desperdicio, %	0.0
TAMAÑO MAX. =	2 "

OBSERVACIONES:

REPORTE DE ENSAYE DE MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA:	TRAMO: LIM. EDOS. GTO/MICH. - T. SAN JOSÉ	ENSAYE N°	854
LOCALIZACION:	SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000	FECHA DE RECIBO:	
	SONDEO EN KM. 17+300 LADO IZQUIERDO	FECHA DE INFORME:	

MUESTRA DE:	BASE HIDRÁULICA	TIPO DE MATERIAL:	TEZONTLE GRIS
P.E. Seco y Suelto, Kg/m ³	1285	Limite Líquido, %	20.0
P.E. Seco y Máximo, Kg/m ³	1716	Limite Plástico, %	N.P.
Humedad Óptima, %	11.4	Índice Plástico, %	N.P.
V.R.S. (estándar), %	102	Contracción Lineal, %	0.0
Expansión, %	0.0	Equivalente de Arena, %	63.8
Absorción, %	5.2	V. Cementante, kg/cm ²	
Densidad	1.92	Clasificación S.U.C.S.	



COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

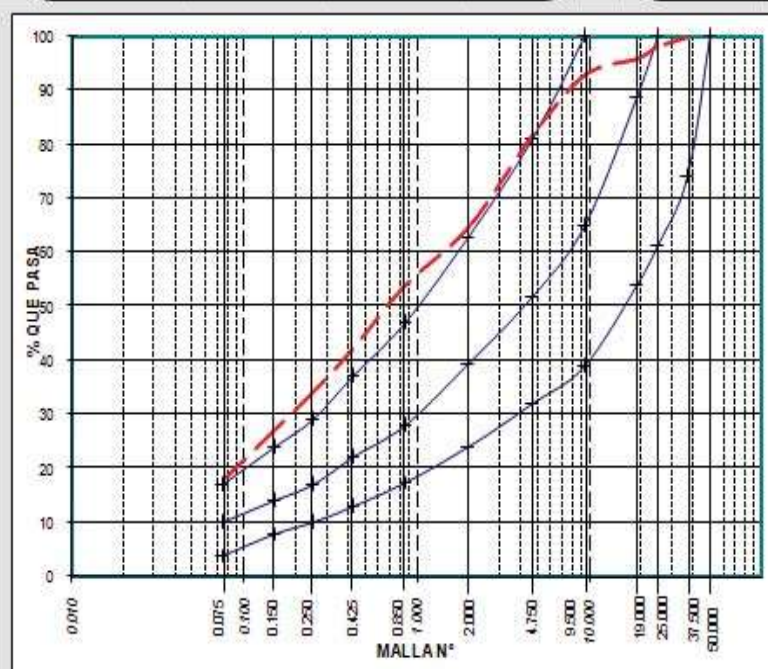
MALLA	% QUE PASA
2" (50.0 mm)	
1 1/2" (37.5 ")	100
1" (25.0 ")	96
3/4" (19.0 ")	93
3/8" (9.5 ")	82
Nº 4 (4.75 ")	66
Nº 10 (2.00 ")	53
Nº 20 (0.85 ")	43
Nº 40 (0.425 ")	34
Nº 60 (0.250 ")	27
Nº 100 (0.150 ")	20
Nº 200 (0.075 ")	12
Desperdicio, %	0.0
TAMAÑO MAX. =	2 "

OBSERVACIONES:

REPORTE DE ENSAYE DE MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA:	TRAMO: LIM. EDOS. GTO/MICH. - T. SAN JOSÉ	ENSAYE N°	859
LOCALIZACION:	SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000	FECHA DE RECIBO:	
	SONDEO EN KM. 18+200 LADO IZQUIERDO	FECHA DE INFORME:	

MUESTRA DE:	BASE HIDRÁULICA	TIPO DE MATERIAL:	TEZONTLE GRIS
P.E. Seco y Suelto, Kg/m ³	1275	Limite Líquido, %	22.0
P.E. Seco y Máximo, Kg/m ³	1705	Limite Plástico, %	N.P.
Humedad Óptima, %	12.3	Índice Plástico, %	N.P.
V.R.S. (estándar), %	101	Contracción Lineal, %	0.0
Expansión, %	0.0	Equivalente de Arena, %	61.3
Absorción, %	5.5	V. Cementante, kg/cm ²	
Densidad	1.98	Clasificación S.U.C.S.	



COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

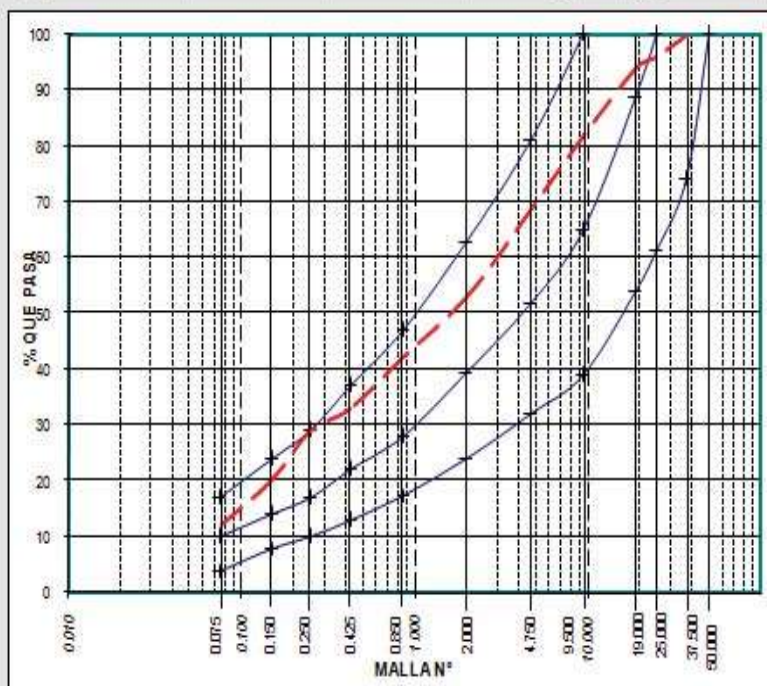
MALLA	% QUE PASA
2" (50.0 mm)	
1 1/2" (37.5 ")	100
1" (25.0 ")	98
3/4" (19.0 ")	96
3/8" (9.5 ")	93
Nº 4 (4.75 ")	82
Nº 10 (2.00 ")	65
Nº 20 (0.85 ")	54
Nº 40 (0.425 ")	42
Nº 60 (0.250 ")	34
Nº 100 (0.150 ")	27
Nº 200 (0.075 ")	18
Desperdicio, %	0.0
TAMAÑO MAX. =	2 "

OBSERVACIONES:

REPORTE DE ENSAYE DE MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA:	TRAMO: LIM. EDOS. GTO/MICH. - T. SAN JOSÉ	ENSAYE N°	864
LOCALIZACION:	SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000	FECHA DE RECIBO:	
	SONDEO EN KM. 19+400 LADO IZQUIERDO	FECHA DE INFORME:	

MUESTRA DE:	BASE HIDRÁULICA	TIPO DE MATERIAL:	TEZONTLE GRIS
P.E. Seco y Suelto, Kg/m ³	1280	Limite Líquido, %	25.0
P.E. Seco y Máximo, Kg/m ³	1712	Limite Plástico, %	N.P.
Humedad Óptima, %	13.0	Índice Plástico, %	N.P.
V.R.S. (estándar), %	104	Contracción Lineal, %	0.0
Expansión, %	0.0	Equivalente de Arena, %	62.5
Absorción, %	5.9	V. Cementante, kg/cm ²	
Densidad	2.00	Clasificación S.U.C.S.	



COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

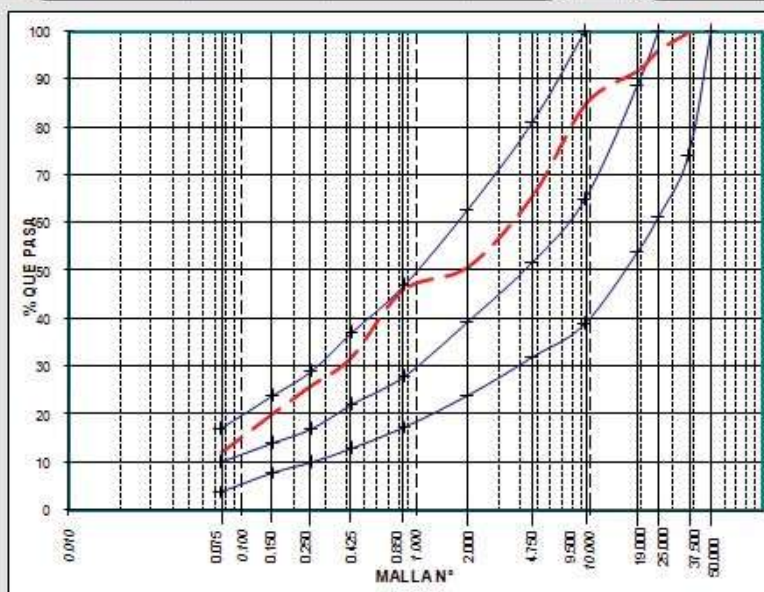
MALLA	% QUE PASA
2" (50.0 mm)	
1 1/2" (37.5 ")	100
1" (25.0 ")	96
3/4" (19.0 ")	94
3/8" (9.5 ")	82
Nº 4 (4.75 ")	69
Nº 10 (2.00 ")	53
Nº 20 (0.85 ")	42
Nº 40 (0.425 ")	33
Nº 60 (0.250 ")	29
Nº 100 (0.150 ")	20
Nº 200 (0.075 ")	12
Desperdicio, %	0.0
TAMAÑO MAX. =	2 "

OBSERVACIONES:

REPORTE DE ENSAYE DE MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA:	TRAMO: LIM. EDOS. GTO/MICH. - T. SAN JOSÉ	ENSAYE N°	869
LOCALIZACION:	SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000	FECHA DE RECIBO:	
	SONDEO EN KM. 21+400 LADO IZQUIERDO	FECHA DE INFORME:	

MUESTRA DE:	BASE HIDRÁULICA	TIPO DE MATERIAL:	TEZONTLE GRIS
P.E. Seco y Suelto, Kg/m ³	1276	Limite Líquido, %	23.0
P.E. Seco y Máximo, Kg/m ³	1710	Limite Plástico, %	N.P.
Humedad Óptima, %	11.4	Índice Plástico, %	N.P.
V.R.S. (estándar), %	10	Contracción Lineal, %	0.0
Expansión, %	0.0	Equivalente de Arena, %	63.0
Absorción, %	5.5	V. Cementante, kg/cm ²	
Densidad	1.92	Clasificación S.U.C.S.	

**COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA**

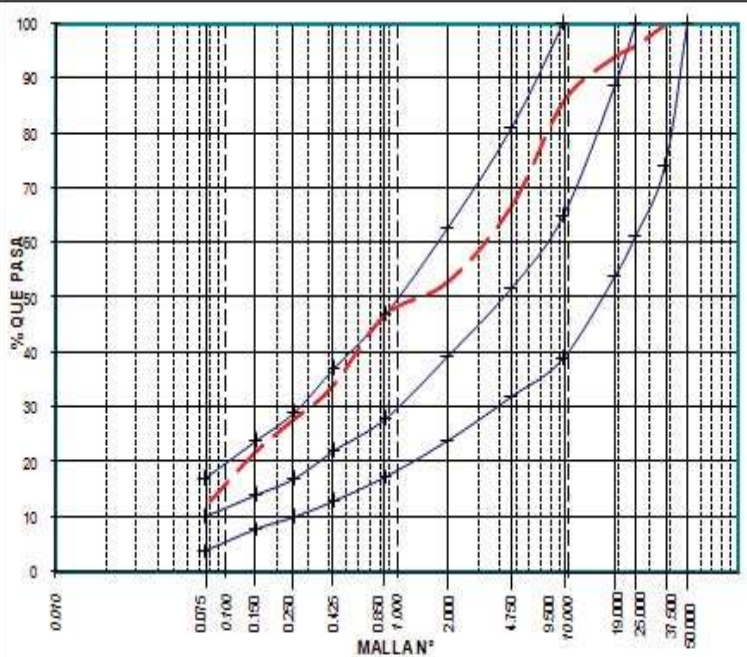
MALLA	% QUE PASA
2" (50.0 mm)	
1 1/2" (37.5 ")	100
1" (25.0 ")	96
3/4" (19.0 ")	92
3/8" (9.5 ")	85
Nº 4 (4.75 ")	66
Nº 10 (2.00 ")	51
Nº 20 (0.85 ")	46
Nº 40 (0.425 ")	32
Nº 60 (0.250 ")	26
Nº 100 (0.150 ")	20
Nº 200 (0.075 ")	12
Desperdicio, %	0.0
TAMAÑO MAX. =	2 "

OBSERVACIONES:

REPORTE DE ENSAYE DE MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA:	TRAMO: LIM. EDOS. GTO/MICH. - T. SAN JOSÉ	ENSAYE N°	873
LOCALIZACION:	SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000	FECHA DE RECIBO:	
	SONDEO EN KM. 22+500 LADO DERECHO	FECHA DE INFORME:	

MUESTRA DE:	BASE HIDRÁULICA	TIPO DE MATERIAL:	TEZONTLE GRIS
P.E. Seco y Suelto, Kg/m ³	1265	Limite Líquido, %	22.0
P.E. Seco y Máximo, Kg/m ³	1690	Limite Plástico, %	N.P.
Humedad Óptima, %	11.9	Índice Plástico, %	N.P.
V.R.S. (estándar), %	103	Contracción Lineal, %	0.0
Expansión, %	0.0	Equivalente de Arena, %	62.0
Absorción, %	5.6	V. Cementante, kg/cm ²	
Densidad	1.98	Clasificación S.U.C.S.	



COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

MALLA	% QUE PASA
2" (50.0 mm)	
1 1/2" (37.5 ")	100
1" (25.0 ")	96
3/4" (19.0 ")	94
3/8" (9.5 ")	86
Nº 4 (4.75 ")	67
Nº 10 (2.00 ")	53
Nº 20 (0.85 ")	47
Nº 40 (0.425 ")	34
Nº 60 (0.250 ")	28
Nº 100 (0.150 ")	22
Nº 200 (0.075 ")	12
Desperdicio, %	0.0
TAMAÑO MAX. =	2 "

OBSERVACIONES:

INFORME DE TERRACERÍAS

OBRA:		LIM. EDOS. GTO / MICH. - T. SAN JOSÉ				ENSAYES N°:		
LOCALIZACION		SUBTRAMO: KM. 15+000 A KM. 23+000				FECHA DE RECIBO:		
						FECHA DE INFORME:		

IDENTIFI- CACION	NUM. DE ENSAYE	851	852	853
	ESTACION Km.	16+400	16+400	16+400
	LADO	DERECHO	DERECHO	DERECHO
	CAPA	SUBRASANTE	TERRAPLÉN	T. NATURAL

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MÁXIMO	2"	3"	2"
	% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm.	0.0	0.0	0.0
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm.	61	54	81
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm.	38	35	72
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm.	26	29	59
	EQUIVALENTE DE ARENA			
	LÍMITE LÍQUIDO, %	28.6	29.0	40.0
	ÍNDICE PLÁSTICO, %	N.P.	N.P.	28.0
	CONTRACCIÓN LINEAL, %	2.1	1.2	9.2
	P.E.S. SUELTO, kg/m³	1160	910	1030
	P.E.S. MÁXIMO, kg/m³	1720	1620	1720
	HUMEDAD ÓPTIMA, %	10.1	16.0	22.3
	HUMEDAD NATURAL, %	8.0	11.3	20.0
	COMPACTACIÓN DEL LUGAR, %			
	V.R.S. ESTÁNDAR SATURADO, %	91	74	14
EXPANSIÓN, %	0.1	0.2	3.3	
CLASIFICACIÓN S.O.P. (S.U.C.S.)	SM	SM	CL	

ESTUDIO DE ESPESORES	TIPO DE PRUEBA				
	CURVA DE PROYECTO				
	Cond.	HUMEDAD DE PRUEBA, %			
	del	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %			
	lugar	ESPESOR REQUERIDO, cm.			
	90%	HUMEDAD DE PRUEBA, %	13.1	19.0	25.3
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %	38	30.0	10.5
	COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.			
	95%	HUMEDAD DE PRUEBA, %	11.6	17.5	23.8
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %	45	42	16.7
COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.				
100%	HUMEDAD DE PRUEBA, %				
de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %				
COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.				

NOTA: En gráficas dibujadas por separado se hace el análisis en conjunto de los V.R.S. y espesores de pavimentos requeridos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

INFORME DE TERRACERÍAS

OBRA:		LIM. EDOS. GTO / MICH. - T. SAN JOSÉ			ENSAYES N°:	
LOCALIZACION		SUBTRAMO: KM. 15+000 A KM. 23+000			FECHA DE RECIBO:	
					FECHA DE INFORME:	

IDENTIFI- CACION	NUM. DE ENSAYE	855	856	857
	ESTACION Km.	17+300	17+300	17+300
	LADO	IZQUIERDA	IZQUIERDA	IZQUIERDA
	CAPA	SUBRASANTE	TERRAPLÉN	T. NATURAL

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MÁXIMO	2"	3"	2"
	% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm.	0.0	0.0	0.0
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm.	68	53	82
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm.	39	34	70
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm.	25	27	54
	EQUIVALENTE DE ARENA			
	LÍMITE LÍQUIDO, %	28.1	37.6	38.2
	ÍNDICE PLÁSTICO, %	N.P.	15.3	22.3
	CONTRACCIÓN LINEAL, %	1.1	6.1	9.0
	P.E.S. SUELTO, kg/m ³	1144	908	1017
	P.E.S. MÁXIMO, kg/m ³	1713	1634	1742
	HUMEDAD ÓPTIMA, %	9.7	14.6	21.3
	HUMEDAD NATURAL, %	8.1	12.2	22.5
	COMPACTACIÓN DEL LUGAR, %			
	V.R.S. ESTÁNDAR SATURADO, %	108	76.7	16.5
EXPANSIÓN, %	0.0	0.2	3.1	
CLASIFICACIÓN S.O.P. (S.U.C.S.)	SM	SC	CL	

ESTUDIO DE ESPESORES	TIPO DE PRUEBA				
	CURVA DE PROYECTO				
	Cond.	HUMEDAD DE PRUEBA, %			
	del	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %			
	lugar	ESPESOR REQUERIDO, cm.			
	90%	HUMEDAD DE PRUEBA, %	12.7	17.6	24.3
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %	37	28.0	6.8
	COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.			
	95%	HUMEDAD DE PRUEBA, %	11.2	16.1	22.8
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %	48	33	11.9
	COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.			
	100%	HUMEDAD DE PRUEBA, %			
de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %				
COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.				

NOTA: En gráficas dibujadas por separado se hace el análisis en conjunto de los V.R.S. y espesores de pavimentos requeridos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

INFORME DE TERRACERÍAS

OBRA:		LIM. EDOS. GTO / MICH. - T. SAN JOSÉ			ENSAYES N°:		
LOCALIZACION		SUBTRAMO: KM. 15+000 A KM. 23+000			FECHA DE RECIBO:		
					FECHA DE INFORME:		

IDENTIFI- CACION	NUM. DE ENSAYE	860	861	862
	ESTACION Km.	18+200	18+200	18+200
	LADO	IZQUIERDO	IZQUIERDO	IZQUIERDO
	CAPA	SUBRASANTE	TERRAPLEN	T. NATURAL

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MAXIMO	2"	3"	2"
	% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm.	0.0	0.0	0.0
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm.	68	53	82
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm.	39	34	70
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm.	25	27	54
	EQUIVALENTE DE ARENA			
	LIMITE LIQUIDO, %	28.1	37.6	38.2
	INDICE PLASTICO, %	N.P.	15.3	22.3
	CONTRACCION LINEAL, %	1.1	6.1	9.0
	P.E.S. SUELTO, kg/m3	1144	908	1017
	P.E.S. MAXIMO, kg/m3	1713	1634	1742
	HUMEDAD OPTIMA, %	9.7	14.6	21.3
	HUMEDAD NATURAL, %	8.1	12.2	22.5
	COMPACTACION DEL LUGAR, %			
	V.R.S. ESTANDAR SATURADO, %	108	76.7	16.5
EXPANSION, %	0.0	0.2	3.1	
CLASIFICACION S.O.P. (S.U.C.S.)	SM	SC	CL	

ESTUDIO DE ESPESORES	TIPO DE PRUEBA				
	CURVA DE PROYECTO				
	Cond.	HUMEDAD DE PRUEBA, %			
	del	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %			
	lugar	ESPESOR REQUERIDO, cm.			
	90%	HUMEDAD DE PRUEBA, %	12.7	17.6	24.3
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %	37	28.0	6.8
	COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.			
	95%	HUMEDAD DE PRUEBA, %	11.2	16.1	22.8
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %	48	33	11.9
	COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.			
	100%	HUMEDAD DE PRUEBA, %			
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %			
	COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.			

NOTA: En gráficas dibujadas por separado se hace el análisis en conjunto de los V.R.S. y espesores de pavimentos requeridos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

INFORME DE TERRACERÍAS

OBRA:	LIM. EDOS. GTO / MICH. - T. SAN JOSÉ	ENSAYES N°:	
LOCALIZACION	SUBTRAMO: KM. 15+000 A KM. 23+000	FECHA DE RECIBO:	
		FECHA DE INFORME:	

IDENTIFI- CACION	NUM. DE ENSAYE	865	866	867
	ESTACION Km.	19+400	19+400	19+400
	LADO	DERECHO	DERECHO	DERECHO
	CAPA	SUBRASANTE	TERRAPLEN	T. NATURAL

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MAXIMO	2"	3"	1 1/2"
	% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm.	0.0	0.0	0.0
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm.	71	84	85
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm.	42	53	69
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm.	29	38	57
	EQUIVALENTE DE ARENA			
	LIMITE LIQUIDO, %	26.2	27.5	39.2
	INDICE PLASTICO, %	N.P.	N.P.	23.3
	CONTRACCION LINEAL, %	1.8	2.3	9.3
	P.E.S. SUELTO, kg/m ³	1152	1034	1021
	P.E.S. MAXIMO, kg/m ³	1718	1695	1715
	HUMEDAD OPTIMA, %	10.1	11.9	21.6
	HUMEDAD NATURAL, %	8.6	9.6	23.4
	COMPACTACION DEL LUGAR, %			
	V.R.S. ESTANDAR SATURADO, %	97	88	16.8
EXPANSION, %	0.0	0.5	2.8	
CLASIFICACION S.O.P. (S.U.C.S.)	SM	SM	CL	

ESTUDIO DE ESPESORES	TIPO DE PRUEBA				
	CURVA DE PROYECTO				
	Cond.	HUMEDAD DE PRUEBA, %			
	del	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %			
	lugar	ESPESOR REQUERIDO, cm.			
	90%	HUMEDAD DE PRUEBA, %	13.1	14.9	24.6
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %	19	17.0	6.8
	COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.			
	95%	HUMEDAD DE PRUEBA, %	11.6	13.4	23.1
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %	26	24	12
	COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.			
	100%	HUMEDAD DE PRUEBA, %			
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %			
	COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.			

NOTA: En gráficas dibujadas por separado se hace el análisis en conjunto de los V.R.S. y espesores de pavimentos requeridos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

INFORME DE TERRACERÍAS

OBRA:		LIM. EDOS. GTO / MICH. - T. SAN JOSÉ		ENSAYES N°:			
LOCALIZACION		SUBTRAMO: KM. 15+000 A KM. 23+000		FECHA DE RECIBO:			
				FECHA DE INFORME:			

IDENTIFICACION	NUM. DE ENSAYE	870	871
	ESTACION Km.	21+400	21+400
	LADO	IZQUIERDO	IZQUIERDO
	CAPA	SUBRASANTE	T. NATURAL

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MÁXIMO	2"	2"
	% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm.	0.0	0.0
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm.	73	85
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm.	44	74
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm.	21	61
	EQUIVALENTE DE ARENA		
	LÍMITE LÍQUIDO, %	31.8	40.1
	ÍNDICE PLÁSTICO, %	N.P.	23.5
	CONTRACCIÓN LINEAL, %	1.5	9.6
	P.E.S. SUELTO, kg/m ³	1120	1005
	P.E.S. MÁXIMO, kg/m ³	1660	1625
	HUMEDAD ÓPTIMA, %	10.5	20.8
	HUMEDAD NATURAL, %	7.4	19.0
	COMPACTACIÓN DEL LUGAR, %		
	V.R.S. ESTÁNDAR SATURADO, %	92	15.1
EXPANSIÓN, %	0.0	2.8	
CLASIFICACIÓN S.O.P. (S.U.C.S.)	SM	CL	

ESTUDIO DE ESPESORES	TIPO DE PRUEBA			
	CURVA DE PROYECTO			
	Cond.	HUMEDAD DE PRUEBA, %		
	del	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %		
	lugar	ESPESOR REQUERIDO, cm.		
	90%	HUMEDAD DE PRUEBA, %	13.5	23.8
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %	29	6.9
	COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.		
	95%	HUMEDAD DE PRUEBA, %	12.0	22.3
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %	37	12.11
	COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.		
	100%	HUMEDAD DE PRUEBA, %		
de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %			
COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.			

NOTA: En gráficas dibujadas por separado se hace el análisis en conjunto de los V.R.S. y espesores de pavimentos requeridos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

INFORME DE TERRACERÍAS

OBRA:	LIM. EDOS. GTO / MICH. - T. SAN JOSÉ				ENSAYES N°:	
LOCALIZACION	SUBTRAMO: KM. 15+000 A KM. 23+000				FECHA DE RECIBO:	
					FECHA DE INFORME:	

IDENTIFI- CACION	NUM. DE ENSAYE	874	875
	ESTACION Km.	22+500	22+500
	LADO	DERECHO	DERECHO
	CAPA	SUBRASANTE	T. NATURAL

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MÁXIMO	3"	2"
	% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm.	0.0	0.0
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm.	66	88
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm.	39	71
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm.	22	49
	EQUIVALENTE DE ARENA		
	LÍMITE LÍQUIDO, %	31.0	41.2
	ÍNDICE PLÁSTICO, %	N.P.	20.2
	CONTRACCIÓN LINEAL, %	2.1	8.1
	P.E.S. SUELTO, kg/m ³	1135	1030
	P.E.S. MÁXIMO, kg/m ³	1670	1666
	HUMEDAD ÓPTIMA, %	10.5	19.7
	HUMEDAD NATURAL, %	7.0	21.0
	COMPACTACIÓN DEL LUGAR, %		
	V.R.S. ESTÁNDAR SATURADO, %	62	16
EXPANSIÓN, %	0.2	2.5	
CLASIFICACIÓN S.O.P. (S.U.C.S.)	SM	SC	

ESTUDIO DE ESPESORES	TIPO DE PRUEBA			
	CURVA DE PROYECTO			
	Cond.	HUMEDAD DE PRUEBA, %		
	del	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %		
	lugar	ESPESOR REQUERIDO, cm.		
	90%	HUMEDAD DE PRUEBA, %	13.5	22.7
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %	16	7.0
	COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.		
	95%	HUMEDAD DE PRUEBA, %	12.0	21.2
	de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %	24	13.1
	COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.		
	100%	HUMEDAD DE PRUEBA, %		
de	VALOR RELATIVO DE SOPORTE, %			
COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm.			

NOTA: En gráficas dibujadas por separado se hace el análisis en conjunto de los V.R.S. y espesores de pavimentos requeridos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

INFORME DE ENSAYE DE CONCRETO ASFÁLTICO										
OBRA:		TRAMO: LIM. EDOS. GTO/MICH. - T. SAN JOSÉ				ENSAYE N°		845		
LOCALIZACION:		SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000				FECHA DE RECIBO:				
		SONDEO EN KM. 15+100 LADO DERECHO				FECHA DE INFORME:				
DATOS DEL MUESTREO	DESCRIPCION DEL MATERIAL					PARA USARSE EN				
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO									
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO									
	UBICACION DEL BANCO DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETREO									
VIAJE N°		TENDIDO EN Km.		A Km.		CARRIL		CUERPO		
TEMP. DE LA MEZCLA AL SALIR DE LA PLANTA				°C, EN EL TENDIDO		°C, AL INICIAR LA COMPACT.		°C		
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PETREO	P.E. SECO SUELTO, Kg/m ³ →				GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA 					
	MALLAS		% QUE PASA							
	Núm. 20 (0.85")		100							
	" 10 (2.0")		97							
	" 12.5 (0.5")		89							
	" 30 (1.2")		80							
	" 60 (0.25")		68							
	" 75 (0.25")		51							
	" 100 (0.15")		38							
	" 150 (0.10")		24							
	" 200 (0.075")		16							
	" 300 (0.05")		9							
	" 425 (0.0375")		8							
	" 600 (0.025")		4							
	DENSIDAD									
ABSORCION %										
DESGASTE %										
% DE TRITURACION										
PART. ALARGADAS %										
PART. LAJEADAS %										
EQUIV. DE ARENA %										
CONTRACCION LINEAL %										
CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA			DEL PROYECTO		CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA		ESPECIFICACION		CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO	
CONTENIDO ASFALTO %			6.1		P.E., Kg/m ³				TIPO	
ADITIVO USADO	MARCA				ESTABILIDAD, Kg.				PENETRACION	
	TIPO				FLUJO, mm				VISCOSIDAD	
	CANTIDAD %				VACIOS %				TEMP. RECOM., °C	
AFINIDAD					V.A.M. %				TEMP. DE APLIC., °C	
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:										

INFORME DE ENSAYE DE CONCRETO ASFÁLTICO

OBRA:	TRAMO: LIM. EDOS. GTO/MICH. - T. SAN JOSÉ	ENSAYE N°	853
LOCALIZACION:	SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000	FECHA DE RECIBO:	
	SONDEO EN KM. 17+300 LADO IZQUIERDO	FECHA DE INFORME:	

DATOS DEL MUESTREO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	PARA USARSE EN	
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO		
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO		
	UBICACION DEL BANCO DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETREO		

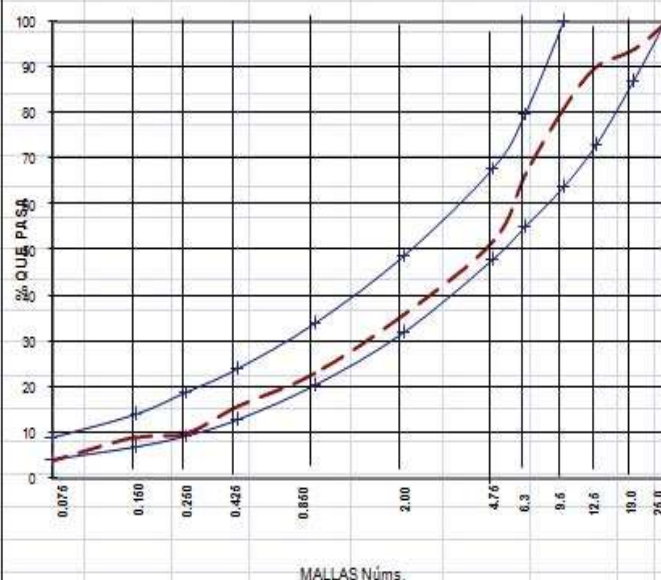
VIAJE N°	TENDIDO EN Km.	A Km.	CARRIL	CUERPO
TEMP. DE LA MEZCLA AL SALIR DE LA PLANTA	°C, EN EL TENDIDO	°C, AL INICIAR LA COMPACT.	°C	

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PETREO	P.E. SECO SUELTO, Kg/m³ →	
	MALLAS	% QUE PASA DEL PROYECTO
	Núm. 25.0 (1")	100
	" 19.0 (3/4")	94
	" 12.5 (1/2")	90
	" 9.5 (3/8")	81
	" 6.3 (1/4")	67
	" 4.75 (N° 4)	52
	" 2.00 (N° 10)	36
	" 0.850 (N° 20)	23
	" 0.425 (N° 40)	16
	" 0.250 (N° 60)	10
	" 0.150 (N° 100)	9
	" 0.075 (N° 200)	4
	DENSIDAD	
ABSORCION %		
DESGASTE %		
% DE TRITURACION		
PART. ALARGADAS %		
PART. LAJEADAS %		
EQUIV. DE ARENA %		
CONTRACCION LINEAL %		

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA		DEL PROYECTO	CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA	ESPECIFICACION	CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO	
CONTENIDO ASFALTO %	6.2		P.E., Kg/m³		TIPO	
ADITIVO USADO	MARCA		ESTABILIDAD, Kg.		PENETRACION	
	TIPO		FLUJO, mm		VISCOSIDAD	
	CANTIDAD %		VACIOS %		TEMP. RECOM., °C	
AFINIDAD			V.A.M. %		TEMP. DE APLIC., °C	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:						

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA



INFORME DE ENSAYE DE CONCRETO ASFÁLTICO

OBRA:	TRAMO: LIM. EDOS. GTO/MICH. - T. SAN JOSÉ		ENSAYE N°	858
LOCALIZACION:	SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000		FECHA DE RECIBO:	
	SONDEO EN KM. 18+200 LADO IZQUIERDO		FECHA DE INFORME:	

DATOS DEL MUESTREO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	PARA USARSE EN		
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO			
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO			
	UBICACION DEL BANCO DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETREO			

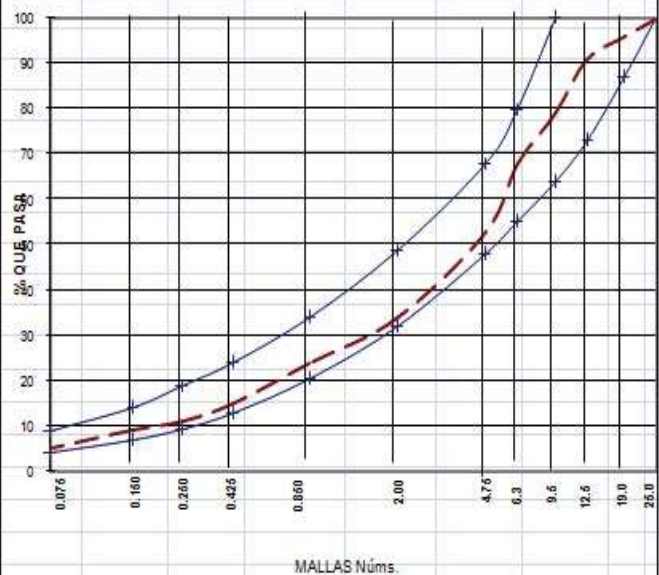
VIAJE N°	TENDIDO EN Km.	A Km.	CARRIL	CUERPO
TEMP. DE LA MEZCLA AL SALIR DE LA PLANTA	*C, EN EL TENDIDO	*C, AL INICIAR LA COMPACT.		*C

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PETREO	P.E. SECO SUELTO, Kg/m ³ →		
	MALLAS	% QUE PASA	DEL PROYECTO
	Núm. 25.0 (1")	100	
	" 19.0 (3/4")	96	
	" 12.5 (1/2")	91	
	" 8.5 (3/8")	79	
	" 6.3 (1/4")	68	
	" 4.75 (N°4)	53	
	" 2.00 (N°10)	34	
	" 0.850 (N°20)	24	
	" 0.425 (N°40)	15	
	" 0.250 (N°60)	11	
	" 0.150 (N°100)	9	
	" 0.075 (N°200)	5	
	DENSIDAD		
ABSORCION %			
DESGASTE %			
% DE TRITURACION			
PART. ALARGADAS %			
PART. LAJEADAS %			
EQUIV. DE ARENA %			
CONTRACCION LINEAL %			

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA		DEL PROYECTO	CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA	ESPECIFICACION	CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO
CONTENIDO ASFALTO %	6.4		P.E., Kg/m ³		TIPO
ADITIVO USADO	MARCA		ESTABILIDAD, Kg.		PENETRACION
	TIPO		FLUJO, mm		VISCOSIDAD
	CANTIDAD %		VACIOS %		TEMP. RECOM., °C
AFINIDAD			V.A.M. %		TEMP. DE APLIC., °C

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:					

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA



INFORME DE ENSAYE DE CONCRETO ASFÁLTICO

OBRA:	TRAMO: LIM. EDOS. GTO/MICH. - T. SAN JOSÉ	ENSAYE N°	863
LOCALIZACION:	SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000	FECHA DE RECIBO:	
	SONDEO EN KM. 19+400 LADO DERECHO	FECHA DE INFORME:	

DATOS DEL MUESTREO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	PARA USARSE EN
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO	
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO	
	UBICACION DEL BANCO DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETREO	

VIAJE N°	TENDIDO EN Km.	A Km.	CARRIL	CUERPO
TEMP. DE LA MEZCLA AL SALIR DE LA PLANTA	°C, EN EL TENDIDO	°C, AL INICIAR LA COMPACT.		°C

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PETREO

COMPOSICION GRANULOMETRICA

P.E. SECO SUELTO, Kg/m³ →

MALLAS	% QUE PASA	DEL PROYECTO
--------	------------	--------------

Núm. 25.0 (1")

100

" 19.0 (3/4")

98

" 12.5 (1/2")

89

" 8.5 (3/8")

80

" 6.3 (1/4")

67

" 4.75 (N° 4)

52

" 2.00 (N° 10)

35

" 0.850 (N° 20)

23

" 0.425 (N° 40)

17

" 0.250 (N° 60)

10

" 0.150 (N° 100)

6

" 0.075 (N° 200)

3

DENSIDAD

ABSORCION %

DESGASTE %

% DE TRITURACION

PART. ALARGADAS %

PART. LAJEADAS %

EQUIV. DE ARENA %

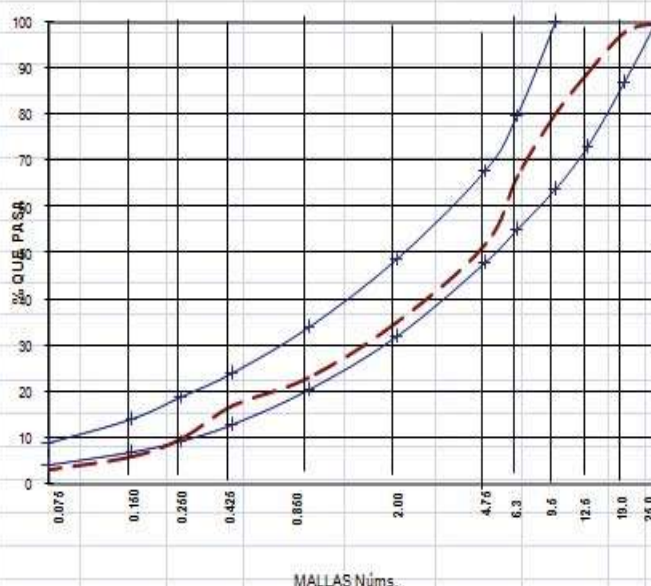
CONTRACCION LINEAL %

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Mallas Núms.	% Que Pasa (Sample)	% Que Pasa (Project)
0.075	3	5
0.160	10	8
0.260	17	12
0.425	23	17
0.850	35	23
2.00	52	35
4.75	67	52
6.3	80	67
9.6	89	80
12.6	98	89
19.0	100	100
25.0	100	100

MALLAS Núms.

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA



CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA		DEL PROYECTO	CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA	ESPECIFICACION	CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO	
CONTENIDO ASFALTO %	5.9		P.E., Kg/m ³		TIPO	
ADITIVO USADO	MARCA		ESTABILIDAD, Kg.		PENETRACION	
	TIPO		FLUJO, mm		VISCOSIDAD	
	CANTIDAD %		VACIOS %		TEMP. RECOM., °C	
AFINIDAD			V.A.M. %		TEMP. DE APLIC., °C	
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:						

INFORME DE ENSAYE DE CONCRETO ASFÁLTICO

OBRA:	TRAMO: LIM. EDOS. GTO/MICH. - T. SAN JOSÉ		ENSAYE N°	868
LOCALIZACION:	SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000		FECHA DE RECIBO:	
	SONDEO EN KM. 21+400 LADO IZQUIERDO		FECHA DE INFORME:	

DATOS DEL MUESTREO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	PARA USARSE EN		
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO			
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO			
	UBICACION DEL BANCO DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETREO			

VIAJE N°	TENDIDO EN Km.	A Km.	CARRIL	CUERPO
TEMP. DE LA MEZCLA AL SALIR DE LA PLANTA		°C, EN EL TENDIDO	°C, AL INICIAR LA COMPACT.	

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PETREO	P.E. SECO SUELTO, Kg/m ³ →		
	MALLAS	% QUE PASA	DEL PROYECTO
	Núm. 25.0 (1")	100	
	" 19.0 (3/4")	98	
	" 12.5 (1/2")	94	
	" 8.5 (3/8")	89	
	" 6.3 (1/4")	68	
	" 4.75 (N° 4)	55	
	" 2.00 (N° 100)	38	
	" 0.850 (N° 200)	26	
	" 0.425 (N° 40)	16	
	" 0.250 (N° 60)	11	
	" 0.150 (N° 100)	7	
	" 0.075 (N° 200)	4	
	DENSIDAD		
ABSORCION %			
DESGASTE %			
% DE TRITURACION			
PART. ALARGADAS %			
PART. LAJEADAS %			
EQUIV. DE ARENA %			
CONTRACCION LINEAL %			

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA	
	100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0 % QUE PASA 0.075 0.150 0.250 0.425 0.850 2.00 4.75 6.3 8.5 12.5 19.0 25.0 MALLAS Núms.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA		DEL PROYECTO	CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA	ESPECIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO	
CONTENIDO ASFALTO %	6.0		P.E., Kg/m ³		TIPO	
ADITIVO USADO	MARCA		ESTABILIDAD, Kg.		PENETRACION	
	TIPO		FLUJO, mm		VISCOSIDAD	
	CANTIDAD %		VACIOS %		TEMP. RECOM., °C	
AFINIDAD			V.A.M. %		TEMP. DE APLIC., °C	
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:						

INFORME DE ENSAYE DE CONCRETO ASFÁLTICO

OBRA:	TRAMO: LIM. EDOS. GTO/MICH. - T. SAN JOSÉ	ENSAYE N°	872
LOCALIZACION:	SUBTRAMO: KM. 15+000 AL KM. 23+000	FECHA DE RECIBO:	
	SONDEO EN KM. 22+500 LADO DERECHO	FECHA DE INFORME:	

DATOS DEL MUESTREO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	PARA USARSE EN
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO	
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO	
	UBICACION DEL BANCO DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETREO	

VIAJE N°	TENDIDO EN Km.	A Km.	CARRIL	CUERPO
TEMP. DE LA MEZCLA AL SALIR DE LA PLANTA	°C, EN EL TENDIDO	°C, AL INICIAR LA COMPACT.	°C	

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PETREO

COMPOSICION GRANULOMETRICA

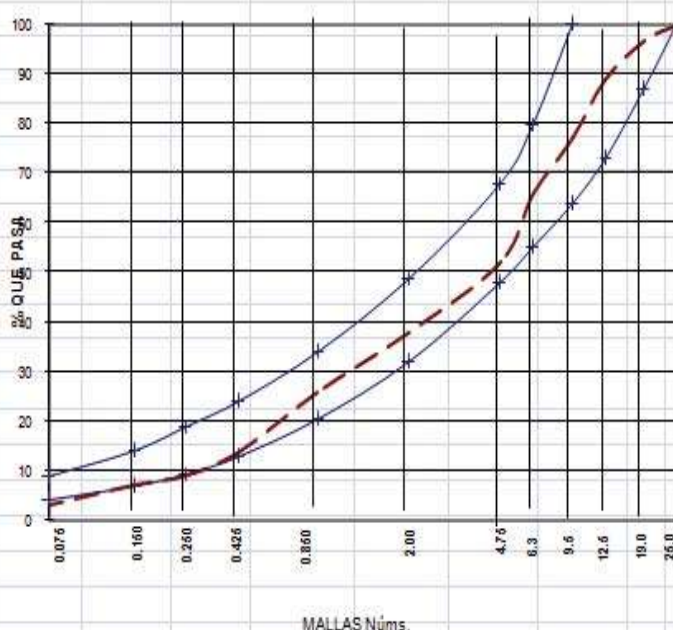
P.E. SECO SUELTO, Kg/m³ →

MALLAS	% QUE PASA	DEL PROYECTO
Núm. 25.0 (1")	100	
" 19.0 (3/4")	97	
" 12.5 (1/2")	89	
" 9.5 (3/8")	77	
" 6.3 (1/4")	66	
" 4.75 (N° 4)	52	
" 2.00 (N° 10)	38	
" 0.850 (N° 20)	26	
" 0.425 (N° 40)	14	
" 0.250 (N° 60)	9	
" 0.150 (N° 100)	7	
" 0.075 (N° 200)	3	

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Mallas Nums.	% Que Pasa (Sample - Solid Blue)	% Que Pasa (Spec - Dashed Red)
0.075	3	3
0.150	7	7
0.250	9	9
0.425	14	14
0.850	26	26
2.00	38	38
4.75	52	52
6.3	66	66
9.5	77	77
12.5	89	89
19.0	97	97
25.0	100	100

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA



CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA		DEL PROYECTO	CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA	ESPECIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO	
CONTENIDO ASFALTO %		5.8	P.E., Kg/m ³		TIPO	
ADITIVO US-400	MARCA		ESTABILIDAD, Kg.		PENETRACION	
	TIPO		FLUJO, mm		VISCOSIDAD	
	CANTIDAD %		VACIOS %		TEMP. RECOM., °C	
AFINIDAD			V.A.M. %		TEMP. DE APLIC., °C	
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:						

REPORTE FOTOGRAFICO DE LOS SONDEOS



Los sondeos se realizan a orilla de carretera con sus debidas precauciones como poner señalamiento ante ellos, en la fotografía se observa la preparación del terreno, previo al desarrollo de la excavación hecha a mano

Vista general de un sondeo a cielo para conocer la estratigrafía y para recolectar las muestras de cada material que componen las capas subyacentes a la carpeta asfáltica hasta llegar a nivel del terreno natural



Para el caso de las calas se pueden utilizar métodos mecánicos debido a que solo se pretende conocer los espesores de los estratos y su composición.

REPORTE FOTOGRAFICO DE CALAS Y POZOS A CIELO ABIERTO



III TABLAS RESÚMENES DE VALORES RECOMENDABLES

T A B L A I

VALORES DE CALIDAD PARA MATERIALES DE TERRAPLÉN

CARACTERÍSTICA	C A L I D A D		
	DESEABLE	ADECUADA	TOLERABLE
Granulometría ⁽¹⁾ (mm)	80% mín < 76 y 95% mín < 200	80% mín < 750	----
Tamaño Máximo (mm)	-----	1000 o 1/2 espesor del cuerpo	1500 o 1/2 espesor del cuerpo
% Finos (Mat. < 0.074 mm)	30 máx	40 máx	40 máx
Límite Líquido (LL) (%)	40 máx	50 máx	60 máx
Índice Plástico (IP) (%)	15 máx	20 máx	25 máx
Compactación (%) (AASHTO Est.) (2)	95 mín.	95 +- 2	90 +- 2
V. R. S. (%) (Compact. dinámica) (3)	10 mín	10 mín	5 mín
Expansión (%)	3 máx	3 máx	3 máx

(1) Porcentaje en volumen.

(2) Con humedad de compactación igual o ligeramente mayor a la óptima de la prueba.

(3) Al porcentaje de compactación indicado y con contenido de agua recomendable la del material en el banco, a 1.5 m de profundidad.

VALORES DE CALIDAD PARA MATERIALES DE LA CAPA SUBRASANTE

CARACTERÍSTICA		C A L I D A D				TOLERABLE	
		DESEABLE		ADECUADA			
Granulometría							
Tamaño	Máximo (mm)	76		76		76	
% Finos (Mat. < 0.074 mm)		25	máx	35	máx	40	máx
Límite Líquido (LL)		30	máx	40	máx	50	máx
(%)							
Índice Plástico (IP)		10	máx	20	máx	25	máx
(%)							
Compactación (AASHTO Est.) (1)	(%)	100	mín	100	+ - 2	100	+ - 2
V. R. S. (Compact. dinámica) (2)	(%)	30	mín	20	mín	15	mín

(1) Con humedad de compactación hasta 3 % mayor a la óptima

(2) Al porcentaje de compactación indicado y con contenido de agua recomendable la del material en el banco, a 1.5 m de profundidad

**VALORES DE CALIDAD PARA MATERIALES DE SUB-BASE
Y REVESTIMIENTO**

CARACTERÍSTICA	DESEABLE	C A L I D A D ADECUADA	REVESTIMIENTO
Granulometría: Zona Granulométrica (Anexo: fig. No.1)	1- 2	1- 3	1- 3
Tamaño Máximo (mm)	51	51	76
% Finos (Mat. < 0.074 mm)	15 máx	25 máx	10 mín 20 máx
Límite Líquido (LL) (%)	25 máx	30 máx	40 máx
Índice Plástico (IP) (%)	6 máx	10 máx	15 máx
Compactación (%) (AASHTO Modif.)	100 mín	100 mín	95 mín AAsHTO Est.
Equivalente Arena (%)	40 mín	30 mín	
V. R. S. (%) (Compact. dinámica)(1)	40 mín	30 mín	30 mín
Desgaste Los Angeles (%)	40 máx	-----	-----

(1) Al porcentaje de compactación indicado.

VALORES DE CALIDAD PARA MATERIALES DE BASE

CARACTERÍSTICA	C A L I D A D DESEABLE ADECUADA			
Granulometría: Zona Granulométrica (Anexo: fig. No.2)	1- 2		1- 3	
Tamaño Máximo (mm)	38		51	
Finos (%) (Mat. < 0.074 mm)	10	máx	15	máx
Límite Líquido (LL %)	25	máx	30	máx
Índice Plástico (IP %)	6	máx	6	máx
Equivalente Arena (%)	50	mín	40	mín.
Compactación (%) (AASHTO Modif.)	100	mín	100	mín
V. R. S. (%) (Compact. Dinámica) ⁽¹⁾	100	mín	80	mín
Desgaste Los Angeles (%)	40	máx	40	máx.

(1) Al porcentaje de compactación indicado.

**VALORES DE CALIDAD PARA MATERIALES PÉTREOS DE
CARPETA ASFÁLTICA**

CARACTERÍSTICA	C A L I D A D			
	DESEABLE		ADECUADA	
Granulometría: Zona Granulométrica	Anexo:	Figuras	No 3	y 4
Tamaño Máximo (mm)	38		38	
Finos (%) (Mat. < 0.074 mm)	0- 4 máx		0- 8 máx	
Humedad Natural W (%)	0		1	máx
Índice Plástico IP (%)	0		5	máx
Equivalente Arena (%)	60	mín	55	mín
Desgaste Los Angeles (%)	30	máx	40	máx
Partículas Alargadas (%)	25	máx	50	máx

**GUÍA DE ALGUNAS SECCIONES ESTRUCTURALES RECOMENDABLES
PARA CARRETERAS**

Estructuración de Capas Superiores según el Tipo de Obra Vial

SUBRASANTE	SUB-BASE	BASE	CARPETA ASF.
ESPESOR CALIDAD	ESPESOR CALIDAD	ESPESOR CALIDAD	ESPESOR CALIDAD

OBRAS VIALES ESPECIALES
Quedan fuera de especificaciones generales.

OBRA VIAL TIPO I

40 cm Deseable	15 cm Deseable	20 cm Deseable	7-10 cm Deseable (1)
----------------	----------------	----------------	-------------------------

OBRA VIAL TIPO II

40 cm Adecuada	15 cm Deseable	20 cm Deseable	5 cm Adecuada
----------------	----------------	----------------	---------------

OBRA VIAL TIPO III

40 cm Tolerable	15 cm Tolerable	20 cm Tolerable	Tratamiento con riegos.
-----------------	-----------------	-----------------	----------------------------

OBRA VIAL TIPO IV

30 cm Tolerable	-----	-----	Revestimiento 15 cm
-----------------	-------	-------	------------------------

(1) Un espesor mayor puede ser necesario, tras un análisis de vida útil esperada.

OBSERVACIONES DEL ESTUDIO ESTRUCTURAL POR MEDIO DE CALAS Y POZOS A CIELO A BIERTO

Con los resultados observados en las pruebas en los materiales que componen las capas del pavimento, se puede notar que dicho material se encuentra dentro de las normas que especifica la secretaria de comunicaciones y transporte (SCT).

Los resultados en dichas normas recomendables para el análisis estructural nos indican que estos se encuentran en el rango de deseable a adecuado por lo que se puede considerar que la estructura del pavimento se encuentra en buenas condiciones. Lo cual nos demuestra que las deficiencias que tiene la carretera Acámbaro – Zinapécuaro son a nivel superficial, en el estudio de la viga benkelman se encontraron deflexiones regulares que nos indicaban una deficiencia estructural, pero esta a su vez con la demostración de las estratigrafías se aprecia que hay un deficiente espesor de la carpeta asfáltica por lo cual seria una de las principales razones de que el daño debido a la fatiga llego a esas instancias en un periodo mas corto a del proyectado, siendo una de estas, una necesidad de reparación , misma que deberá ser análisis mediante una propuesta de conservación.

EVALUACIÓN DEL TRAMO CARRETERO ACÁMBARO - ZINAPÉCUARO DEL KM 15+000 AL 23+000 Y
SU APLICACIÓN AL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA PAVIMENTOS EN MÉXICO

CAPITULO IV

APLICACIÓN DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA PAVIMENTOS DEL TRAMO EN ESTUDIO

SEPTIEMBRE 2008

APLICACIÓN DEL SISTEMA PARA ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS AL TRAMO EN ESTUDIO.

ANTECEDENTES

Las carreteras se deterioran debido a varios factores y es necesario mantenerlas o consérvalas, para lo cual se destina inversión de recursos que hay que optimizar y para ello se utilizan los sistemas de gestión.

A nivel mundial a partir de la década de los años 70's y algunos países empezó a tomar importancia la implantación de sistemas de gestión para la conservación de las carreteras. En lo que se refiere a los sistemas de gestión para la conservación de carreteras tenemos que en muchos países del primer mundo se constata la existencia de básicamente seis modalidades de gestión de la conservación de carreteras, cada una de particulares características de acuerdo a lo siguiente:

- *.- Administración directa por las agencias o dependencias publicas
- *.- Contratación con empresas privadas por obra (contrato tradicional)
- *.- Contratación con empresas privadas mediante contratos por mantenimiento de redes viales (contratos globales)
- *.- Contratos con pequeñas empresas privadas (contratos con microempresas)
- *.- Contratos mediante concesiones con empresas privadas.

Se observa una tendencia clara para remplazar la administración directa por los contratos con empresas privadas, mediante contrato tradicionales y posteriormente con la modalidad de contratos globales, por niveles de servicio y con microempresas, buscando superar las restricciones en la contratación de personal para la conservación de carreteras por parte de las dependencias públicas.

Son cada vez mas los países que están implantado el mantenimiento o conservación de carreteras por concesiones con empresas privadas, quienes financian no solo la conservación si no también la construcción de obras nuevas ampliaciones y mejoramientos de las carreteras existentes.

En el proceso de la planificación de la conservación de carreteras de cada país, se utilizan procedimientos y modelos similares así mismo algunos países han desarrollado modelos o sistemas alternativos, que responden en mejor forma a sus particulares a través del tiempo se han desarrollado a nivel mundial un gran numero de modelos de gestión que cumplen con el principal objetivo de optimizar los recursos disponibles y a continuación se enuncian algunos de estos sistemas para planificar la conservación de carreteras:

Particulares:

SGP-DNER, sistema de gestión de pavimentos (Brasil)

GIMPH, (Chile)

VIZIR, (Costa rica)

SPRMO, sistema presupuestario para reparación y mant. De obras (cuba)

SICC, sistema integral de conservación de carreteras (Mexico)

SIAMV, sistema de administración del mantenimiento vial (El salvador)

SAM, sistema de administración del mantenimiento (Bolivia)

SGC, sistema de gestión de conservación (Portugal)

SAPCOL, sistema de administración de pavimentos (Colombia)

ORAGE, (Francia)

SISTER, (Francia)

MAGICA (España)

SAMI, (Israel)

Generalizados:

HDM-(), Highway design and maintenance model

EBM, Expenditure Budgeting model

DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE GESTION EN MEXICO.

A partir de la década de los 90's, en México la conservación de la red federal de carreteras libres de peaje estaba bajo la responsabilidad de la dirección general de conservación de carreteras (DGCC), de la secretaria de comunicaciones y transportes (SCT), quienes implantaron diversos sistemas de gestión de mantenimiento, tanto para tramos carreteros como para puentes (SCT, Infraestructura carretera) las herramientas de gestión o sistemas de planificación del mantenimiento que se han utilizado en México son:

- SICC (sistema integral de conservación de carreteras)
 - a).- SISTER (sistema de simulación de mantenimientos carretero)
 - b).- SIPUMEX (sistemas de puentes de México)
 - c).- SIMAP(sistema de administración de pavimentos fase I y II)
- * SEP (sistema de evaluación de pavimentos I y II)
- * HDM-4 (Highway design and maintenance model)

En México el sistema de planificación del mantenimiento se cristalizó en un sistema integral para la conservación de carreteras (SICC), conformado por tres subsistemas ya mencionados (SISTER, SIPUMEX y SIMAP) siendo este último el principal para la realización de esta investigación ya que noto un salto importante dentro de la gestión de caminos.

SELECCIÓN DEL SISTEMA MEXICANO PARA LA ADMINISTRACION DE PAVIMENTOS

Se pretende para la realización de este trabajo, interpretar los resultados de la evaluación del tramo carretero Acámbaro – Zinapecúaro dentro del sistema mexicano de administración para pavimentos debido a ser un programa en el cual México ha tenido sus bases actuales ya que con anterioridad los sistemas encargados en la gestión de la red carretera eran desarrollados y calibrados ante la evolución superficial del pavimento (falla funcional) a diferencia de la realidad que ahora conocemos que realmente los pavimentos tienen fallas generalmente en las capas inferiores a la carpeta asfáltica (falla estructural) y además el programa SIMAP permite apoyar la toma de decisiones en torno al mantenimiento carretero (conservación, refuerzo y en su caso reconstrucción) según la condición física, estructural y de servicio de la red carretera federal.

Este programa creado en los años 90's es ahora uno de las bases principales en el desarrollo de nuevos sistemas es por eso que se pretende darlo a conocer a las nuevas generaciones de estudiantes para que el criterio de aceptación de nuevos sistemas, contenga los principios que este programa del SIMAP pretendía dar a conocer para la evaluaciones en nuestras redes de carreteras.

A continuación se describe información importante referente al Sistema mexicano para la administración de pavimentos (SIMAP) ya que este trabajo de investigación se va a basar en este sistema por ser el primero en el que se le da importancia a los verdaderos factores que influyen en la gestión y conservación de nuestros caminos en México.

APLICACIÓN DEL SISTEMA DE ADMINISTRACION PARA PAVIMENTOS EN MEXICO

El Sistema de Administración de Pavimentos es un conjunto de herramientas, cuyo objetivo principal es la racionalización de la inversión en la conservación de pavimentos para beneficio de la sociedad.

En nuestro país ha sido el Instituto Mexicano del Transporte quien ha desempeñado la función de ente que ha investigado, asesorado y promovido la implementación de estos Sistemas. Su labor en el área se inició en 1990 y se mantiene vigente con nuevas aportaciones y asesorías, tanto para la administración Federal, como para la de cada uno de los Estados que lo solicitan.

El Sistema Mexicano para la Administración de los Pavimentos se puede definir como el conjunto de actividades relacionadas con los procesos de organización, coordinación y control que afecten la funcionalidad, economía y vida útil de los pavimentos y que permitan una utilización adecuada de los recursos humanos y presupuesta les disponibles.

Se considera al SIMAP en su fase I y II específicamente, como la herramienta actual necesaria para ejecutar los trabajos de conservación correctos a las necesidades existentes en el lugar y el momento precisos. Los Sistemas de Administración de Pavimentos y de toma de decisiones en materia de conservación que se han desarrollado en el mundo, a despecho de su excelente calidad para los ambientes para los que fueron concebidos, son considerados en México insuficientes. Estos sistemas proceden de países desarrollados, con excelentes redes de carreteras, hechas de buenos materiales y están calibrados para reaccionar ante la evolución del estado superficial del pavimento y ello en dos sentidos, rugosidad (fricción con la llanta, que se traduce en seguridad de marcha) y deformación o deterioro en la carpeta (que se controla a través del concepto Índice de Servicio) .Se parte así de la base de que en todos los casos se tiene una falla funcional, pero nunca estructural. Los métodos correctivos que estos sistemas proporcionan son sobrecarpetas, reciclados u otros tratamientos superficiales, dependiendo del espesor de carpeta comprometido en la falla funcional.

En México se considera que estos criterios no son aplicables en forma única, puesto que con mucha frecuencia los deterioros superficiales están ligados a fallas estructurales profundas.

Existen en México secciones cedentes, de alta deformación elástica o muy débiles estructuralmente, en las cuales las sobrecarpetas o los tratamientos superficiales están destinados al fracaso inmediato por efectos de fatiga o de deformación acumulada. Los métodos de evaluación que México adopte tienen que completar la estructura de la carretera en profundidad, para detectar la falla estructural, no se puede aceptar que las deficiencias en la calidad de rodamiento constituyen el único problema a tomar en cuenta como norma de criterio.

BASES CONCEPTUALES DEL SISTEMA MEXICANO PARA ADMINISTRACION DE PAVIMENTOS.

El sistema mexicano se fundamenta en tres puntos básicos:

- a)** Ha de aceptarse algún tipo de correlación entre la evolución del estado superficial del pavimento y su condición general, de manera que, cuanto más pobre sea la calidad superficial y más rápidamente se deteriore, peor debe ser la condición estructural. Esta es una conclusión de carácter cualitativo.
- b)** Ha de aceptarse que la deficiencia estructural puede correlacionarse con alguna medida hecha desde la superficie del pavimento. La deflexión parece ser el concepto que mejor sirve para estos fines. Esta es una conclusión de carácter cuantitativo y se acepta que la magnitud de la deflexión mide el defecto estructural, aunque no lo analice ni lo localice.
- c)** Cuando las deflexiones muestren deficiencia estructural en el pavimento, sólo la exploración directa permitirá el diagnóstico y la ubicación precisa de dichos daños estructurales.

Metodología para el trabajo de evaluación del camino Acámbaro - Morelia.

1.-El primer paso realizado en la evaluación fue una prospección del estado superficial de la carretera. Este se hace utilizando un vehículo con un grupo de cuatro personas que evalúan la carretera en función de la comodidad del viaje a una velocidad normal de operación y que proporciona un índice de Servicio del camino recorrido. Por el momento se acepta que índices de Servicio por abajo de 2.8 requieren continuar adelante con el estudio del camino, valores superiores liberan al camino hasta dos años más sin acciones especiales de mantenimiento.

Los tramos recorridos en la realización de esta tesis fue el subtramo en estudio que comprende de los límites del estado de Guanajuato (Acámbaro) Hasta la población dentro del estado de Michoacán que es Zinapécuaro comprendidos desde el kilometro 15+000 al 23+000 en ese subtramo este será el escogido para ejercer dicha conservación normal; ésta es información esencial para manejar en el banco de datos que se ingresará en computadora.

2.-. El segundo paso será realizar en el tramo Acámbaro – Zinapécuaro, un estudio de deflexiones. El volumen de trabajo por ejecutar haría aconsejable la utilización de deflectómetros móviles, de tipo automático, que circulan sobre la carretera a velocidades del orden de 3 ó 4 km/hora; sin embargo, actualmente los posibles operadores del sistema (Centros SCT), no poseen este tipo de aparatos pero sí equipos de viga Benkelman como fue el caso de la evaluación del tramo en estudio.

Una condición fundamental para que la medida de deflexiones tenga un sentido físico interpretable es que se comparen las provenientes de tramos homogéneos, en materiales, características, condiciones topográficas y aún en condiciones de detalle, tales como el drenaje o el sub drenaje. La selección de estos tramos homogéneos debe hacerse entonces con base en recorridos de personal experimentado. Este personal llena formatos que reflejan la situación general del tramo con información almacenable en el banco de datos.

Una vez dividido el camino en estudio en tramos homogéneos, se selecciona en cada uno, un sub tramo representativo de 500 m, que no deben representar más de 10% del segmento en estudio. Esto hace congruente al estudio de deflexiones con la prospección del estado superficial.

Actualmente se está considerando que un valor estadístico de la deflexión superior a 1 m m {0.040 pulgadas) indica que ese tramo debe ser estudiado en la tercera etapa del sistema. No cabe duda de que puede suceder que la longitud de caminos y tramos, que de acuerdo con lo anterior requieran ser analizados en la tercera etapa, puede resultar mayor que las disponibilidades de recursos económicos de que se disponga para un año dado. Cuando ello es así, son otras consideraciones tales como la importancia social del camino, su volumen de tránsito y otras de carácter económico, las que llevan a seleccionar el conjunto compatible con los recursos disponibles. No hay que decir que los caminos que han quedado fuera de tratamiento en este caso deben ser objeto de preferente atención al año siguiente o sujetos a conservación normal cuidadosa.

3.- En la tercera etapa se realizó un análisis cuidadoso de los caminos sobre los que habrá que ejercer acción de mantenimiento especial, refuerzo o eventual reconstrucción. Esto debe hacerse por procedimientos convencionales que incluyan exploración de campo y trabajo de laboratorio, a fin de conocer el comportamiento estructural al detalle y sus fallas y elaborar los proyectos de refuerzo o reconstrucción respectivos.

Un elemento esencial del sistema es el banco de datos, sin el cual no cabe pensar en el establecimiento a largo plazo de la metodología general que se ha descrito. En primer lugar se cuenta con un programa que permite manejar los índices de servicio, para definir zonas por arriba y por abajo del límite de rechazo previamente seleccionado. En un futuro próximo, con la ayuda de equipos como el perfilógrafo, este análisis podrá permitir inclusive ayudar eficazmente a seleccionar los tramos homogéneos para análisis de deflexiones. En segundo lugar se desarrolló un programa para el manejo de la información de las deflexiones.

Es de recalcar la conveniencia a que ha llegado la experiencia mexicana en el sentido de incorporar en todo lo que sea posible al sistema, la acción personal de los ingenieros a cargo del camino, a fin de robustecer su conocimiento del mismo y de tener información de primera mano sobre su estado general.

En México las carreteras continúan siendo y serán por muchos años más, un elemento muy importante para el transporte, tanto en lo que se refiere a viajeros como mercancías y bienes. Vital para el desarrollo nacional, al ser el sistema carretero el sistema circulatorio del país, repercute directa o indirectamente en un alto porcentaje en el desarrollo social y económico.

El principal objetivo de este sistema para la Administración de los Pavimentos en la Red Troncal Carretera, es posibilitar el poner en marcha de una manera simple y fácil, un mantenimiento ordenado y sistemático de los pavimentos existentes, con su priorización detallada y con la participación intensa y coordinada entre todos los elementos involucrados. El sistema debe permitir implantar un plan de conservación preventiva.

LINEAMIENTOS GENERALES

(SISTEMA MEXICANO PARA LA ADMINISTRACION DE PAVIMENTOS)

BANCO DE DATOS

Su objetivo prioritario deberá ser el de ayudar a los responsables a administrar los problemas operacionales con herramientas destinadas a satisfacer necesidades bien definidas.

Se trata de poner un gran número de datos (sólo los necesarios para simplicidad del sistema) en forma adaptada a disposición de los responsables, desarrollando sistemas lógicos de colección, archivo y tratamiento de la información, puestos al día permanentemente.

Se hace notar que en esta primera etapa o plan piloto, se limitará su utilización al mantenimiento de los pavimentos.

Datos esenciales:

Info-base:

Nomenclatura y clasificación
Características geométricas
Estructura del pavimento y trabajos
Tráfico
Accidentes

Auscultación:

Adherencia
Uniformidad
Deflexión.

Recomendaciones Específicas:

1.- La creación de nomenclatura para identificación de las carreteras se considera indispensable, tanto para uniformizar criterios a nivel nacional como para facilidad y eficiencia en el proceso de corridas de programas de cómputo, por lo que se sugiere utilizar las coordenadas geográficas para orígenes - destino.

2.- Se recomienda agilidad y/o velocidad en el proceso del manejo de datos para contar en todo momento con una consulta ágil por parte de los usuarios y/o autoridades responsables.

3.- Deberán contarse con 2 tipos de archivos:

FIJO: datos iniciales que no cambian

VARIABLE: datos producto de los subsistemas móviles

4.- La retroalimentación será indispensable en todos los pasos o etapas del sistema, para así disponer de resultados y datos que se requiera consultar, permanentemente actualizados.

Lo anterior tendrá un valor significativo en la etapa de seguimiento e implementación.

5.- Se considera preferible introducir el Banco de Datos por etapas, en principio modular.

FORMATOS

Se deberá contar con 6 formatos básicos para la recolección de datos de entrada al sistema. Estos deberán ser sencillos y fáciles de llenado, con el objetivo principal de uniformizar en todo el país la información colectada, para facilidad de su ordenamiento y proceso y con ello lograr la estandarización.

- A) DATOS GENERALES
- E) INDICE DE SERVICIO ACTUAL
- C) CAPACIDAD ESTRUCTURAL, CON DEFLEXIONES
- D) INVENTARIO DE DETERIOROS
- E) HISTORIAL DE REPARACIONES
- F) CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Estos formatos ya fueron llenados durante la evaluación del tramo carretero obteniéndose los resultados ya mostrados dentro de la parte de evaluación del tramo Acambaro – Zinapecuaro del km 15+000 al 23+000, pero cabe hacer la de mostración del tipo de formato que aplica para este sistema para traer directamente de campo el llenado de los subsistemas que el programa requiere.

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

INFORMACIÓN DE NUEVOS TRAMOS DE CARRETERAS (DATOGEN)

FECHA ____/____/____ AÑO DE CONSTRUCCIÓN: _____
 NOMENCLATURA (COORD. GEOGR. ORIG _ DEST.) : _____
 ORIGEN CARRETERA : _____ DESTINO CARRETERA : _____
 ORIGEN TRAMO : _____ DESTINO TRAMO : _____
 SUBTRAMO INICIAL : _____ SUBTRAMO FINAL : _____

T D P A

AUTOS : _____ 2EJ : _____ 3EJ : _____
 4EJ : _____ 5EJ : _____ 6EJ : _____

CRECIM. TRÁNSITO ANUAL : _____ %
 ACCID. ANUALES : _____ %
 PESO PROMEDIO : _____ TON.
 TEMPERATURA : _____ °C
 NO CARRILES : _____

CARGA POR EJE : _____ TON.
 PERIODO DE DISEÑO : _____ AÑOS
 ORIGEN DE DATOS : _____

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

ÍNDICE DE SERVICIO ACTUAL (ISA)

FECHA : ____/____/____ NOMENCLATURA (CORD. GEOGR. ORIG – DEST.) : _____
 ORIGEN CARRETERA : _____ DESTINO CARRETERA : _____
 ORIGEN TRAMO : _____ DESTINO TRAMO : _____
 SUBTRAMO INICIAL : _____ SUBTRAMO FINAL : _____

KILOMETRAJE	VALUADOR 1	VALUADOR 2	VALUADOR 3	VALUADOR 4	CALIFICACIÓN
					0 = INTRANSITABLE
					1 A 2 = MALO
					2 A 3 = REGULAR
					3 A 4 = BUENO
					4 A 5 = EXCELENTE

NO. DE LECTURAS : _____ NO. DE VALUADORES : _____
 VEL. DE OPERACIÓN : _____ KM / H ORIGEN DATOS : _____

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

CAPACIDAD ESTRUCTURAL (CAPES)

FECHA : ____/____/____ EQUIPO UTILIZADO : _____
 NOMENCLATURA (COORD.. GEOGR. ORIG – DEST) : _____
 ORIGEN CARRETERA : _____ DESTINO CARRETERA : _____
 ORIGEN TRAMO : _____ DESTINO TRAMO : _____
 SUBTRAMO INICIAL : _____ SUBTRAMO FINAL : _____

LECTURAS DE DEFLEXIÓN (@ 20 M) EN PULG. X 10 – 3 NO. DE LECTURAS DE DEFLEX: _____
 D01 : _____ D02 : _____ D03 : _____ D04 : _____ D05 : _____ D06 : _____ D07 : _____
 D08 : _____ D09 : _____ D10 : _____ D11 : _____ D12 : _____ D13 : _____ D14 : _____
 D15 : _____ D16 : _____ D17 : _____ D18 : _____ D19 : _____ D20 : _____ D21 : _____
 D22 : _____ D23 : _____ D24 : _____ D25 : _____

CBR TERR. NAT. : _____ % CBR TERRAPLEN : _____ % CBR SUB-BASE : _____ %
 CBR BASE : _____ % TEMP. CARP. ASF : _____ °C
 PERIODO CRITICO? : _____ ORIGEN DATOS : _____

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

INVENTARIO DE DETERIOROS (INVEDET)

FECHA : ____/____/____ NOMENCLATURA (COORD.. GEOGR. ORIG DEST) : _____
 ORIGEN CARRETERA : _____ DESTINO CARRETERA : _____
 ORIGEN TRAMO : _____ DESTINO TRAMO : _____
 SUBTRAMO INICIAL : _____ SUBTRAMO FINAL : _____

FALLA O DETERIORO % O LONGITUD : GRAVEDAD O SEVERIDAD ESTIMADA

RODERAS		PROFUNDIDAD (mm)	
BACHES			
GRIETAS LONGITUDINALES		ABERTURA (mm)	
GRIETAS TRANSVERSALES		ABERTURA (mm)	
DESPRENDIMIENTOS			
ASI ALTOS AFLOJADOS			
GRIETAS PIEL DE COCODRILO			
PULIDO DE SUPERFICIE EN C.A.			
DEPRESIONES O HUNDIMIENTOS		PROFUNDIDAD (mm)	
OTROS			

ORIGEN DATOS : _____

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS (CARGEOT)**

FECHA : ____/____/____ NOMENCLATURA (COORD.. GEOGR. ORIG – DEST.) : _____
 ORIGEN CARRETERA : _____ DESTINO CARRETERA : _____
 ORIGEN TRAMO : _____ DESTINO TRAMO : _____
 SUBTRAMO INICIAL : _____ SUBTRAMO FINAL : _____

TEMPERATURA AMBIENTE PROM. ANUAL. _____ TOPOGRAFÍA ADYACENTE : _____
 MINIMA : _____°C MÁXIMA : _____°C 1=TERRAPLÉN 2=CORTE 3=BALCÓN

PRECIPITACIÓN PLUVIAL ANUAL : _____ mm DRENAJE : _____ 1=SUPERF 2=SUBDREN 3=NULO
 ESTADO : _____ 1=LIMPIO 2=AZOLVADO 3=DETERIORO

CAPA	ESPESOR EXISTENTE	MATERIALES COMPONENTES	ESTABILIZACIÓN
CARPETA ASFÁLTICA :	_____ cm	_____	_____
BASE :	_____ cm	_____	_____
SUB - BASE :	_____ cm	_____	_____

TERRENO NATURAL DE SOPORTE _____ C.B.R. _____ CARACTERÍSTICAS ESPECIALES:
 TIPO DE SUELO : _____ %
 ORIGEN DATOS : _____

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**HISTORIAL DE REPARACIONES EFECTUADAS (HISTOREP)**

FECHA : ____/____/____ NOMENCLATURA (COORD. GEOGR. ORIG – DEST.) : _____
 ORIGEN CARRETERA : _____ DESTINO CARRETERA : _____
 ORIGEN TRAMO : _____ DESTINO TRAMO : _____
 SUBTRAMO INICIAL : _____ SUBTRAMO FINAL : _____

MANTENIMIENTO

MENOR (BACHEO, SELLO, ETC.)

MAYOR (S / CARPETA, RECONSTRUC...ETC.)

FECHA	TIPO DE INTERVENCIÓN	FECHA	TIPO DE INTERVENCIÓN
____/____/____	_____	____/____/____	_____
____/____/____	_____	____/____/____	_____
____/____/____	_____	____/____/____	_____

OBSERVACIÓN :

ORIGEN DE DATOS : _____

DATOS DE CAMPO para el formato. 1 DATOGEN

1.- En base a la información del área de ingeniería de tránsito del estado, el ingeniero de campo deberá obtener y vaciar en el formato la "clasificación por ejes" del tránsito diario promedio anual, enlistada a continuación:

Autos/pick-ups	Total ambas direcciones	TDPA
Autobús/camión 2 ejes	Total ambas direcciones	TDPA
Camión 3 ejes	Total ambas direcciones	TDPA
Tractor/semiremolque		
4 ejes	Total ambas direcciones	TDPA
Tractor/semiremolque		
5 ejes	Total ambas direcciones	TDPA
Tractor/semiremolque		
6 ejes	Total ambas direcciones	TDPA

NOTA:

a) Para combinaciones de tractor -semiremolque -remolque mayores de 6 ejes, deberá vaciarse el dato de TOPA en la casilla de 5 ejes, pues se considera a este tipo de vehículos de carga, uno de los más críticos en cuanto a coeficientes de daño ponderados.

b) El programa de cómputo SIMAP realizará el cálculo de los " ejes equivalentes " para el diseño.

2.- Vaciar la tasa de crecimiento anual del tránsito en porcentaje. En caso de no disponer de tal dato, deberán promediarse las últimas tasas de crecimiento de los 5 años anteriores, pero por ningún motivo dejar en blanco el dato en cuestión.

3.- Llenar el porcentaje promedio de accidentes de tránsito en el tramo bajo estudio, que sean debidos al estado superficial del pavimento.

4.- Reportar el " peso promedio " en toneladas, de los camiones o vehículos de carga que circulan normalmente ese tramo en estudio.

5.- Así mismo, deberá vaciarse en el formato la carga máxima por eje legal permitida en el estado. (10 TONS/EJE en la red federal).

6.- Anotar el número de carriles del tramo bajo estudio. Usualmente en la red federal son 2.

7.- Anotar la temperatura promedio anual del lugar circunvecino al tramo de estudio.

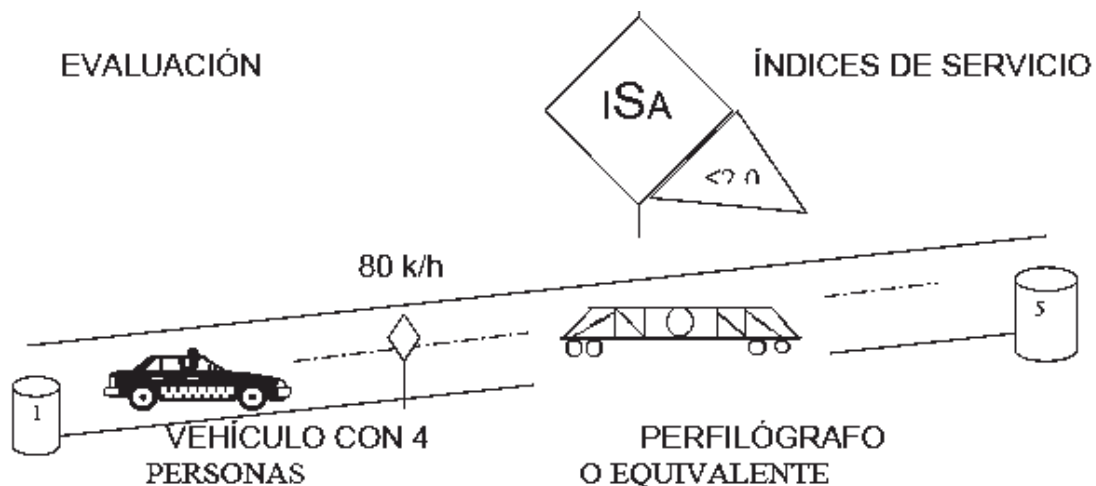
8.- Anotar el número de años para el cual se pretende extender la vida útil del pavimento en estudio (período de diseño).

9.- Por último, conviene reportar el Centro S.C.T. ó Dependencia correspondiente que realiza el estudio.

DATOS DE CAMPO para el formato No.2-ISA

Información indispensable para obtener el ISA (índice o nivel de servicio actual) de diseño de la carretera en estudio. Es referente al confort del usuario y su seguridad al transitarla. Así mismo, es un indicador palpable de las condiciones superficiales y estructurales del pavimento.

- 1.- Se requieren 4 evaluadores y forzosamente uno con experiencia, a bordo de un vehículo con buena suspensión, alineación de ruedas y dirección estable.
- 2.- Deberán hacer recorridos continuos a la velocidad de operación promedio en el tramo e ir registrando en el formato cada 5 km la calificación estimada por cada observador, hasta completar los 50 km que contiene el formato. En los casos de estar evaluando carreteras con mayores longitudes, se empleará otra hoja del mismo formato.
- 3.- Se indica en la parte derecha del formato una "guía" muy simple recomendada por la AASHTO y que utilizarán los evaluadores para calificar el grado de confort y seguridad que perciben de la superficie de rodamiento; de 0 a 5 reportando una decimal solamente y de intransitable a excelente; por ejemplo 3.5 = bueno.



4.- Es importante hacer notar que las calificaciones promedio servirán para decidir el tipo y la intervención "urgente" de los tramos. Esto es: Segmentos de 5 km. De longitud que obtengan una calificación promedio ≤ 2.0 , manifiestan a este punto una situación o condición crítica al estar en el límite permisible, por lo que se requieren efectuar mediciones más detalladas indicadas en los formatos 3, 4 y 6 que el programa procesará para obtener su rehabilitación.

5.- No se deberá intercambiar información entre evaluadores durante el proceso.

OBSERVACIONES A TOMARSE EN CUENTA:

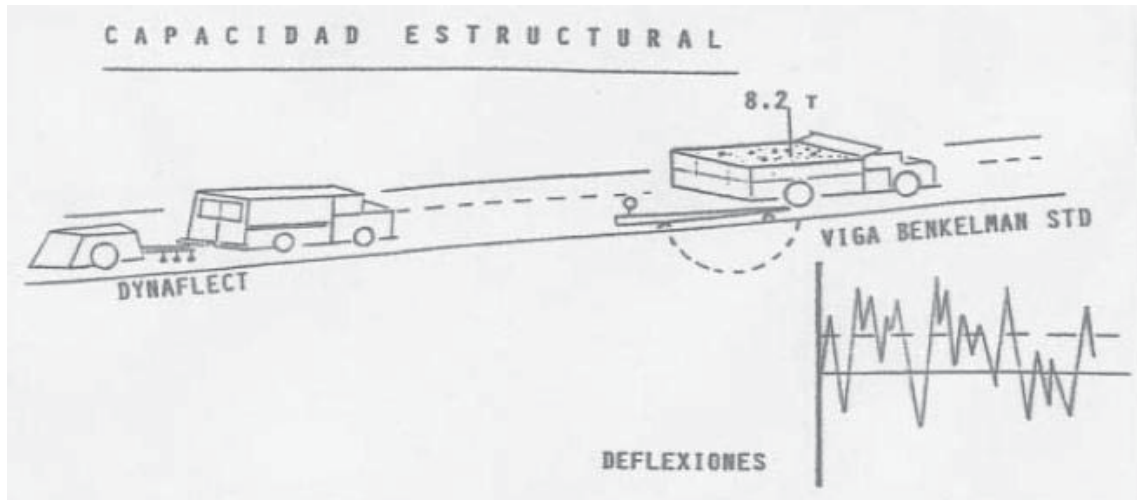
- a) Considerar exclusivamente la condición "actual o presente" del pavimento por calificar.
- b) La evaluación deberá basarse en el hecho que el pavimento soportará grandes volúmenes de tránsito mixto, en toda clase de climas.
- c) Deberán ignorarse las características geométricas, tales como alineamiento, anchos, hombros, etc.
- d) No se tomarán en cuenta cruces de Ferrocarriles, bordes en puentes, alcantarillas hundidas o salientes.
- e) Al recorrer nuevos tramos, no comparar con anteriores ya calificados. Cada sección deberá juzgarse en forma individual e independiente.
- f) Cada evaluador debe preguntarse: ¿Qué pasará si manejo este tramo en estas condiciones continuamente por 8 horas u 800 km?.

DATOS DE CAMPO PARA EL FORMATO No.3 CAPES

El formato registra la capacidad estructural del pavimento en función de la deflexión que será medida en el campo con equipo de Viga Benkelman, Dynaflect o similar y servirá para que el Sistema procese tramos que obtuvieron una calificación de índice de servicio igual o menor que 2.0.

- 1.- El tramo de estudio de deflexiones se selecciona entre los 5 km. evaluados con índice de servicio, eligiendo la zona mas crítica, de 500 metros.
- 2.- Se registrarán 25 lecturas de deflexiones a cada 20 metros hasta completar los 500 metros de estudio. Deberán reportarse en el formato los valores de deflexiones en unidades. enteras; p.e. 40, 55, 83, etc., en virtud de que el Sistema se encargará de aplicar la conversión a decimales por las milésimas de pulgadas y de calcular las deflexiones característica y promedio correspondientes al tramo.
- 3.- Se requiere obtener la temperatura promedio en °C en la carpeta, en el momento en que fueron obtenidas las mediciones de deflexión, dejando que el programa calcule los factores de ajuste correspondientes.
- 4.- Deberá llenarse el período crítico en que fueron obtenidas las deflexiones, asignándoles "T" para el período de máximas temperaturas o la letra "F" si se realizaron fuera del período crítico.

5.- de ser posible en esta etapa, se considera conveniente el hacer sondeos para obtener el VRS de las diferentes capas que forman la estructura del pavimento (uno por cada 500 m de longitud de estudio), vaciando en el formato los datos de soporte VRS de la base, súbbase, subrasante, terraplén y terreno natural.



EQUIPO REQUERIDO:

VIGA BENKELMAN ESTANDART rel. 2:1, color aluminio o blanco

CAMION DE VOLTEO lastrado a 8.2 toneladas en el eje trasero

LLANTAS 10x20x12 cuerdas. PRESION INFLADO 80 p.s.i.

MEDIDOR PRESION LLANTAS: 1 vez/día

TERMÓMETRO (lecturas superior, media y baja de carpeta asfáltica)

TALADRO

PROCEDIMIENTO

a. Lecturas en tramos de estudio de 500 m a cada 20 m (25 lecturas total.)

b. mediciones en puntos localizados en carril exterior a:

0.60 m de la orilla (carril angosto <3.35 m)

0.90 m de la orilla (carril ancho >3.35 m)

c. colocar la Viga Benkelman entre llantas tandem (lectura inicial)

d. Arranque inmediato del vehículo con velocidad lenta hasta 9 m o más (lectura final).

e. Restar Lectura Inicial de Lectura Final.

f. Resultado obtenido multiplicarlo por 2, en virtud de la relación 2 : 1 de la Viga estandar , (Viga Soiltest no requiere ajuste).

g. Medición de temperatura promedio en la superficie, parte media y fondo de la carpeta asfáltica.

h. Vaciar resultados en el formato No.3.

DATOS DE CAMPO para el FORMATO No. 41NVEDET

Se requiere obtener la información indispensable para hacer el inventario a levantamiento de deterioros con su cuantificación estimada.

1.- Forzosamente se realizará una "inspección visual" detallada a pié, a lo largo del tramo bajo estudio. Esto lo llevarán a cabo 2 personas con suficiente experiencia en el reconocimiento de fallas o deterioros en pavimento.

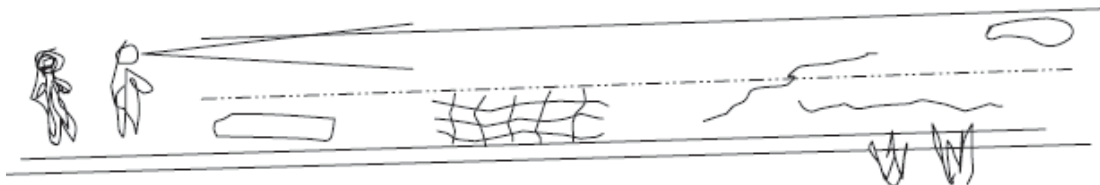
2.- El recorrido de cada observador deberá cubrir de 1.75 a 2.0 m de ancho, para así cuantificar adecuadamente el ancho total del carril bajo estudio. En el caso de evaluación de carreteras de 4 carriles, el recorrido a pie se realizará sobre el de mayor tránsito pesado.

3.- Se registrarán las fallas listadas a continuación, que se consideran las más comunes y representativas en la carpeta asfáltica, así como alguna en especial que no se indiquen en el formato.

Roderos
Baches
Grietas Longitudinales
Grietas Transversales
Desprendimientos/Erosión
Asfalto Aflorado
Agrietamientos Piel Cocodrilo
Pulido Superficie C.A.
Hundimiento/Depresiones
Otros

4.- Se anotarán su longitud o área deteriorada, en porcentaje del total bajo estudio (500 m); así como las profundidades o aberturas en mm, en el caso de depresiones o agrietamientos.

5.- En la última columna se anotará la gravedad estimada, considerando únicamente los grados siguientes: despreciable, de consideración, media, grave y muy grave.

INVENTARIO DE DETERIOROS

6.- En función de los deterioros y valores reportados en el formato, el programa de cómputo SIMAP analizará 31 causas posibles y 28 recomendaciones de solución.

DATOS DE CAMPO para el FORMATO No.5 CARGEOT

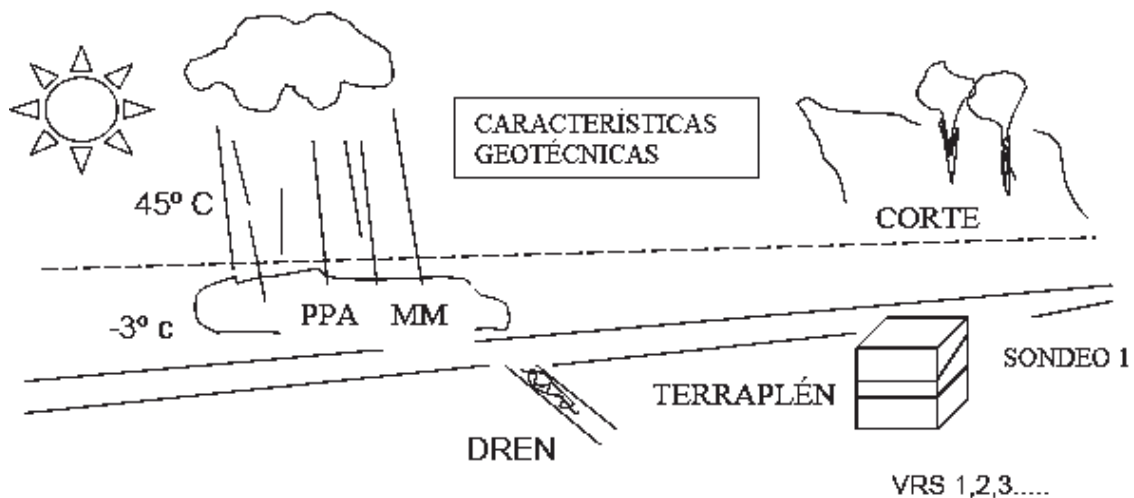
Las características geotécnicas de la zona circunvecina al tramo de carretera en estudio, constituyen una parte importante en la determinación de rutinas para mantenimiento menor ó mayor .

Los datos requeridos deberán ser obtenidos por un ingeniero de campo con suficiente experiencia, para repercutir en confiabilidad del proceso y recomendaciones del sistema.

1.- Temperatura ambiente de la zona en promedio anual, indicando la más alta (máx.) y la más baja (mín.) en grados centígrados. Esto es de particular importancia en zonas con climas extremosos que afectan radicalmente el comportamiento del pavimento y su vida útil de servicio.

2.- En la topografía adyacente se indicará con los números 1, 2 ó 3 si existen terraplenes, cortes o balcones respectivamente. En el caso de encontrar situaciones simultáneas, se reportará la que predomine a lo largo del tramo en estudio.

3.- Se reportará la Precipitación Pluvial Anual Promedio (PPA), en milímetros, en la zona en que se localiza el tramo bajo estudio.



4.- Deberá incluirse el "tipo" de drenaje superficial o subdrenaje existentes o casos en que no se tenga ninguno; así como el estado del mismo en la fecha de la evaluación.

Se utilizará el número 1 para dren superficial, el 2 para sub drenaje y el 3 en caso de no contar con drenaje. Para el "estado" del drenaje, utilizar el número 1 cuando se observe limpio o en condiciones aceptables, el número 2 cuando se detecte azolvado y el número 3 para cuando esté deteriorado o inservible.

5.- Para conocer la estructura del pavimento en sí, se requiere de un sondeo como mínimo en el tramo de 500 m bajo estudio, localizado al azar procurando seleccionar un punto en las áreas más críticas. Se determinará el espesor de cada capa hasta la subbase y su total de la estructura. Así mismo, los materiales componentes y si fué o no estabilizada alguna capa con material o producto como cal, asfalto o cemento.

6.- Para el terreno natural de soporte, es indispensable registrar en el formato el tipo o clasificación del suelo que lo conforma, su valor relativo de soporte y por último si el suelo posee alguna característica especial que lo haga problemático, tal como arcillas expansivas, colapsables, turbas, etc.

DATOS DE CAMPO para el FORMATO No.6 HISTOREP

Se considera que este punto consiste en labor de gabinete más que de campo, pero es de igual importancia para el desarrollo de soluciones de mantenimiento futuro.

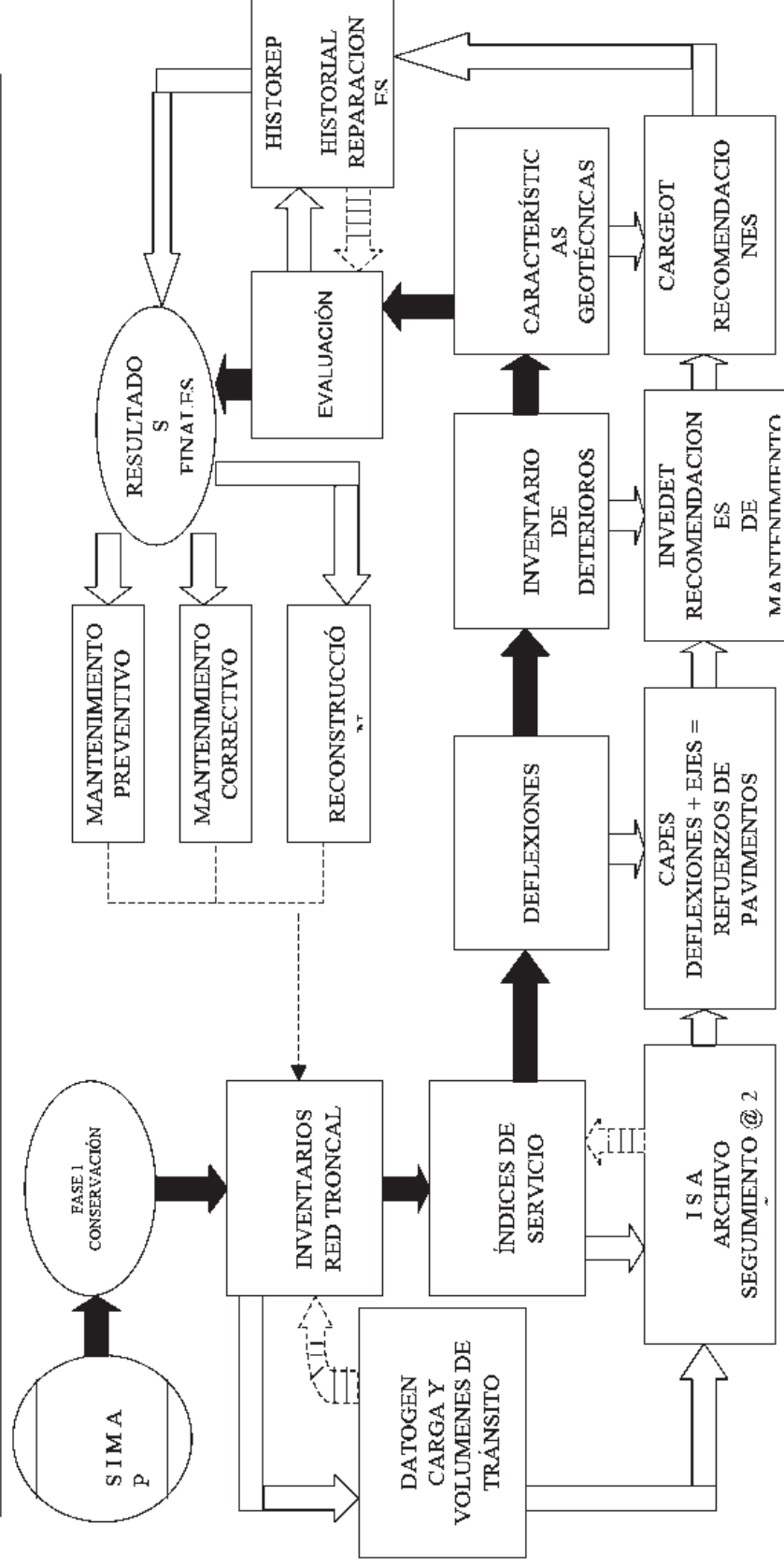
1.- Se vaciarán datos básicos que muestren el historial de reparaciones efectuadas de 3 años a la fecha, tanto en operaciones de mantenimiento menor o preventivo, como de mantenimiento mayor o correctivo, indicando fechas de ejecución y tipo o clase de trabajo efectuado; p.e. sellos o bacheo (mantenimiento menor); sobrecarpetas o reconstrucción (mayor).

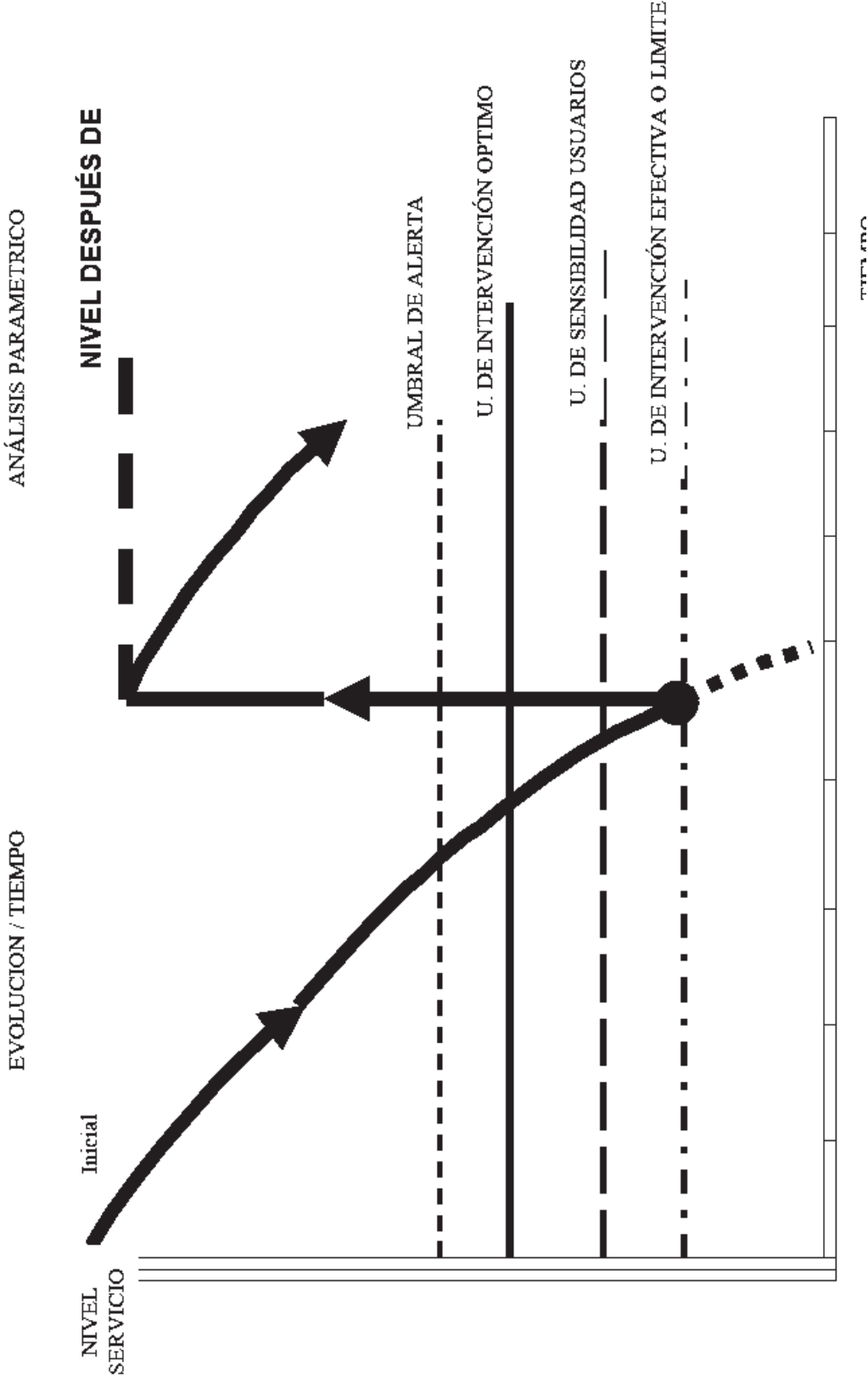
2.- En el último renglón de la tabla del formato, deberá indicarse la fecha y tipo de la última intervención de mantenimiento.

3.- Se incluyen dos renglones para observaciones que se consideren pertinentes sobre el tema.

SISTEMA MEXICANO PARA ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE





INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DE LOS FORMATOS DEL SIMAP

SISTEMA SIMAP

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

**FORMATOS 1ª.
FASE**

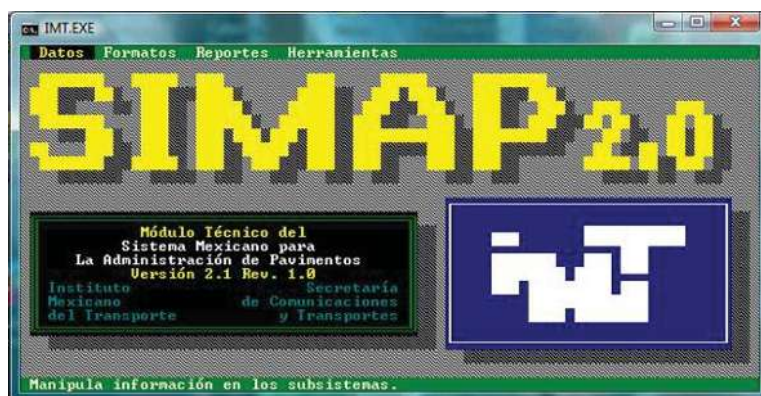
BANCO DE DATOS

SIMAP

FORMATO		REGISTRO DE
1	DATOGEN	Datos generales para identificación o uso común
2	ISA	Índice o nivel de servicio.
3	CAPES	Capacidad estructural en función de deflexión
4	INVEDET	Inventario o levantamiento de deterioros.
5	HISTOREP	Historial de reparación menor o igual a 3 años
6	CARGEOT	Características Geotécnicas

PROCEDIMIENTO DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA SIMAP PARA ADMINISTRACION DE PAVIMENTOS

Después de instalado el programa proporcionado por el IMT el sistema mexicano para la administración de pavimento de procede a correr dicho software



Fig() Pantalla inicial del SIMAP

En la pantalla inicial se observa los datos del creador y de la versión de esta



Fig.() Pantalla con los desplazamientos laterales

El desplazamiento sobre la pantalla es solo con la flechas y para aceptar es utilizado enter, así es como se da el primer paso que es la introducción de los datos generales del tramo en estudio Acambaro - Zinapecuaro

Dentro del desplazamiento de las pantallas del subsistema se debe ingresar como datos nuevos es decir, la opción de ingresar los datos por tramo en estudio esto indicara al programa que vamos a tratar un nuevo subtramo.

En la pantalla que sale hay que ingresar los datos generales del tramo del cual estamos haciendo la evaluación.

The screenshot shows a data entry form with a teal background. It contains the following fields and values:

Carretera		
Origen:	LIM EDOS GTO/MICH	
Destino:	MORELIA	
Tramo		
Origen:	ACAMBARO	
Destino:	ZINAPECUARO	
Inicial:	Subtramo	Código:
Final:	15.00	Sentido: 2
	23.00	

Fig. () Ingreso de los datos generales

En la pantalla que sale hay que ingresar los datos generales del tramo del cual estamos haciendo la evaluación.



Fig. () aceptación del código

Después de dar de alta el tramo, el programa propondrá un código para que mas adelante se pueda buscar este tramo a través del código asignado. Este código nos será muy indispensable para los demás subsistemas.

Datos requeridos por el programa SIMAP ,del transito del tramo en estudio, lo cual obtendremos directamente de la evaluación del tramo estudiado Acambaro - Morelia

Estos son:

1.-Transito diario promedio anual (TDPA)

Estos se pueden considerar ya sea directamente por las cantidades o por los porcentajes de la misma.

2.- crecimiento de transito anual.

3.- porcentaje de accidentes al año

4.- temperatura

5.- peso promedio

6.- carga por ejes

7.- numero de carriles.

The screenshot shows the SIMAP program window with the following data entered:

- Carretera: LIM EDOS GTO/MICH - MORELIA
- Tramo: ACAMBARO - ZIMAPECUARO
- Subtramo: 15.00 - 23.00
- Sentido: 2
- Código: MIC0005
- Coordenadas: 0.0
- Fecha: 21/05/08
- Datos a considerar: [P/C] 3
- Crecimiento transito anual: 5.0 %
- Accidentes anuales: 2 %
- Temperatura ambiente: 30°C
- Peso promedio: 20.0 Ton.
- Carga por eje: 8.2 Ton.
- No. carriles: 2
- Origen de datos: SCT MICH

Porcentajes	Cantidades
TDPA: 4580	
Autos: 77.99 %	3572
2 Ej: 11.59 %	531
3 Ej: 4.10 %	188
4 Ej: 2.51 %	115
5 Ej: 2.21 %	101
>= 6 Ej: 1.59 %	73
Total: 99.99 %	

At the bottom, there are buttons: F1-Elegir, F2-Aceptar, F10-Terminar, Esc-Cancelar.

Fig. () Ingreso de los datos de transito

El TPDA, tránsito promedio diario anual de vehículos en circulación deberá contener los vehículos que circulan (2,3,4,5 y 6 ejes) , importando su clasificación por ejes y en ambas direcciones, así como el peso promedio de los camiones pesados, la carga máxima por eje y la tasa anual de crecimiento. Conviene disponer del porcentaje anual de accidentes.

Ahora después de dar por terminado la captura de datos generales se tendrá la necesidad de regresar a la pantalla principal ahora para desplazarse a la captura del estado superficial del pavimento en estudio. misma que nos arroja la siguiente pantalla.



Fig () pantalla de selección del tipo de índice a capturar

En la pantalla nos preguntara que tipo de índice ha de ser considerado para la evaluación del tramo en estudio, debido a que en el proyecto se considero el índice de servicio actual, en este caso se presionara el botón con denominación ISA



Fig () Pantalla de ingreso del índice de servicio actual

Se ingresa los índice del ISA tomados por los valuadores del tramo haciendo unos ajustes para adaptar a estos resultados y poder ingresarlos al programa.

Consideraciones para el ingreso del índice de servicio actual

En el ingreso de los índices de servicio actual tomados directamente del tramo Acambaro – Morelia estas consideraciones están tomadas kilometro a kilometro por los evaluadores desde un automóvil a la velocidad requerida, la problemática que existe dentro del programa del sistema mexicano para la administración de pavimentos SIMAP, es que este software esta diseñado para evaluar tramos de 5 kilometros y por lo cual el ingreso de los datos se debe adaptar a un promedio de las observaciones kilometro a kilometro para el que el programa nos pueda arrojar resultados concretos:

Ejemplo:

KM	CALIFICACION				Prom
	Val 1	Val 2	Val 3	Val 4	
15+000 a 16+000	4	3	3	4	3.5
16+000 a 17+000	3	3	3	4	3.25
17+000 a 18+000	4	4	4	4	4
18+000 a 19+000	3	3	4	3	3.25
19+000 a 20+000	3	3	3	3	3
20+000 a 21+000	2	2	2	2	2
21+000 a 22+000	3	2	3	2	2.5
22+000 a 23+000	2	2	2	3	2.25

Del km 15+000 al 20+000 no existe ninguna problemática ya que todo el subtramo tiene un ISA aceptable.

Pero del km 20+000 al 23+000 se observa que los índices de servicio actual tomados por los evaluadores nos indica que las condiciones no son buenas por lo cual se considera recibir algún tratamiento. Dentro del programa le podemos indicar que este subtramo se encuentra en malas condiciones, poniendo en cada llenado de los datos, el promedio de todo el subtramo que a su vez este seria inferior a 2.8 que es el dato mínimo para que el programa lo considere para ser estudiado.



Segmentos para ser considerados por el SIMAP

Después de haber sido ingresado los datos del ISA el programa recomendara desde que puntos deben ser evaluado o que segmentos deben de ser considerados por los demás subsistemas.



Fig. () pantalla de aviso de que segmentos deben ser estudiados

Los segmentos con el ISA menores de 2.8 es considerado por el programa para que sean evaluados por los siguientes módulos del programa o subsistemas.



Se capturan las deflexiones del tramo de igual forma en el subsistema de la capacidad estructural.

A continuación se toman los deterioros obtenidos en la evaluación y se capturan en el siguiente subsistema que es el INVEDET cuya pantalla se muestra de la siguiente manera.

SIMAP
Inventario de deterioros
21/05/08

Carretera: LIM EDOS GTO/MICH - MORELIA
Tramo: ACAMBARO - ZINAPECUARO
Subtramo: 15.00 - 23.00
Segmento: 20.00 - 23.00
Coord: 0.0

Sentido: 2
Código: MIC0005
Fecha: 21/05/08

Falla	Porcentaje	Abertura/ profundidad (mm)	Gravedad [A-E]
Roderos	15	30	A
Baches	40		C
Grietas longitudinales	30	3	C
Grietas transversales	12	3	C
Desprendimientos	8		B
Asfalto aflorado	6		A
Piel de cocodrilo	60		E
Pulido superficie	8		A
Hundimientos	15	10	B
Ondulaciones de carpeta	18	8	B
CAIAVEREO	20	3	C
Hombros caídos	3 S/N		

Origen de datos: SCT_

F5-CapEst F6-InveDet F7-CarGeot Re/Au pag-Ant/Sig F10-Terminar Esc-Cancelar

Y por el ultimo y previo a ser adaptado por el programa se capturan las características geotécnicas dentro del subsistema CARGEOT.

SIMAP
Características geotécnicas
21/05/08

Carretera: LIM EDOS GTO/MICH - MORELIA
Tramo: ACAMBARO - ZINAPECUARO
Subtramo: 15.00 - 23.00
Segmento: 20.00 - 23.00
Coord: 0.0

Sentido: 2
Código: MIC0005
Fecha: 21/05/08

Temperatura ambiente mín: 10 máx: 35 °C
Drenaje tipo [A-C]: E edo: 3
Topografía [A-C]: C PPA: 2000 mm.

Capa	Espesor	Composición	Estabilidad
Carpeta:	4.0 cm.	0	
Base:	14.0 cm.	0	3 S/N
Sub-base:	0.0 cm.	0	S/N
Sub-rasante:	30.0 cm.		

Suelo de soporte: ARENA LIMOSA
Caract. especiales: CAFE OSCURA

Origen de datos: SCT MICH_

Pendientes
Longitudinal: 5.00 %
Transversal: 2.00 %

Alturas
Corte: 5.0
Terraplén: 5.0

F5-CapEst F6-InveDet F7-CarGeot Re/Au pag-Ant/Sig F10-Terminar Esc-Cancelar

EVALUACIÓN DEL TRAMO CARRETERO ACÁMBARO - ZINAPÉCUARO DEL KM 15+000 AL 23+000 Y
SU APLICACIÓN AL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA PAVIMENTOS EN MÉXICO

RECOMENDACIONES

SEPTIEMBRE 2008

OBSERVACIONES DEL ESTUDIO DE DETERIOROS

Este estudio se realiza en base a la metodología del Manual de Daños y Deterioros, recomendado. Debido al empleo y aplicación de la metodología sugerida en el manual se han realizado algunos ajustes a los formatos de campo establecidos, debido particularmente a las escalas y unidades manejadas. De la evaluación de este estudio se determinan las grietas longitudinales, transversales, parches, baches, roderas, y deformaciones superficiales.

Es de suma importancia hacer el recorrido del tramo para hacer el reconocimiento de las condiciones de la superficie, ya que nos da una idea referente a la estructura actual de su pavimento, de su antigüedad, y de la necesidad de diagnosticar una conservación para ampliar su periodo de vida de cualquier tramo carretero.

En el caso del tramo en estudio Acámbaro- Zinapécuaro el estudio arroja en su mayoría visiblemente los agrietamientos tanto de piel de cocodrilo así como tipo mapa, esto debido a lo mejor por el uso de ligantes muy duros, por un mal subdrenaje o tal vez en ocasiones por las altas temperaturas en la zona.

En otras zonas del camino se encuentran deformaciones o protuberancias debido que tal vez en el proceso de construcción los ligantes no fueron bien dosificados o fueron muy blandos lo que provoca que los materiales no tengan la función ideal dentro de todo los agregados.

En resumen la carretera se encuentra en un estado transitable, en donde su inestabilidad se encuentra en pequeñas zonas donde serian las ideales para darles algún tipo de tratamiento, la cual intentaremos de encontrar la correcta a través de un estudio mas completo desarrollado a través del sistema mexicano para la administración de pavimentos.

OBSERVACIONES DE LA TOMA DE DEFLEXIONES CON LA VIGA BENKELMAN

La evaluación estructural determinó que el estado actual del pavimento (basado en las deflexiones), está presentando un comportamiento adecuado en la totalidad del tramo. Se comprobó que actualmente, las deflexiones características son mayores a las admisibles para el mismo año, demostrando en general que el desempeño que presenta tanto carpeta asfáltica del pavimento, como las capas subyacentes deben de ser evaluados a un nivel mas profundo. Es decir, nos muestra que los problemas de funcionalidad localizados, son debidos principalmente a las capas superficiales y que no se ha comprometido sustancialmente a los materiales granulares.

Pero esta evaluación basado en deflexiones aun debe de ser comparada con la obtenida en las pruebas de laboratorio realizadas al material correspondiente a las capas que subyacen a la carpeta asfáltica, ya que los resultados obtenidos por la viga nos demuestran que de menos la carpeta asfáltica esta siendo afectada por la fatiga.

OBSERVACIONES DEL ESTUDIO ESTRUCTURAL POR MEDIO DE CALAS Y POZOS A CIELO A BIERTO

Con los resultados observados en las pruebas en los materiales que componen las capas del pavimento, se puede notar que dicho material se encuentra dentro de las normas que especifica la secretaria de comunicaciones y transporte (SCT).

Los resultados en dichas normas recomendables para el análisis estructural nos indican que estos se encuentran en el rango de deseable a adecuado por lo que se puede considerar que la estructura del pavimento se encuentra en buenas condiciones. Lo cual nos demuestra que las deficiencias que tiene la carretera Acámbaro – Zinapécuaro son a nivel superficial, en el estudio de la viga benkelman se encontraron deflexiones regulares que nos indicaban una deficiencia estructural, pero esta a su vez con la demostración de las estratigrafías se aprecia que hay un deficiente espesor de la carpeta asfáltica por lo cual seria una de las principales razones de que el daño debido a la fatiga llego a esas instancias en un periodo mas corto a del proyectado, siendo una de estas, una necesidad de reparación , misma que deberá ser análisis mediante una propuesta de conservación.

EVALUACIÓN DEL TRAMO CARRETERO ACÁMBARO - ZINAPÉCUARO DEL KM 15+000 AL 23+000 Y
SU APLICACIÓN AL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA PAVIMENTOS EN MÉXICO

CONCLUSIONES

SEPTIEMBRE 2008

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES DE LOS TRABAJOS

El tramo más importante es de la T. San José al Aeropuerto de Morelia y este tiene subtramos regulares y malos en la superficie de rodamiento.

En el resto del tramo el tránsito es menor. Los deterioros consisten en agrietamientos de diversos tipos y deformaciones, varios subtramos están bien y otros en condiciones regulares y malas. Las deflexiones características en los subtramos más dañados es de 88 milésimas de pulgada y en los tramos regulares y buenos es cercana a 50 milésimas. La estratigrafía encontrada es en general de una carpeta asfáltica delgada desde el km. 15 hasta el km. 25, que es la zona de Zinapécuaro. Dicha carpeta es de mayor espesor en la zona de Zinapécuaro y hasta la T. San José en el km. 64, variando de 7 a 15 y hasta 30 cm en algunos subtramos, en donde el terreno natural esta integrado por arcillas negras de alta plasticidad y expansividad. Le subyace a la carpeta asfáltica en general, una base hidráulica variando de 10 a 20 centímetros.

Bajo la base hidráulica se tiene una capa subrasante de espesor variable. El terreno natural donde se apoya la estructura de la carretera esta formada por terreno resistente, entre los kms. 15+000 y 43+000 y por un terreno muy arcilloso de mala calidad entre los kms. 43 y 64 teniendo algunas pequeñas zonas con material resistente.

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

ANÁLISIS DE LAS DEFICIENCIAS ESTRUCTURALES DEL PAVIMENTO

La mayoría de la superficie del pavimento asfáltico presenta fallas por fatiga y una parte de la superficie presenta falla por deformación permanente.

ANÁLISIS DE LAS DEFICIENCIAS FUNCIONALES DEL PAVIMENTO El IRI es muy alto en algunos subtramos, lo cual se refleja en la dificultad para transitar el vehículos debido a las fallas en el pavimento.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

ALTERNATIVA N° 1

Tomando como base toda la información de campo y de laboratorio, se propone como una alternativa de solución que el tramo estudiado se conserve mediante bacheo y recuperación de las capas asfálticas estabilizándolas con emulsiones

asfálticas en algunos tramos y en otros mediante bacheo y carpeta de concreto asfáltico de 5.0 y 8.0 centímetros de espesor.

Se aclara que es conveniente efectuar un dezasolve de las obras de drenaje y limpiar y rehabilitar las cunetas.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

- a) En el pavimento existente se efectuará el bacheo de caja y la corrección de las calaveras, sustituyendo el material extraído con mezcla asfáltica a tamaño máximo de 1" (25.4 mm.) compactada al 95% de su peso volumétrico máximo Porter.
- b) A continuación en los tramos donde se requiere recuperación, se hará esta en un espesor de 15 cm, y recargando material pétreo triturado basáltico a tamaño máximo de 1" incorporando emulsión asfáltica a razón de 80 lt/m³ equivalente a un 4% en peso de cemento asfáltico y agregando material pétreo nuevo, para obtener una granulometría adecuada. La mezcla ya homogenizada se compactará al 95% del peso volumétrico máximo porter para dar un espesor compacto de 20 cm.
- c) Sobre la base asfáltica producto de recuperación se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 8 centímetros de espesor compactada al 95% del paso volumétrico Marshall.
- d) En otros tramos solamente se requiere bacheo y sobrecarpeta de concreto asfáltico, de 5 y 6 cm, de espesor compacto al 95% del peso volumétrico máximo Marshall.

DEFINICIÓN DETALLADA DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

ALTERNATIVA	SUBTRAMO DE Km. A Km.	LONGITUD	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
1	15 al 39	24 km.	Bacheo y sobrecarpeta de 5 cm.
1	39 al 47	8 km.	Recuperación de pavimento existente y estabilización con emulsión asfáltica y además construcción de carpeta asfáltica
1	49 al 64	15 km.	Bacheo, y sobrecarpeta de 6 cm.

EVALUACIÓN DEL TRAMO CARRETERO ACÁMBARO - ZINAPÉCUARO DEL KM 15+000 AL 23+000 Y
SU APLICACIÓN AL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA PAVIMENTOS EN MÉXICO

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFICAS

SEPTIEMBRE 2008

BIBLIOGRAFIA

- Instituto mexicano del transporte (IMT) Documento técnico #3, **”Sistema mexicano para la administración de pavimentos”** , Alfonso Rico Rodríguez, Juan M. Orozco y Orozco, Rodolfo Téllez, Alfredo Pérez.
- Instituto mexicano del transporte (IMT) Documento técnico #4, **”Manual operativo de campo Sistema mexicano para la administración de pavimentos”**, Alfonso Rico Rodríguez, Rodolfo Téllez, Alfonso Elizondo Ramirez.
- Asociación mexicana de ingeniería de vías terrestres A.C (AMIVTAC) **”Las vías terrestres en el marco de la globalización”**
- Instituto mexicano del transporte (IMT) Documento técnico #1, **”Manual de calidad de los materiales en secciones estructurales de pavimentos carreteros”** Alfonso Rico Rodríguez, Juan M. Orozco y Orozco, Rodolfo Téllez, Alfredo Pérez García.

- Mario S.Hoffman y Pablo M. del Águila “**Estudios de evaluación estructural de pavimentos basados en la interpretación de curvas de deflexiones**”
- Secretaria de comunicaciones y transportes (SCT) Manual normativo tomo XIV.
- Rico Rodríguez Alfonso y Del Castillo Hermilio, 1996 “**La ingeniería de suelos en las vías terrestres Vol.2**” Ed. Limusa
- Hernán de Solminihaq T. Ing Civil, MSc, PhD, “**planificación y gestión vial**”, profesor titular y decano Escuela de ingeniería pontificia, Universidad católica de Chile.