



**UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“ESTUDIO TECNICO DEL CAMINO: EL ECOLESIO – ECUANDUREO, MUNICIPIO
DE ECUANDUREO MICHOCAN”**

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

JESUS FABIAN JAIMES TINOCO

ASESOR

ING. ALEJANDRO PERALTA ARNAUD

MORELIA MICHOCÁN

NOVIEMBRE DE 2015

Agradecimientos:

Doy gracias a Dios por permitirme llegar hasta etapa de mi vida y poder cumplir cada una de mis metas con la decisión y firmeza para ello.

A mis Padres Salvador y Belén, que desde el cielo han sido mi motor en la vida, me enseñaron a tener esa fortaleza para salir adelante.

A mis hermanos Lourdes y Pedro Luis, mi hermana que con ese cariño siempre me ha apoyado y nunca me ha dejado solo en las buenas y malas, de mi hermano sé que después de caer hay que levantarse, así es la vida solo seguir para adelante.

A mis sobrinos Chava, Regina y Cris que llenan de alegría el corazón, esperando ser un ejemplo para ellos en su vida.

A mi abue Tere y a mis tías Elvia, Olga y Olivia, que me demuestran el valor que tiene la familia, gracias por creer en mí, por sus consejos y su apoyo en cada momento.

Mis primos Iris, Elsy, Ivon, Poncho, Brenda, Diego y Ángel, todos son parte importante en mi vida, me han demostrado lo importante que soy para cada uno de ustedes, gracias.

A mi asesor el Ing. Alejandro Peralta Arnaud, el cual más que asesor es un gran amigo, le agradezco su confianza, apoyo, respeto pero sobre todo su amistad, me ha dado la oportunidad de saber lo importante que es esta hermosa profesión y desempeñarme en ella.

A todas y cada una de las personas que son importantes en mi vida, las cuales son la familia que yo escogí para caminar juntos a lo largo del tiempo y a las cuales les considero amigos, tengo la dicha de contar con tanta gente a mi alrededor que me quiere y que me ha demostrado su cariño, amigos de infancia, de escuela, colegas de trabajo que se han quedado presentes, a todos y cada uno de ustedes gracias.

Estudio técnico

Camino: El Colesio - Ecuandureo

Ubicación: Ecuandureo, Mich.

Longitud: 4.0 km.



Contenido

Introducción.....	8
Capítulo 1. Antecedentes.....	9
1.1 objetivo.....	9
1.2 Generalidades.....	10
1.2.1. Entorno geográfico.....	10
1.2.2. Principales localidades.....	11
1.2.3. Hidrología.....	12
1.2.4. Uso potencial de la tierra.....	13
1.2.5. Uso del suelo y vegetación.....	13
1.2.6. Edafología.....	14
1.2.7. Orografía.....	15
1.2.8. Climatología.....	16
1.2.9. Geología.....	17
Capítulo 2. Datos generales.....	18
2.1. Ubicación del tramo carretero en el estudio.....	18
2.2. Condiciones actuales del camino.....	20
2.3. Obras de drenaje y subdrenaje.....	21
2.4. Zonas inestables y de riesgo.....	22
2.5. Estabilidad de Taludes.....	23
2.6. Antecedentes de construcción y conservación.....	24
Capítulo 3. Reconocimiento en campo	25
3.1 levantamiento de fallas y deterioros.....	25
3.2 índice de servicio actual.....	37
3.3 obras de drenaje.....	41
3.4 señalamiento vertical y horizontal.....	44
3.5 observaciones y conclusiones.....	44

Capítulo 4. Estudio de la estructura del pavimento	45
4.1. Estructura del pavimento existente.....	45
4.1.1. Sondeos en la estructura existente.....	47
4.1.2. Calidad de materiales de la estructura existente.....	58
4.2. Análisis del tránsito.....	69
4.3. Evaluación estructural de pavimento existente.....	74
4.3.1. Método del instituto de ingeniería de la UNAM.....	74
4.3.2. Análisis de resultados.....	86
4.4. Estudio de bancos de materiales (casos existentes).....	87
 Capítulo 5. Alternativas de conservación del pavimento existente.....	 90
5.1. Propuesta	90
5.2. Procedimiento constructivo de la propuesta	91
 Capítulo 6. Especificaciones generales y particulares.....	 93
6.1. Calidad de los materiales.....	103
 Capítulo 7. Conclusiones.....	 113
 Bibliografía.....	 114

Resumen

El presente trabajo que me permito presentar para obtener el Título de Ingeniero Civil, consiste en un estudio técnico para evaluar el camino de El Colesio a Ecuandureo del tramo 0+000 al 4+000, en el municipio de Ecuandureo en el estado de Michoacán. Esto evaluando las condiciones actuales que presenta por medio del ISA, (Índice de Servicio Actual) el cual consiste en evaluar el grado de confort y seguridad que el usuario percibe al transitar por un camino, el INVEDET (evaluación o inventario de deterioros existentes) y con el cual se evaluó los defectos que presenta el pavimento y que disminuye la comodidad al usuario o de la vida de servicio de la estructura, se clasifico cada uno de los deterioros y su posible causa. Además de realizar un levantamiento de las obras de drenaje existente así como el de los señalamientos horizontal y vertical.

Se realizaron sondeos a lo largo de todo el tramo carretero en estudio con la finalidad de determinar la estructura del pavimento, tomando en cuenta la estratigrafía y espesor de cada capa hasta llegar al terreno natural, se verifico el grado de compactación en cada una de ellas y se muestreo el material encontrado para determinar su calidad con respecto a la normativa correspondiente.

Posteriormente a los trabajos de campo y laboratorio antes mencionado, se analizó por el método del instituto de ingeniería de la UNAM. El DISPAV-5 es un programa de tipo interactivo que permite analizar tanto carreteras de altas especificaciones como carreteras normales, para nuestro tramo carretero se considera normal, así que se analizó para determinar la vida previsible por deformación y fatiga. En nuestro camino de estudio no cumplió por deformación así que se realizó una propuesta tratando de cumplir con el objetivo y brindar una estructura de pavimento que brinde la vida previsible por fatiga y por deformación, dicha estructura se presenta para que sea viable en cuanto funcionamiento y economía, además de presentar las características de los materiales de los bancos cercanos y procedimientos de construcción óptimos para brindar la seguridad y el confort al usuario.

Palabras Clave: Evaluación, calidad, deterioro, sondeos, pavimento.

Abstract

This paper which I would submit for the title of Civil Engineer is a technical study to assess the way the Colesio to stretch Ecuandureo 0 + 000 to 4 + 000, in the municipality of Ecuandureo in the state of Michoacán. This evaluating current conditions presented by the ISA, which is to assess the degree of comfort and security that the user perceives to walking on a road, INVEDET (assessment or inventory of existing damage) (Current Index Service) and with which defects having the pavement and decreases the comfort to the user or the service life of the structure was evaluated, qualified each damage and possible cause. In addition to conducting a survey of existing drainage works as well as the horizontal and vertical signs.

Surveys along the entire road segment under consideration in order to determine the pavement structure were made , taking into account the stratigraphy and thickness of each layer until the natural ground , the degree of compaction has been verified in each and found the material to determine its quality with respect to the relevant regulations are sampling.

Following field work and laboratory above was analyzed by the method of engineering institute of the UNAM. The DISPAV -5 is a kind interactive program to analyze both highways of high specifications as normal roads , for our road section is considered normal , so it was analyzed for the foreseeable strain and fatigue life . On our way study did not meet strain so a proposal seeking to meet the target and provide pavement structure that provides the expected fatigue life and strain, this structure appears to be feasible in terms of operation was performed and economy, besides presenting the characteristics of the materials from nearby banks and construction procedures to provide optimal safety and user comfort.

Introducción

¿Qué es un Informe técnico?

Un informe técnico es la exposición por escrito de las circunstancias observadas en el examen de la cuestión que se considera, con explicaciones detalladas que certifiquen lo dicho.

Se trata de una exposición de datos o hechos dirigidos a alguien, respecto a una cuestión o un asunto, o a lo que conviene hacer del mismo. Es, en otras palabras, un documento que describe el estado de un problema científico. Suele prepararse a solicitud de una persona, una empresa o una organización.

En ocasiones el informe técnico tiende a confundirse con proyecto, pero no son en absoluto sinónimos. Así, mientras el primer documento se refiere a una realidad, que es un determinado problema técnico en torno a una cuestión determinada, el segundo trabajo realizado no es más que un esquema o un conjunto de ideas y planes sobre una actuación que se pretende llevar a cabo y que, por tanto, aún no es realidad.

El informe técnico debe incluir la información suficiente para que un receptor calificado pueda evaluar y proponer modificaciones a sus conclusiones o recomendaciones.

La estructura del informe técnico está formada por la parte inicial, los cuerpos del informe, los anexos y la parte final.

La parte inicial debe incluir la cubierta (con el título del informe, su autor y la fecha), la portada, el resumen, el índice, el glosario (con los signos, símbolos, abreviaturas y tecnicismos utilizados) y el prefacio (en caso que sea necesario).

Los cuerpos del informe presentan la introducción (donde se detallen los alcances y objetivos del trabajo), el núcleo (con imágenes y tablas), las conclusiones o recomendaciones, los agradecimientos y las listas de referencia.

Los anexos son optativos y permiten agregar información complementaria al informe. Los datos que presentan, por lo general, pueden ser omitidos por el lector ordinario, aunque serán valiosos para el especialista en la materia.

En cuanto a la parte final, ofrece hojas de datos del documento, la lista de distribución y disponibilidad y la cubierta posterior.

Capítulo 1. Antecedentes

1.1 Objetivo

La República Mexicana se enfrenta al reto de iniciar un sistema abierto de intercambio y desarrollo; motivo por el cual uno de los principales problemas que afronta, es el de contar con un sistema adecuado de transporte carretero que permita un intercambio en forma rápida, segura y eficiente; para ello es necesario contar con una red carretera funcional y con costos de operación dentro de un marco económicamente razonable.

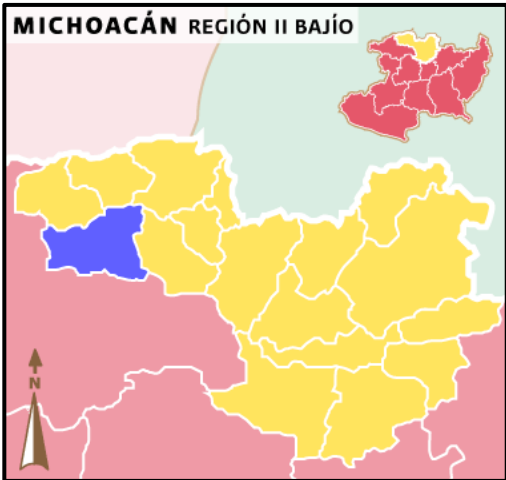
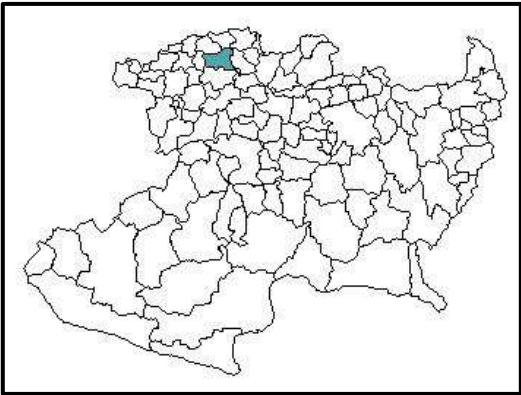
Debido al aumento de las actividades económicas del país, en la red carretera se han incrementado considerablemente los volúmenes de tránsito, así como el porcentaje de vehículos pesados y las cargas por eje. Esto ha provocado que gran parte de la red se encuentre actualmente en malas e incluso pésimas condiciones.

Por lo anterior, es necesario implementar acciones de rehabilitación, reconstrucción o ampliación de los tramos más críticos, ya que una red carretera en buen estado proporciona comodidad y seguridad, además de que se abaten los costos de operación y de transporte.

Debido a estas necesidades se elabora el estudio para la evaluación y elaboración de un dictamen técnico del tramo: **El Colesio - Ecuandureo del Km. 0+000 al 4+000**. Para esto se realizaron calas o sondeos, obteniendo la calidad de los materiales en la estructura existente, con los datos viales de la SCT del año más recientes obtuvimos la composición vehicular y determinamos de la tasa de crecimiento, inventario de obras de drenaje, levantamiento de daños y deterioros, revisión de la estructura de pavimento. Todo esto con la finalidad de determinar los trabajos de conservación periódica o proponer soluciones alternas, a fin de mejorar el nivel de servicio del pavimento

1.2 Generalidades.

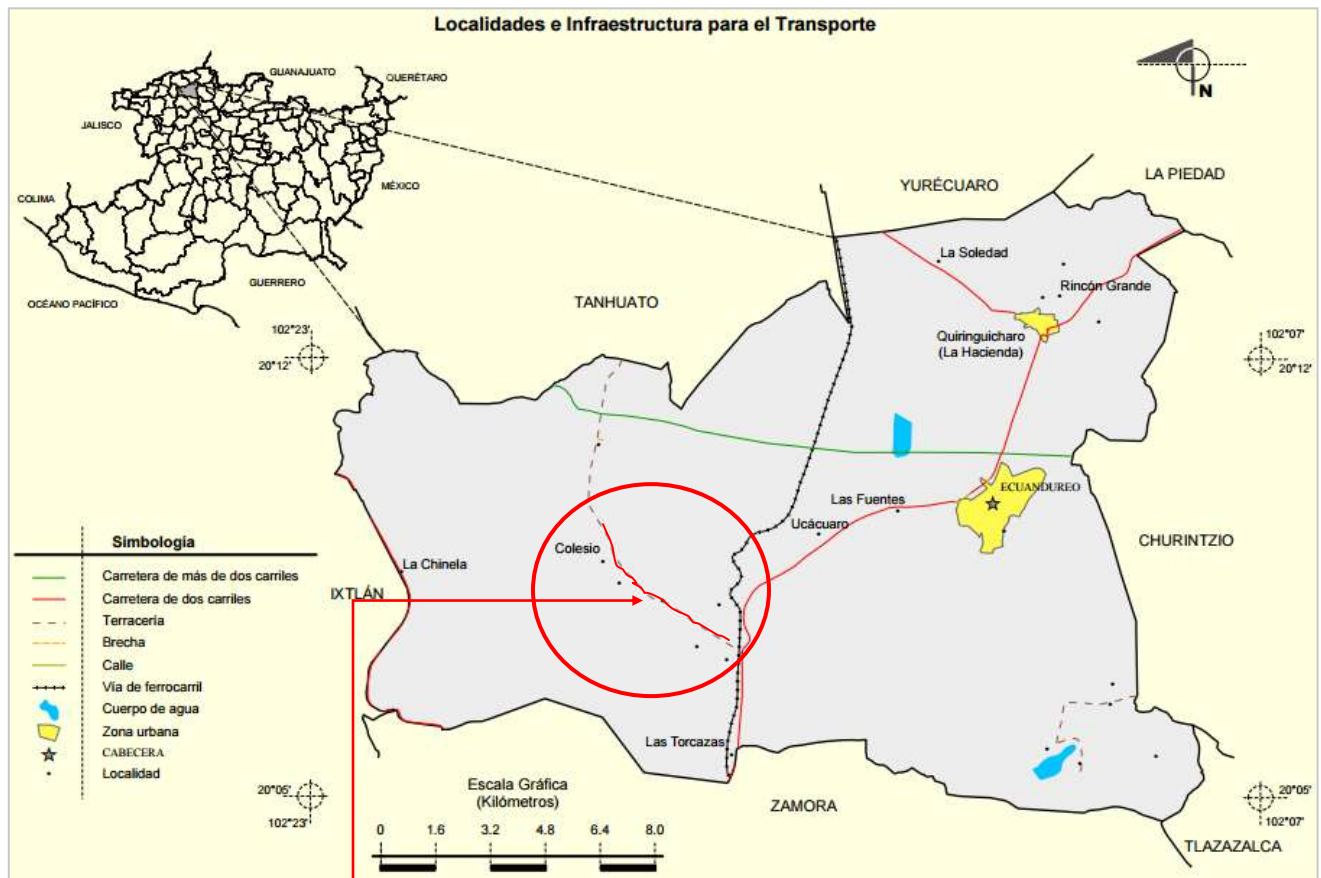
1.2.1 Entorno geográfico



Ubicación geográfica

Coordenadas	Entre los paralelos 20°04' y 20°15' de latitud norte; los meridianos 102°07' y 102°23' de longitud oeste; altitud entre 1 600 y 2 400 m.
Colindancias	Colinda al norte con los municipios de Tanhuato, Yurécuaro y La Piedad; al este con los municipios de La Piedad, Churintzio y Tlazazalca; al sur con los municipios de Tlazazalca y Zamora; al oeste con los municipios de Zamora, Ixtlán y Tanhuato.
Otros datos	Ocupa el 0.52% de la superficie del estado. Cuenta con 24 localidades y una población total de 12 420 habitantes.

➤ Mapa de carreteras existentes (Ecuandureo, Mich.)



Tramo en estudio.

Zona urbana	Las zonas urbanas están creciendo sobre suelos aluviales del Cuaternario y rocas ígneas extrusivas del Plioceno-Cuaternario, en sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío; sobre áreas donde originalmente había suelo denominado Vertisol; tienen clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad y de humedad media, y están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y selvas.
-------------	--

1.2.2. Principales Localidades:

Ecuandureo: Es la cabecera municipal. La población en 1995 fue de 5,528 habitantes. La actividad económica más importante es la agricultura y el comercio. Su distancia a la capital del estado por la autopista México-Guadalajara es de 142 kms.

Quiringuicharo.(tenencia): La población en 1995 fue de 2,651 habitantes. Su distancia a la cabecera municipal es de 5.5 kms. su principal actividad es agrícola (95% y ganadera 5%.)

La Soledad: Su distancia a la cabecera municipal es de 11 kms. Su principal actividad económica es agrícola. la población en 1995 fue de 1,073 habitantes.

Rincón Grande: Su distancia a la cabecera municipal es de 7 kms. Su principal actividad económica es agrícola. La población en 1995 fue de 979 habitantes.

El Colesio: Su distancia a la cabecera municipal es de 20 kms. Su principal actividad económica es agrícola. La población en 1995 fue de 1,310 habitantes.

Ucacuaro: Su distancia a la cabecera municipal es de 5 kms. Su principal actividad económica es agrícola. La población en 1995 fue de 919 habitantes.

Las Fuentes: Su distancia a la cabecera municipal es de 2 kms. Su principal actividad económica es agrícola. La población en 1995 fue de 831 habitantes.

Las Torcazas: Su distancia a la cabecera municipal es de 10 kms. Su principal actividad económica es ganadera 50% y agrícola 50%. la población en 1995 fue de 273 habitantes

1.2.3. Hidrología

Se constituye por arroyos temporales, como el prieto, el seco y el arco; así como drenes agrícolas como son: dren principal Colesio, manantial las fuentes y la estancia entre otros.

Región hidrológica	Lerma-Santiago (100%)
cuenca	R. Lerma - Chapala (100%)
Sub cuenca	R. Angulo-R. Briseñas (72.57%) y R. Duero (27.43%)
Corrientes de agua	Intermitentes: Chico, El Puente, Grande, Huapamacato, La Barranca, La Biznaga, La Colorada, Lareño, Palo Dulce y San Francisco
Cuerpos de agua	Intermitente (0.37%): El Moreno.

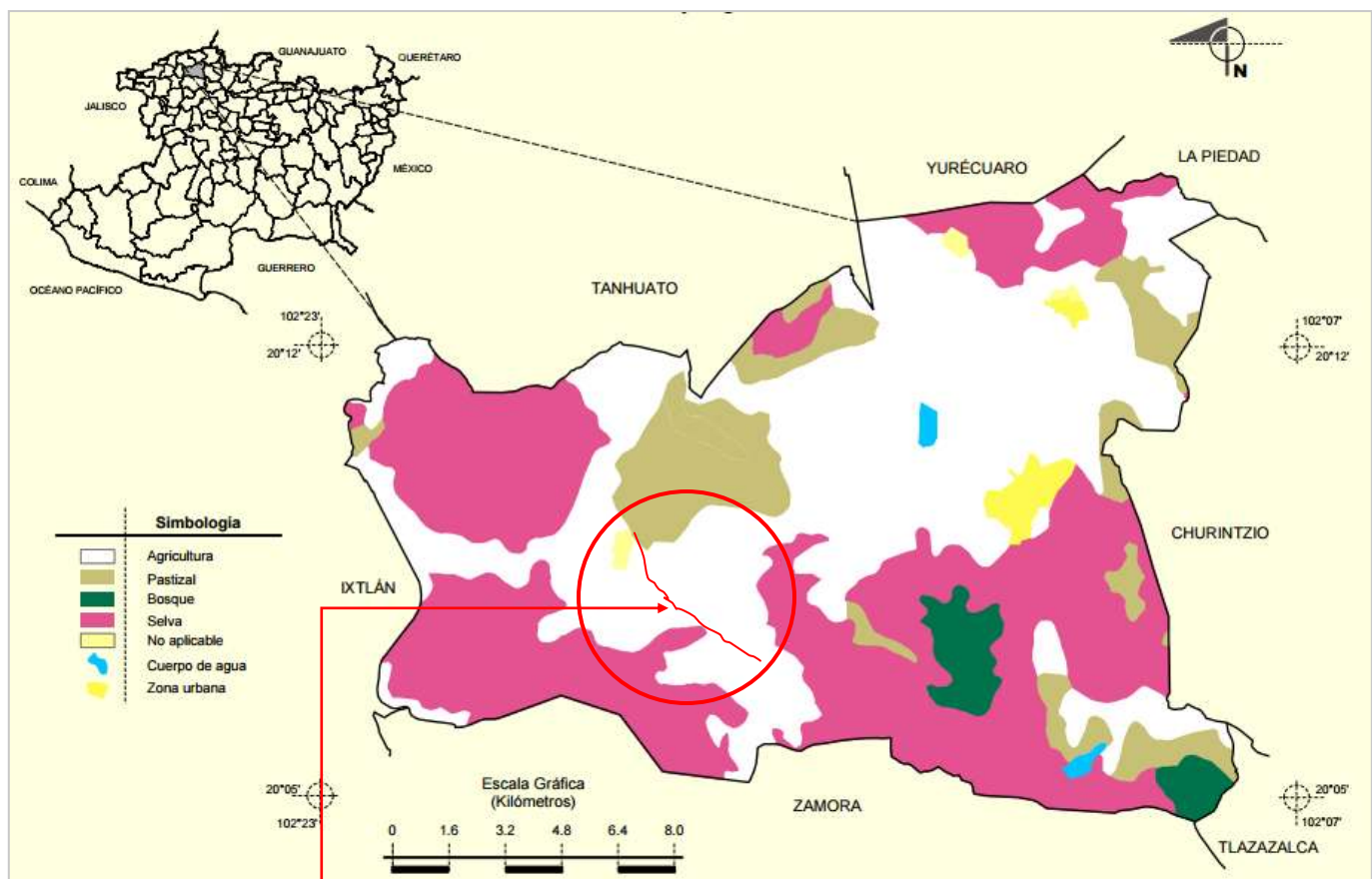
1.2.4. Uso potencial de la tierra

Agrícola	Para la agricultura mecanizada continua (34.42%) No aptas para la agricultura (65.58%)
Pecuario	Para el desarrollo de praderas cultivadas (34.42%) Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (63.95%) No aptas para uso pecuario (1.63%)

1.2.5 Uso de suelo y vegetación

Uso del suelo	Agricultura (44.33%) y Zona urbana (1.26%)
Vegetación	Selva (39.72%), Pastizal (11.00%) y Bosque (2.91%)

➤ Mapa de uso de suelo y vegetación (Ecuandureo, Mich.)



Tramo en estudio.

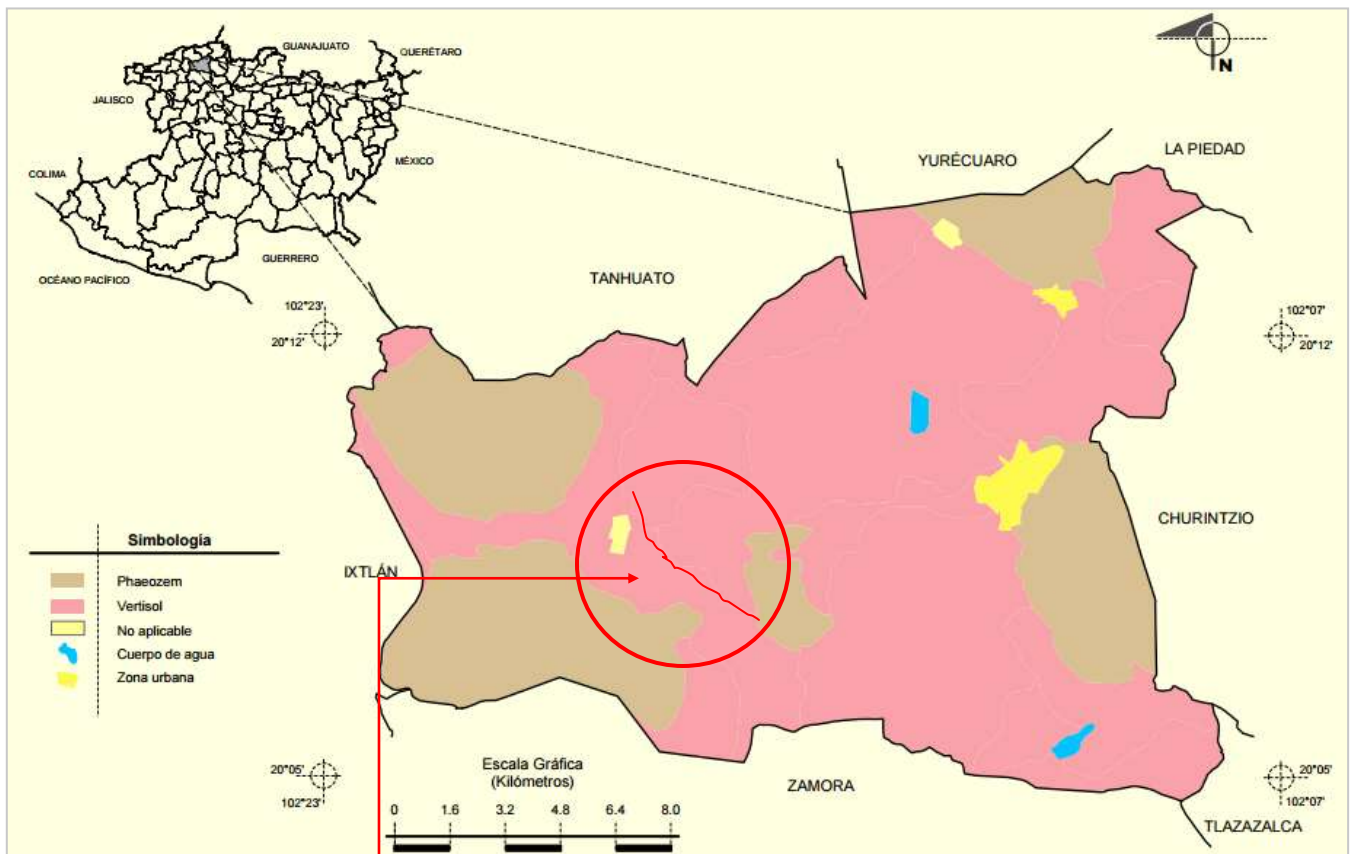
1.2.6. Edafología

La Edafología es una ciencia que se ocupa del estudio de la naturaleza, las condiciones que presentan los suelos y la relación que estos mantienen con los seres vivos que viven sobre ellos, especialmente las plantas, seres vivos que ocupan un lugar fundamental en el suelo, dado que crecen en él y viven allí mismo.

Esta disciplina experta en suelos surge como un desprendimiento de la geología, siendo su principal y exclusivo metier el de evaluar, estudiar y comparar los distintos tipos de suelos y saber también cómo la composición de cada cual afecta a los organismos vivientes que se desarrollan justamente sobre él, por ejemplo las plantas.

Suelo dominante	Vertisol (67.31%) y Phaeozem (30.73%)
-----------------	---------------------------------------

➤ Mapa de suelos dominantes (Ecuandureo, Mich.)



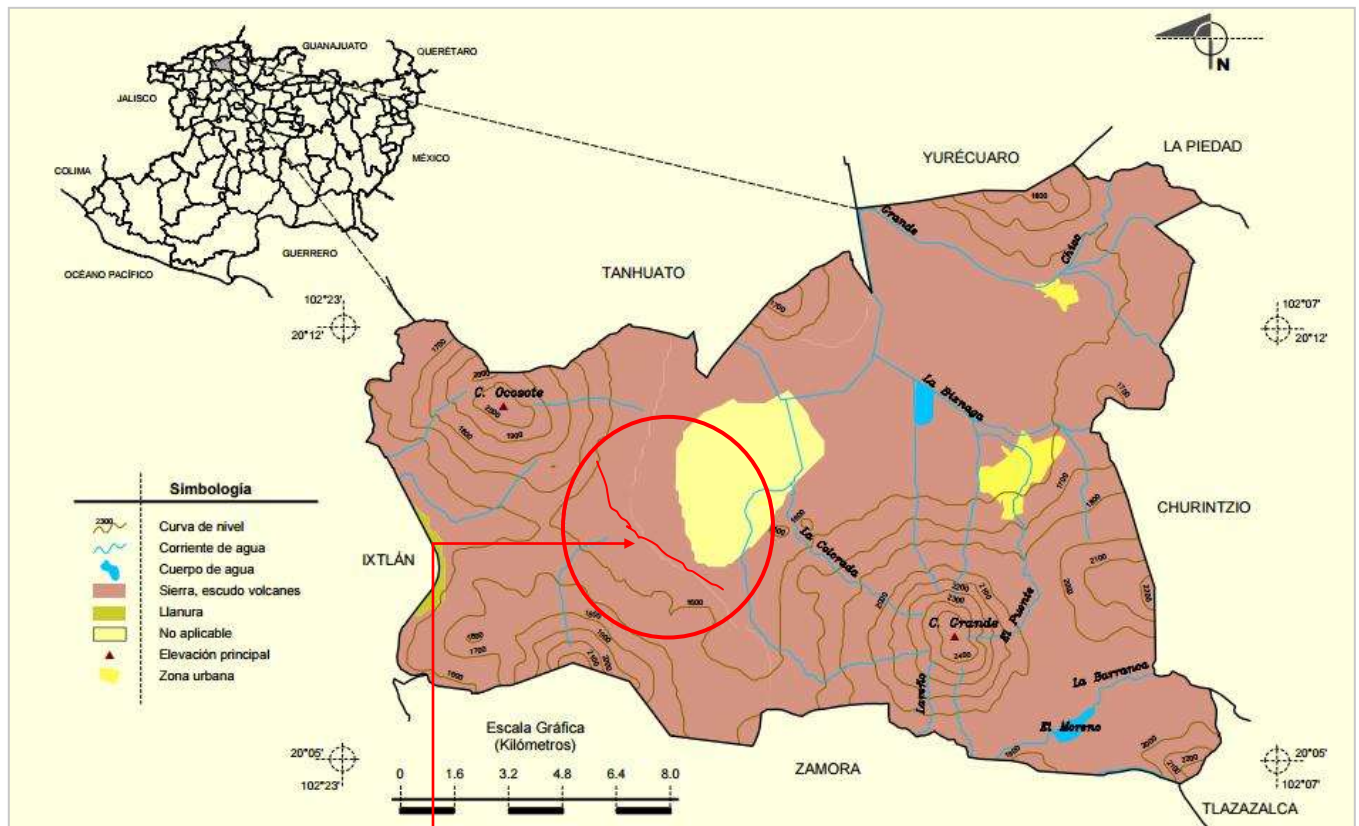
Tramo en estudio.

1.2.7. Orografía:

Su relieve lo constituyen las estribaciones septentrionales del sistema volcánico transversal y la depresión del Lerma; cerros: el grande, el encinal y la soledad.

Provincia	Eje Neovolcánico (100%).
Subprovincia	Sierras y Bajíos Michoacanos (69.07%) y Chapala (30.93%).
Sistema de topoformas	Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío (64.05%), Escudo volcanes (30.61%) y Llanura aluvial (0.32%)

➤ Mapa de relieve (Ecuandureo, Mich.)

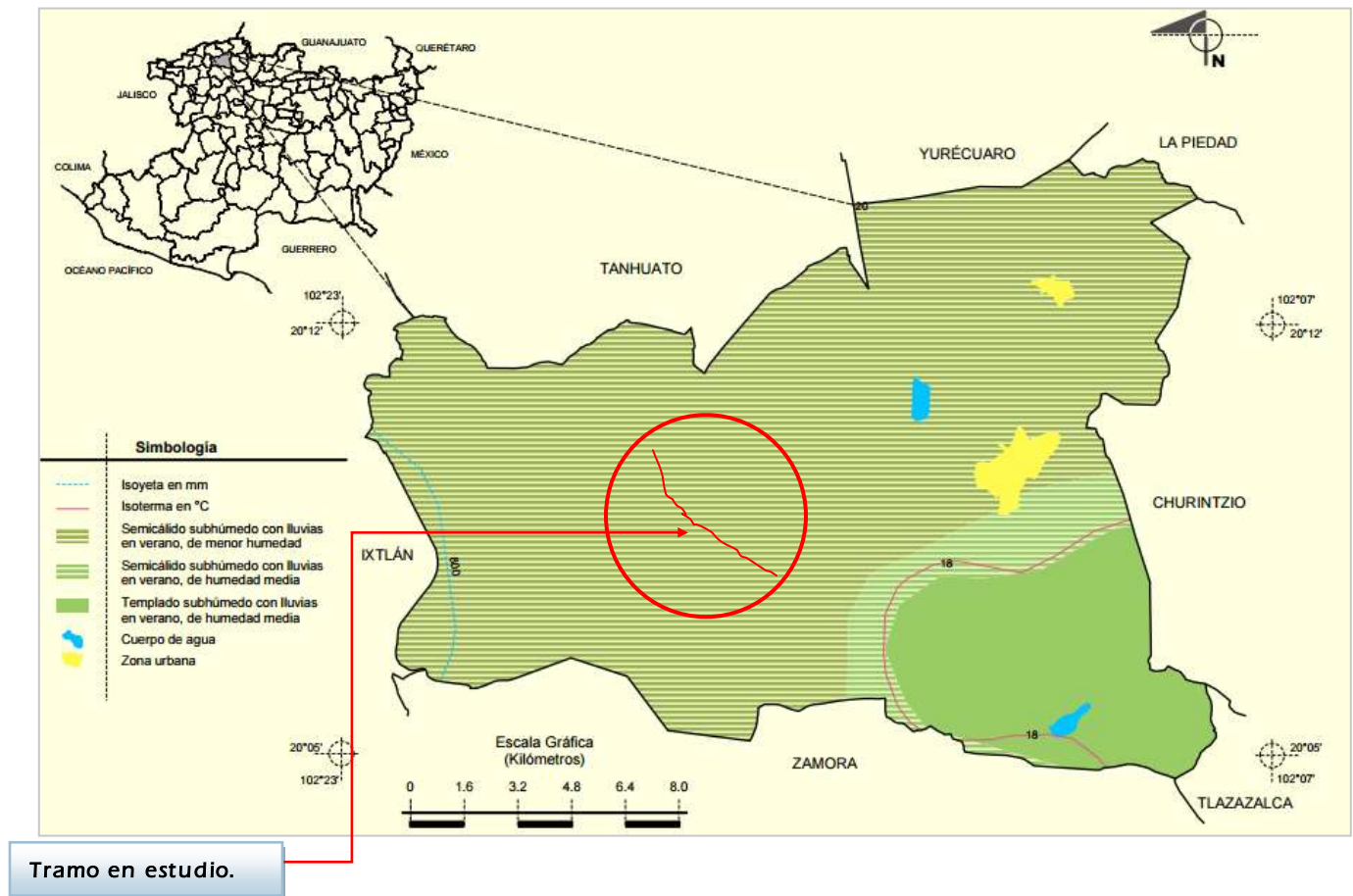


Tramo en estudio.

1.2.8. Climatología:

Rango de temperatura	16 – 22°C
Rango de precipitación	700 – 1 000 mm
Clima	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (78.36%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (15.55%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (6.09%)

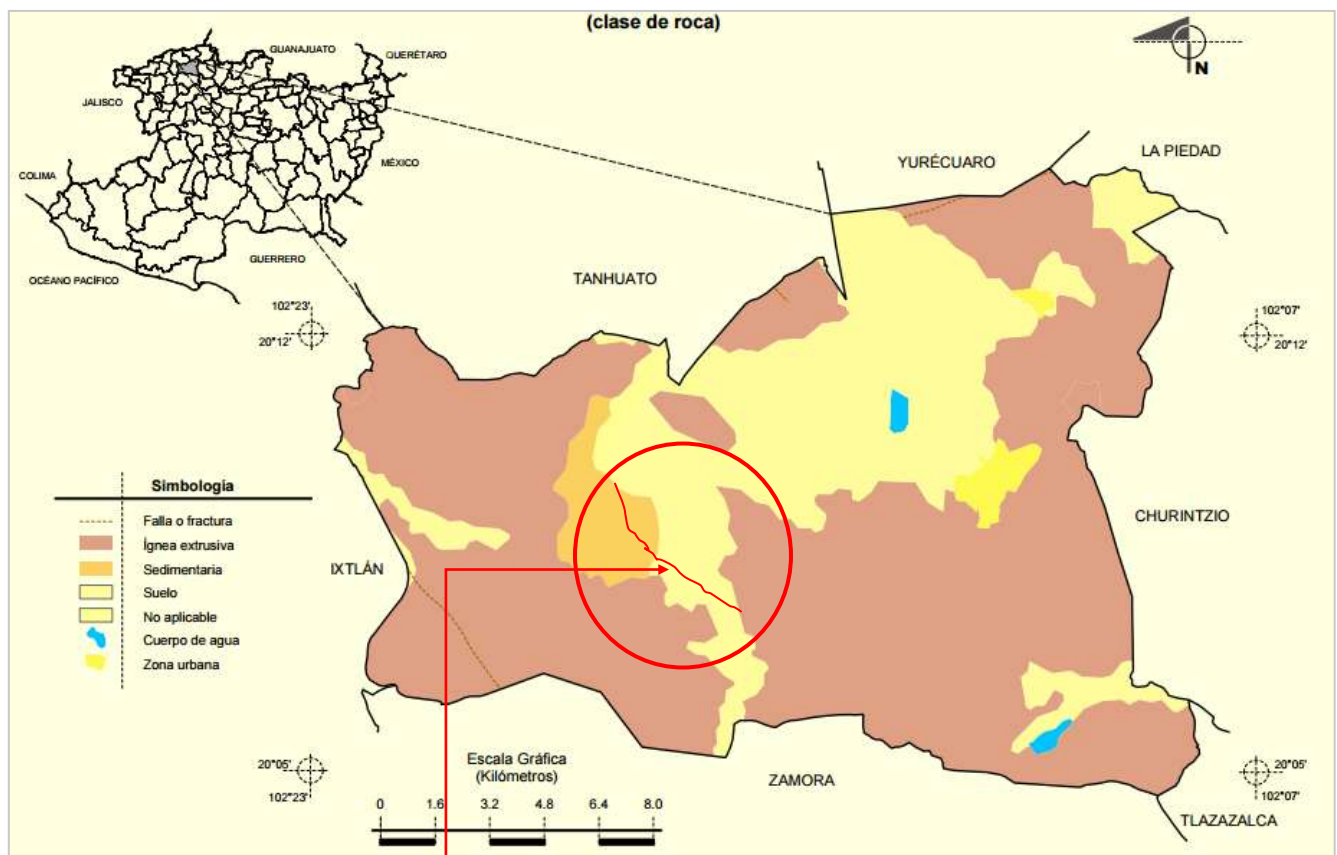
➤ Mapa de clima (Ecuandureo, Mich.)



1.2.9. Geología

Periodo	Plioceno-Cuaternario (66.34%) Cuaternario (28.97%) y Neógeno (3.06%)
Roca	Ígnea extrusiva: basalto (65.94%) y brecha volcánica básica (0.40%) Sedimentaria: limolita-arenisca (3.06%) Suelo: aluvial (24.64%), lacustre (3.04%) y residual (1.29%)

➤ Mapa de Geología (clase de rocas) Ecuandureo, Mich.)



Capítulo 2. Datos generales

2.1. Ubicación del tramo carretero en estudio.

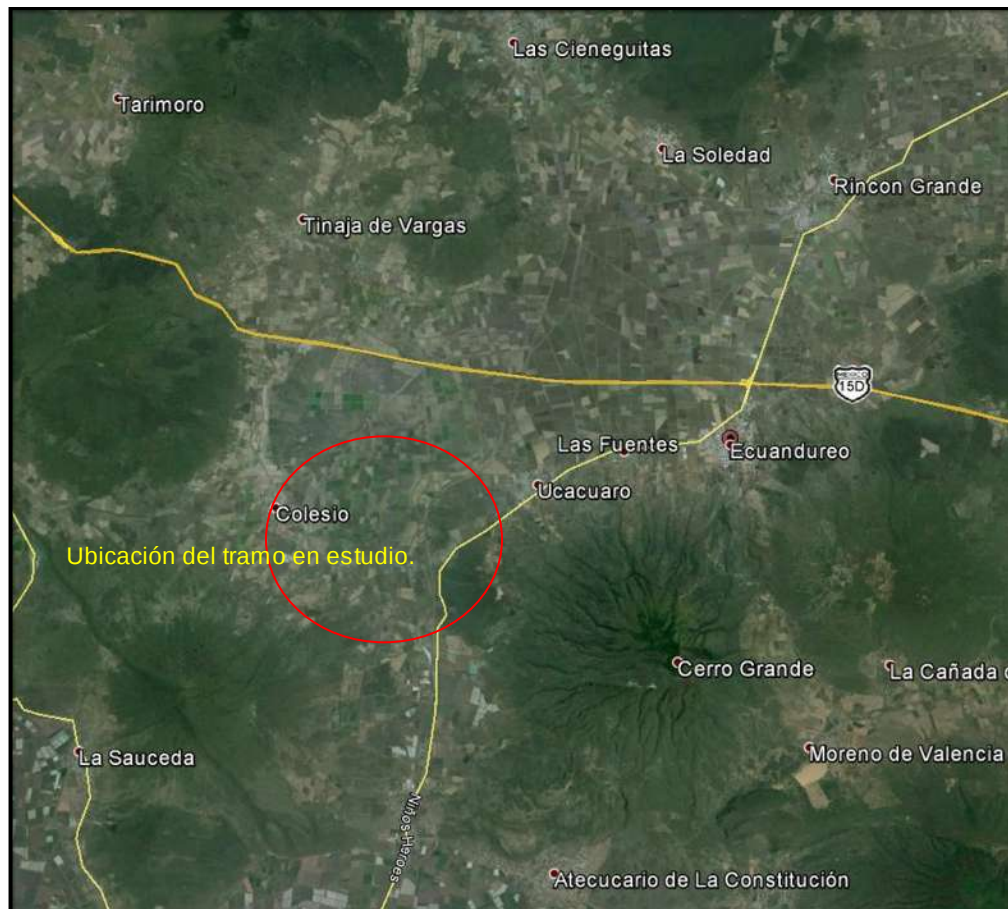


Imagen 1. Ubicación del tramo carretero de la localidad el Colesio municipio de Ecuandureo km. 0+000 a 4+000 y las distintas localidades aledañas.

Imagen 2. Vista panorámica del tramo en estudio.

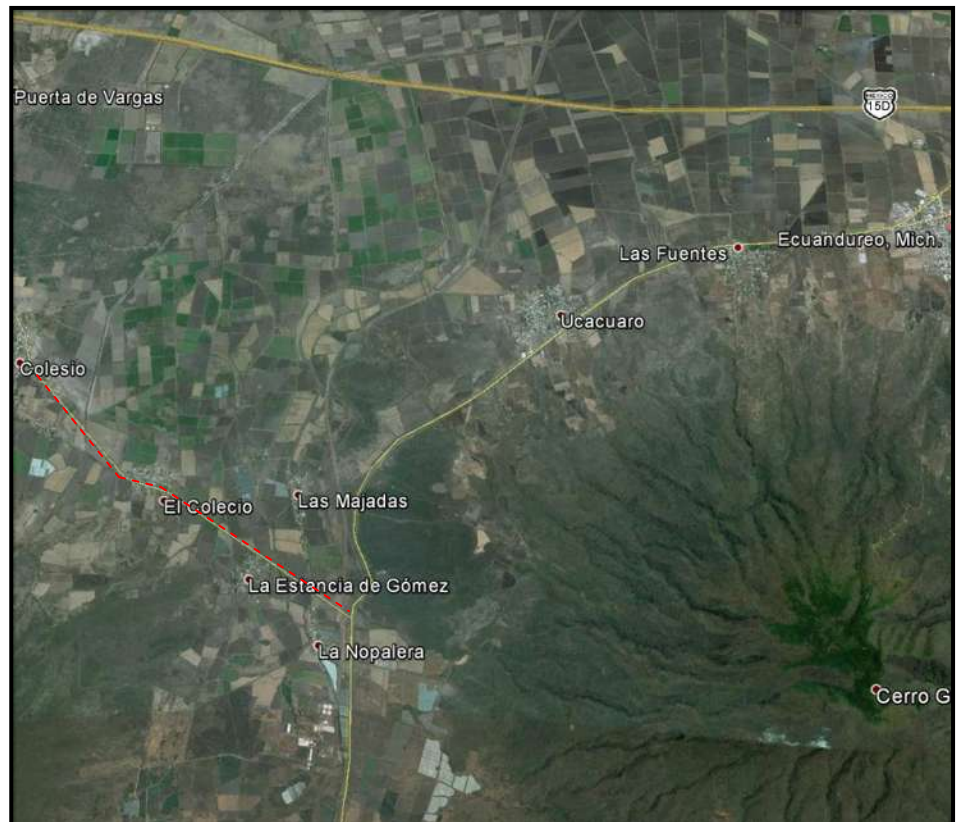


Imagen 3. Se observa el tramo: El Colesio – Ecuandureo del km 0+000 al 4+000



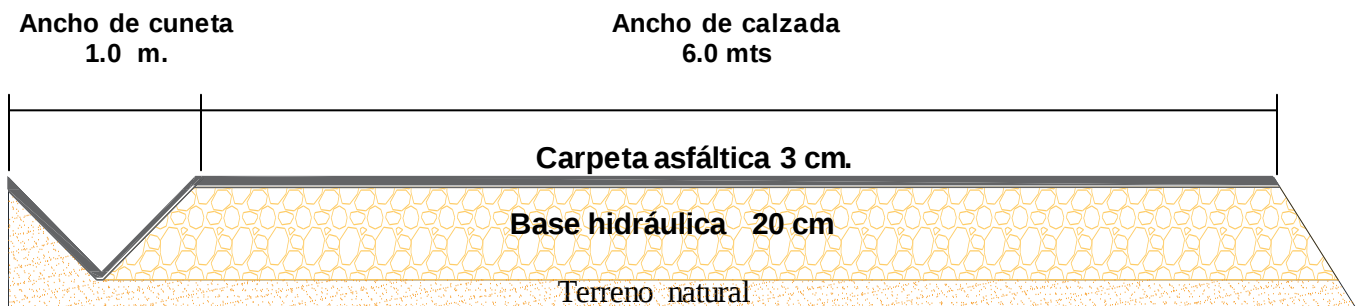
2.2. Condiciones actuales del camino

El tramo actualmente presenta un ancho de corona promedio de 6.00 metros sin acotamientos, con dos carriles de circulación de 3.00 m., uno por sentido (foto 2). La estructura de pavimento está conformada por una *carpeta asfáltica* de 3 cm de espesor en promedio, *base hidráulica* de 20 cm en promedio y cuerpo de terraplén que no es constante en todo el tramo.



Foto 2.

La sección tipo que presenta actualmente el camino, se presenta a continuación.



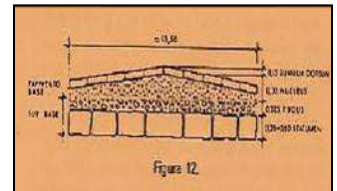
- Sección tipo del camino con geometría. (valores promedio)

La cuneta se presenta solo en uno de los lados como se mencionara en el **capítulo 3.3 obras de drenaje**.

2.3. Obras de drenaje y subdrenaje.

Obras de drenaje: Las estructuras tienen como objetivo controlar el agua que llega a lavía y la afectan por escurrimiento superficial. Las obras de drenaje más comunes son:

El bombeo: Se entiende por bombeo pendiente transversal que se da en las carreteras y aeropistas para permitir que el agua que cae directamente sobre ellas escurra hacia sus dos hombros. En una vía debe tener una pendiente del 2%. en las carreteras de pavimento rígido y aeropistas debe ser de 1.5%.



Los bordillos: Son estructuras colocadas en el borde exterior, borde opuesto o en la parte inferior del terraplén en curva. Son pequeños bordos que forman una barrera para conducir el agua hacia los lavaderos o bajantes, evitando erosiones en los taludes y saturación de estos por el agua que cae sobre la corona de la vía.



Los lavaderos: Son canales que se conectan con los bordillos y bajan transversalmente por los taludes, con el objeto de conducir el agua lluvia que escurre por los acotamientos hasta lugares alejados de los terraplenes, en donde ya sea inofensiva.



Las cunetas: Son canales que se adosan a los lados de la corona de la vía y paralelamente al eje longitudinal de la misma. Su objetivo es recibir el agua proveniente del talud y de la superficie de rodamientos.



La vegetación: La más efectiva forma de proteger los taludes de un corte o un terraplén contra la acción erosiva de la agua superficial, están retardan el escurrimiento, disminuyendo la energía del agua.



Zanjas de coronación: Son zanjas cavadas en terreno natural, que se localizan en la parte superior de los taludes de los cortes, con la finalidad de interceptar el agua superficial que escurre ladera abajo, para evitar la erosión del talud y el congestionamiento de las cunetas.



Las alcantarillas: Es una estructura responsable del drenaje transversal; es decir del paso del agua a través de la obra, en una dirección más o menos perpendicular a ella.



Obras de subdrenaje: El subdrenaje en las carreteras permite reducir los efectos desfavorables del agua interna sobre la estabilidad de las calzadas y de las explanaciones. El agua interna tiene normalmente dos orígenes, interior y exterior. Puede manifestar ascensión capilar o pueden aparecer en los taludes o en la banca. Los objetivos del drenaje interno de las carreteras son:

- Facilitar la ejecución de las explanaciones durante la fase de construcción de la carretera.
- Aumentar la capacidad portante de la subrasante y reducir así el espesor del pavimento.
- Contribuir en la estabilidad de los taludes mediante la orientación másfavorable de los flujos de agua interna.

En el tramo de la carretera en estudio no cuenta con subdrenes en toda su longitud y no presenta fallas por filtraciones por lo que no se requiere la construcción de sub drenes.

2.4. Zonas inestables y de riesgo

No existen problemas del tipo tectónico, ni se localizan zonas inestables potenciales (superficiales) o de posibles riesgos en el entorno de la zona donde se desarrolla la carretera en estudio, esto de acuerdo a la carta geológica y a la tectónica de la zona. Además en el tramo en estudio actualmente no presenta problemas de erosión en cortes y en terraplenes de la carretera por la presencia de vegetación a lo largo del tramo carretero.

2.5. Estabilidad de taludes.

Estabilidad de taludes

Definición:

Cualquier superficie inclinada respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanente las masas de tierra. Son apoyados sobre la base de laderas de pendiente muy alta. Estos taludes son conformados por bloques de roca depositados por gravedad, especialmente por caídos de roca y/o suelo. Para determinar la estabilidad de una masa de suelo debemos determinar su coeficiente de seguridad al deslizamiento. Al existir un coeficiente de seguridad igual a 1.5, se produce el deslizamiento del talud. Debemos comparar la colaboración de esfuerzos que tienden a producir el deslizamiento (esfuerzos motores) con aquellos que tienden a evitarlo (esfuerzos resistentes) se debe definir la superficie de falla.

Modelo geotécnico

Las causas que llegan a provocar deslizamientos de taludes y laderas están íntimamente ligadas con las **propiedades índice y mecánicas de los suelos y rocas**, como son el contenido de agua, los límites de consistencia, la granulometría, estructura, resistencia, deformabilidad, permeabilidad y cambios volumétricos. Las causas más comunes que provocan deslizamientos son:

- Existencia de suelos blandos.
- Inclinación inadecuada de los taludes.
- Drenaje deficiente superficial y subterráneo.
- Estratificación de roca y suelo.
- Fracturas de la roca.
- Discordancias geológicas entre suelo y roca.
- Uso de materiales de construcción inadecuados.
- Procedimientos de construcción inadecuados.

En el tramo en estudio actualmente no se presentan cortes mayores a 5 metros de altura, en su mayoría solo cuenta con la estructura que forma el pavimento (foto 1), por lo que no se requiere intervención del cálculo de estabilidad de taludes.



Se observa que no existen cortes en la longitud de la carretera.

Foto 1. En el km 1+000 se muestra un terraplén de 0.40 mts.

2.6 Antecedentes de construcción y conservación

Se desconoce el periodo de construcción así como la conservación que haya tenido.

Capítulo 3. Reconocimiento en Campo

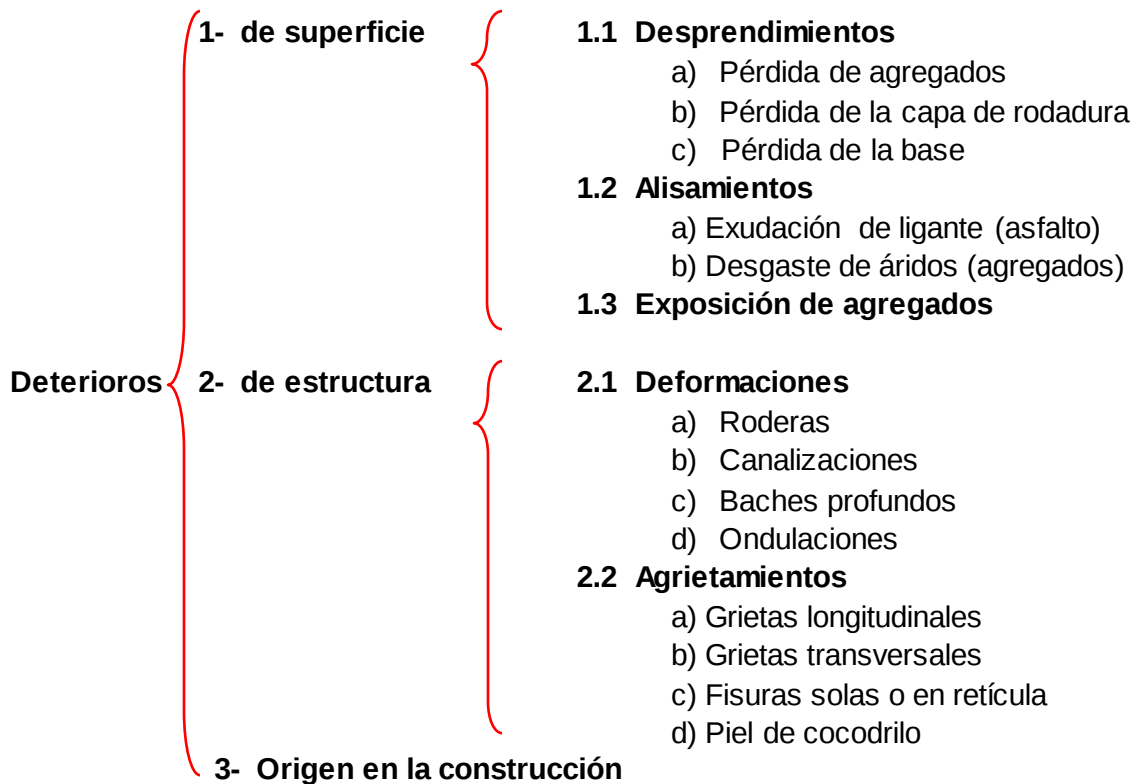
3.1 Levantamiento de Fallas y Deterioros

Los defectos que presenta un pavimento y que disminuyen la comodidad del usuario o la vida de servicio de esa estructura, frecuentemente corresponden a defectos constructivos y difícilmente clasificarse como deterioros.

Sin embargo, atendiendo al hecho de que habrán de ser corregidos mediante labores de mantenimiento o conservación, como es el caso de las juntas mal acabadas. Adicionalmente puede decirse que tales efectos pueden sufrir un deterioro gradual con el paso de los vehículos y convertirse así en verdaderos deterioros del pavimento.

Los deterioros de pavimentos incluidos se consideran los mas relevantes. Se han agrupado en tres grandes categorías; los de superficie, los de estructura y los que encuentran su origen en la construcción.

Los deterioros dentro de las tres categorías se agrupan a su vez en las sub categorías de:



El levantamiento de fallas y deterioros se llevó a cabo haciendo un recorrido a pié, a lo largo del tramo en estudio, describiendo cada uno de los deterioros y agrupándolos según sus características en los siguientes tipos:

- **Textura** (perdida de agregado fino, exudación de asfalto, pulimiento de agregado y desprendimiento de carpeta).
- **Deformación** (roderas).
- **Agrietamiento** (transversal y longitudinal).
- **Defectos varios** (baches tapados y tratamiento superficial).

El levantamiento de deterioros se hizo a cada 500 mts, calificando en cada uno de ellos la severidad que se observó en los tipos de estos deterioros. La severidad se calificó con la siguiente escala:

Calificación	Severidad de daños	Área dañada, %
1	Muy ligeros	Menos del 10% de deterioro con relación al área total
2	Ligeros	Entre 10 y 20% de deterioro
3	Moderados	Entre 20 y 50% de deterioro
4	Severos	Entre 50 y 80% de deterioro
5	Muy severos	Mas del 80%

Datos de campo para el formato **INVEDET** (evaluación o inventario de deterioros existentes)

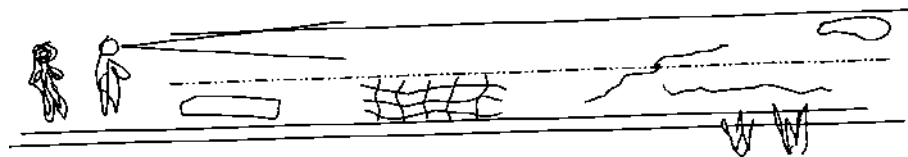
Se requiere obtener la información indispensable para hacer el inventario a levantamiento de deterioros con su cuantificación estimada.

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 que se consideran las más comunes y representativas en la carpeta asfáltica, así como alguna en especial que no se indique en el formato.
- 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: muy ligeros, ligeros, moderados, severos y muy severos.

INVENTARIO DE DETERIOROS



RODERAS	
AGRIETAMIENTOS	%
-----	-----
-----	-----
HUNDIMIENTOS	----

Los resultados del levantamiento de fallas y deterioros por cada 500 mts se pueden concluir lo siguiente:

En términos generales, en todo el tramo se presenta de severo a muy severo agrietamiento longitudinal y mapeo en la rodera y al centro del carril, también se observo deformaciones como son baches profundos.

A continuación se presenta el levantamiento de fallas y deterioros así como la clasificación de los tipos de deterioro encontrados en el camino, indicando su descripción y las causas comunes por la cual se llegan a presentar.

Deterioro	2. Deterioros de la estructura 2.2 Agrietamientos a) Grietas longitudinales
Descripción	Grieta longitudinal sensiblemente paralela al eje de la carretera, con abertura mayor de 3 mm.
Imagen o aspecto superficial	
Evaluación	Longitud de las grietas en tramos de 100 m. respecto a la longitud del tramo.
	100% fuerte
Frontera y tipo de intervención	En cualquier nivel, reparar las grietas en mantenimiento rutinario, calafateándola.
Causas comunes	Juntas longitudinales de construcción inadecuadamente trabajada. Gradiente térmico superior a los 30° C. Uso de ligantes (asfaltos) muy duros. Ligantes (asfaltos) envejecidos. Colocación con lluvia o exceso de agua en la capa de apoyo, que produce delaminación.

Deterioro	2. Deterioros de la estructura 2.2 Agrietamientos c) Fisuras solas o en retícula (malla)	
Descripción	Rotura longitudinal, abertura menor que 3 mm, y separación mayor que 15 cm.	
Imagen o aspecto superficial		
Evaluación	Relación del área rectangular, de ancho igual a 0.5 m. y largo igual a la longitud de cada fisura, respecto al área total en tramos de 100 m.	
	50% < Fuerte	
Frontera y tipo de intervención	Fuerte	Recapeado (rencarpetado) con nueva capa de rodadura con espesor > 5 cm.
Causas comunes	Uso de ligantes (asfálticos) muy duros.	
	Reflejo de fisuras en bases estabilizadas.	

Deterioro	2. Deterioros de la estructura 2.1 Deformaciones c) Baches profundos	
Descripción	Hundimiento local de la calzada, con agrietamiento en malla cerrada y generalmente pérdida parcial de bloques de la capa de rodadura (carpeta).	
Imagen o aspecto superficial		
Evaluación	Proporción del área afectada respecto al área total en tramos de 100 m. con hundimiento mayor a 2 cm., medidos a partir de una regla de 3m.	
	10% < Fuerte	
Frontera y tipo de intervención	Fuerte	Recuperación de la capa de rodadura y base para estabilización en 15 o 20 cm. Agregar nueva capa de rodadura del espesor necesario.
Causas comunes	Estructura inadecuada.	
	Defecto constructivo aislado.	
	Subdrenaje inadecuado.	

Carretera: **El Colesio - Ecuandureo**

Fecha: **Junio 2013**

Tramo: **km 0+000 al 4+000**

Origen: **Ecuandureo, Mich.**

Deterioro		Area dañada %					Area dañada %					Area dañada %				
		km 0+000 al km 0+500					km 0+500 al km 1+000					km 1+000 al km 1+500				
		<10	10 a 20	20 a 50	50 a 80	> 80	<10	10 a 20	20 a 50	50 a 80	> 80	<10	10 a 20	20 a 50	50 a 80	> 80
Textura	Perdida del agregado grueso		4						5					5		
	Perdida del agregado fino															
	Exudacion de asfalto															
	Pulimento de agregados															
	Desprendimiento de carpeta			3				5					5			
Deformacion	Transversales															
	Por inestabilidad															
	Rodera (*)															
	Indicar la magnitud de la profundidad de la rodera, en cm.															
Agrietamiento	Longitudinal				5				5				5			
	Transversal															
	De mapa	En la rodera			5				5				5			
		Al centro del carril			5				5				5			
		En bordes del pavimento														
	Piel de cocodrilo	En la rodera														
		Al centro del carril														
		En bordes del pavimento														
	De reflexion	En la rodera														
		Al centro del carril														
En bordes del pavimento																
Otros	Calavereo															
	Baches sin tapar			5				5				5				
	Baches tapados															
Nota: Calificar los daños con la siguiente escala																
		1) Muy ligeros		2) Ligeros		3) Moderados		4) Severos		5) Muy severos						
Mantenimiento realizado	Bacheo superficial															
	Bacheo profundo															
	Tratamiento superficial															
	Renivelacion															
	Sobrecarpeta															
	Carpeta reciclada															
Nota: Calificar la calidad del mantenimiento como																
		1) Bueno		2) Regular		3) Malo										
Observaciones:																

Carretera: **El Colesio - Ecuandureo**
 Tramo: **km 0+000 al 4+000**
 Origen: **Ecuandureo, Mich.**

Fecha: **Junio 2013**

Deterioro		Area dañada %					Area dañada %					Area dañada %					
		km 1+500 al km 2+000					km 2+000 al km 2+500					km 2+500 al km 3+000					
		<10	10 a 20	20 a 50	50 a 80	> 80	<10	10 a 20	20 a 50	50 a 80	> 80	<10	10 a 20	20 a 50	50 a 80	> 80	
Textura	Perdida del agregado grueso				4				4				4				
	Perdida del agregado fino																
	Exudacion de asfalto																
	Pulimento de agregados																
	Desprendimiento de carpeta			3				5						5			
Deformacion	Transversales																
	Por inestabilidad																
	Rodera (*)																
	Indicar la magnitud de la profundidad de la rodera, en cm.																
Agrietamiento	Longitudinal				5					5					5		
	Transversal																
	De mapa	En la rodera			5					5					5		
		Al centro del carril			4					4					4		
		En bordes del pavimento															
	Piel de cocodrilo	En la rodera															
		Al centro del carril															
		En bordes del pavimento															
	De reflexion	En la rodera															
		Al centro del carril															
En bordes del pavimento																	
Otros	Calavereo																
	Baches sin tapar			5					5					5			
	Baches tapados																
Nota: Calificar los daños con la siguiente escala 1) Muy ligeros 2) Ligeros 3) Moderados 4) Severos 5) Muy severos																	
Mantenimiento realizado	Bacheo superficial																
	Bacheo profundo																
	Tratamiento superficial																
	Renivelacion																
	Sobrecarpeta																
	Carpeta reciclada																
Nota: Calificar la calidad del mantenimiento como 1) Bueno 2) Regular 3) Malo																	
Observaciones:																	

Carretera: **El Colesio - Ecuandureo**
Tramo: **km 0+000 al 4+000**
Origen: **Ecuandureo, Mich.**

Fecha: **Junio 2013**

Deterioro		Area dañada %					Area dañada %					Area dañada %					
		km 3+000 al km 3+500					km 3+500 al km 4+000					-					
		<10	10 a 20	20 a 50	50 a 80	> 80	<10	10 a 20	20 a 50	50 a 80	> 80	<10	10 a 20	20 a 50	50 a 80	> 80	
Textura	Perdida del agregado grueso			4					4								
	Perdida del agregado fino																
	Exudacion de asfalto																
	Pulimento de agregados																
	Desprendimiento de carpeta		5					5									
Deformacion	Transversales																
	Por inestabilidad																
	Rodera (*)																
	Indicar la magnitud de la profundidad de la rodera, en cm.																
Agrietamiento	Longitudinal				5				5								
	Transversal																
	De mapa	En la rodera			5				5								
		Al centro del carril			4				4								
		En bordes del pavimento															
	Piel de cocodrilo	En la rodera															
		Al centro del carril															
		En bordes del pavimento															
	De reflexion	En la rodera															
		Al centro del carril															
En bordes del pavimento																	
Otros	Calavereo																
	Baches sin tapar			5				5									
	Baches tapados																
Nota: Calificar los daños con la siguiente escala																	
1) Muy ligeros 2) Ligeros 3) Moderados 4) Severos 5) Muy severos																	
Mantenimiento realizado	Bacheo superficial																
	Bacheo profundo																
	Tratamiento superficial																
	Renivelacion																
	Sobrecarpeta																
	Carpeta reciclada																
Nota: Calificar la calidad del mantenimiento como																	
1) Bueno 2) Regular 3) Malo																	
Observaciones:																	

A continuación se muestra un reporte fotográfico del recorrido que se hizo a lo largo del camino para el levantamiento de fallas y deterioros que presenta el tramo en estudio.



Se muestra el tipo de deterioro muy severo ubicado en el km 0+400 del camino de estudio.



Se muestra el tipo de deterioro muy severo ubicado en el km 0+800 del camino de estudio el cual se presenta parcialmente en el camino.



Se muestra el tipo de deterioro muy severo ubicado en el km 1+500 del camino de estudio como grietas longitudinales, baches profundos así como desprendimientos de carpeta.



En la mayor parte del camino se presenta un fuerte deterioro como se muestra en las fotografías especialmente baches profundos es lo que más se presenta en el camino.



- Otro tipo de deterioro muy severo encontrado es de mapeo, esto ubicado parcialmente en la mayoría de la longitud del camino.



- En la loc. las maravillas se presentan baches profundos y un agrietamiento longitudinal esto en el km 2+000, km 2+020, km 2+060 aproximadamente.



- Se observa el tipo de deterioro encontrado en el km 3+200 aproximadamente los cuales son constantes en todo el camino como son baches, mapeos y agrietamientos.

3.2 índice de servicio actual

Para evaluar la calidad de la superficie de las carreteras en nuestro país, durante muchos años se utilizó el método desarrollado en los años sesentas por la American Association of State Highway Officials (AASHO), el cual toma en cuenta un parámetro denominado Present Serviceability Index (PSI), mejor conocido en México como Índice de Servicio Actual (ISA).

El índice o nivel de servicio actual consiste en calificar el grado de confort y seguridad que el usuario percibe al transitar por un camino a la velocidad de operación y lo realiza un grupo o panel de evaluadores. Cada evaluador debe calificar el camino de una manera subjetiva en una escala de 0 a 5, correspondiente a una superficie intransitable y a una superficie perfecta, respectivamente. El resultado de cada sección de pavimento deberá ser reportado por separado, como el promedio del valor asignado por el grupo de evaluadores.

La Figura 1 muestra la escala del ISA y la calificación correspondiente a la condición del camino.

Este método ayudó a estimar (de una manera subjetiva) las condiciones en las que se encontraban algunos tramos carreteros en nuestro país, con rapidez y sin interrumpir el flujo de vehículos. Este método tuvo gran difusión, debido también a que no se contaba con equipos de alto rendimiento para medición de la rugosidad en la superficie de rodamiento.

ISA	<u>condición del camino</u>
5	
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Pésimo

Figura 1. Condición del camino respecto al Índice de Servicio Actual (ISA)

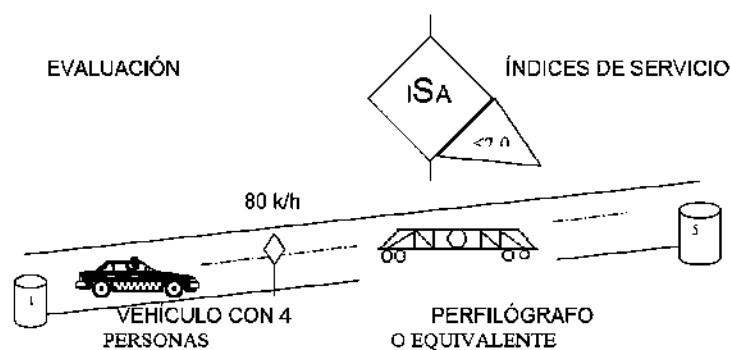
Dentro del estudio del Banco Mundial para el establecimiento del Índice Internacional de Rugosidad, se realizó la estimación de la evaluación subjetiva con el método AASHTO y el cálculo del Índice Internacional de Rugosidad, y se observó que existen amplias diferencias entre los valores de rugosidad de los grupos de evaluadores de los diferentes países, así como con los resultados de los equipos de medición de rugosidad.

EL Banco Mundial recomienda que no se utilice la calificación del panel de evaluadores (ISA) para la obtención o correlación del Índice Internacional de Rugosidad, debido a que ambos parámetros tienen principios contrarios; mientras que uno es sentido (ISA), el otro es medido (IRI - Módulo Índice Internacional de Rugosidad).

Datos de campo para el formato - 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.

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.

Obra: Conservacion de caminos del estado de Michoacan.
 Carretera: El Colesio - Ecuandureo.
 Tramo: km 0+000 al 4+000

Calificacion ISA actual:					
Calificaciones					
Kilometro		Observaciones No.			Promedio
De	a	1	2	3	
0+000	0+500	1	2	1	1.33
0+500	1+000	1	2	2	1.67
1+000	1+500	1	1	1	1.00
1+500	2+000	2	2	2	2.00
2+000	2+500	1	1	1	1.00
2+500	3+000	1	1	2	1.33
3+000	3+500	2	1	2	1.67
3+500	4+000	1	2	2	1.67
Calificacion promedio total					1.46

Observaciones:

La calificación obtenida se puede considerar entre **malo e intransitable** asándonos en la calificación que se presenta a continuación:

- 5 = Excelente
- 4 = Muy bueno
- 3 = Bueno
- 2.5 =Regular
- 2 = Malo
- 1 = Intransitable

3.3 Obras de drenaje

Para este camino, la sección se presenta en terraplén, por esto no se observaron cunetas en toda la longitud, Así también se localizaron dos obras de drenaje menor, de losa de concreto, las cuales se encuentran en buenas condiciones.

A continuación se presenta las obras de drenaje donde se describe el estado físico de cada una de estas.

Al inicio del camino en el km 0+005 se presenta un puente de una longitud de 2.90 mts con presencia de maleza, posteriormente se presenta una obra de drenaje como es una alcantarilla en el km 0+350 en estado azolvado con una longitud de 3.60 metros tal como se muestra en las siguientes fotografías.



Foto 1 Se observa la condición actual de la obra de drenaje.



Foto 2 Se observa la condición actual de la obra de drenaje tipo alcantarilla ubicada en el km 0+350.

Posteriormente en el km 0+500 se encuentra otra obra de drenaje (alcantarilla) y siguiendo este en el km 0+750 y 0+800 aproximadamente en estado azolvado tal como se observa en la siguiente fotografía.

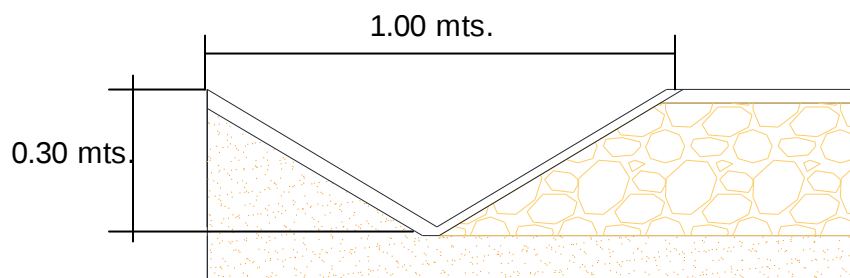


Foto 3. Se muestra una alcantarilla en el km 0+500 con maleza.

En el km 1+700 hay presencia de cuneta únicamente del lado derecho en estado azolvado con material orgánico y con las dimensiones que se muestran a continuación.



Foto 4 – 5. En estas fotos se muestra al km 1+700 una cuneta únicamente de lado derecho azolvado con material orgánico, con un ancho de 1.0 mts. Y una guarnición de 0.30 mts.



A continuación se muestra el término de la cuneta anteriormente descrita.



Foto 6. De esta forma termina la cuneta descrita anteriormente.

Hay presencia de obras de drenaje tipo alcantarilla en el km 2+500, 3+200 y 3+700 este último se muestra en las siguientes fotografías, con las mismas dimensiones que las obras anteriores.



Foto 7 – 8. Vista de la última alcantarilla del tramo carretero en el km 3+700 con las mismas dimensiones de las ya descritas anteriormente.

Inventario de obras de drenaje menor								
No.	Ubicación	tipo de obra	% de azolve	Dimensiones	estado fisico	Vol de azolve (m3)	area de deshierbe (ha)	Recomendación de conservacion
1	0+350	losa de concreto	85	3.60 x 1.20	azolve	4.56		Desazolve
2	0+500	losa de concreto	90	3.60 x 1.20	azolve	4.56		Desazolve
3	0+750	losa de concreto	90	3.60 x 1.20	azolve	4.56		Desazolve
4	0+800	losa de concreto	90	3.60 x 1.20	azolve	4.56		Desazolve
5	2+500	losa de concreto	90	3.60 x 1.20	azolve	4.56		Desazolve
6	3+200	losa de concreto	90	3.60 x 1.20	azolve	4.56		Desazolve
7	3+700	losa de concreto	80	3.10 x 1.20	azolve	4.56		Desazolve

3.4 Señalamiento Vertical y Horizontal

El camino en estudio no cuenta con algún tipo de señalamiento vertical a lo largo de toda su longitud solo el nombre de cada comunidad. No cuenta con señalamiento horizontal como se observan en la siguiente fotografía.



Como se puede observar en la imagen el camino no cuenta con ningún señalamiento, los únicos que existen son señalamientos de los nombres de las comunidades.

3.5 Observaciones y Conclusiones

De acuerdo al levantamiento de fallas y deterioros se puede decir que la estructura de pavimento actual presenta fallas, lo cual se refleja en la calificación que tiene el camino de acuerdo a los estudios de campo realizados. Además de que la carpeta asfáltica se encuentra fatigada debido al envejecimiento del concreto asfáltico y la oxidación de este por los agentes atmosféricos.

El camino se muestra en un estado **Malo e Intransitable** por los deterioros tan severos que existen en el camino con una calificación promedio de **1.46** basándonos en el ISA actual. En deterioros presentados como: Baches profundos **10% < Fuerte**, Grietas longitudinales **100% Fuerte**, Fisuras solas o en retícula (malla) **50% < Fuerte**.

Capítulo 4. Estudio de la estructura del pavimento

4.1. Estructura del Pavimento Existente

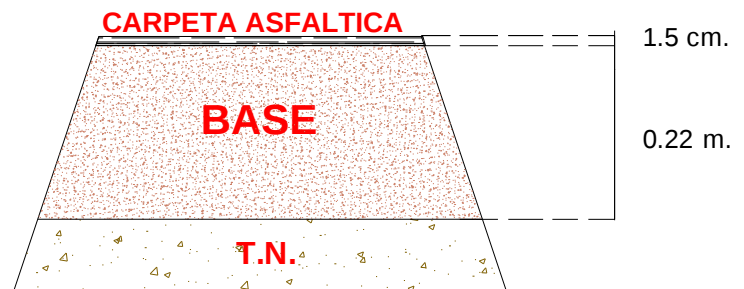
A lo largo del tramo carretero se realizaron sondeos para determinar la estructura existente para determinar el grado de compactación y calidad de material de cada una de las capas encontradas hasta llegar al terreno natural teniendo como resultado lo siguiente:

➤ **Sondeo No. 1**

Km 0+010

Lado Izquierdo

Capa de Base compacta al
90% de su p.v.s.m.

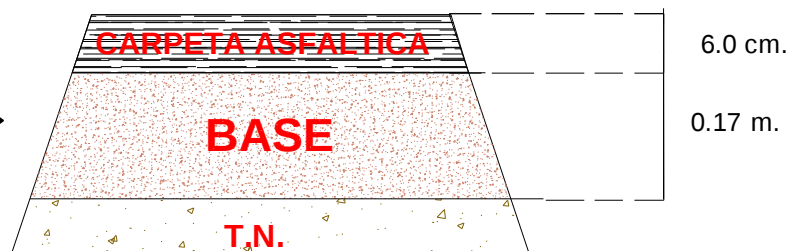


➤ **Sondeo No. 2**

Km 0+500

Lado Derecho

Capa de Base compacta al
92% de su p.v.s.m.

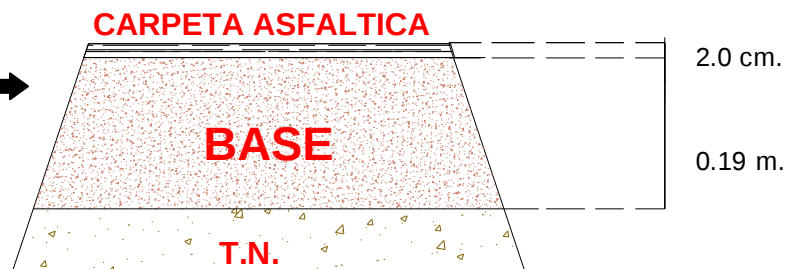


➤ **Sondeo No. 3**

Km 1+010

Lado Centro

Capa de Base compacta al
90% de su p.v.s.m.

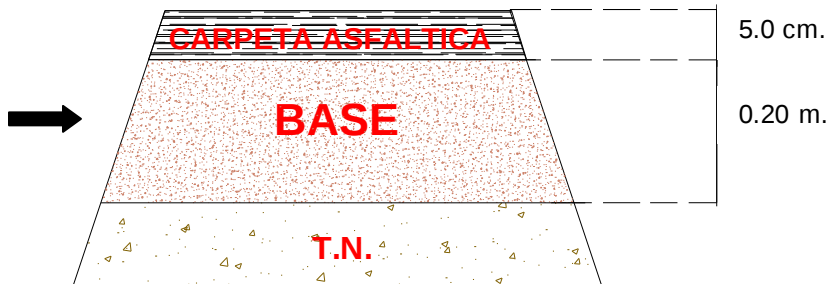


➤ **Sondeo No. 4**

Km 1+420

Lado izquierdo

Capa de Base compacta al
92% de su p.v.s.m.

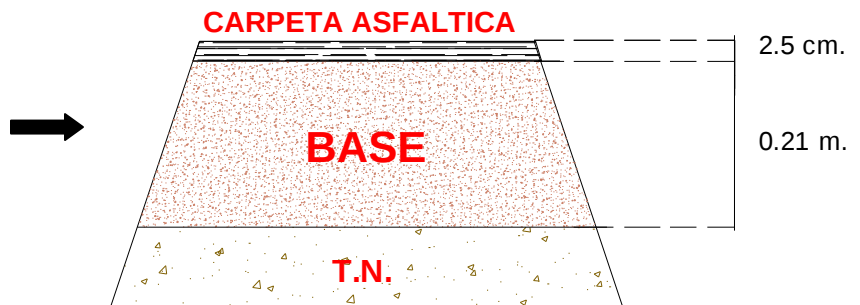


➤ **Sondeo No. 5**

Km 2+250

Lado derecho

Capa de Base compacta al
92% de su p.v.s.m.

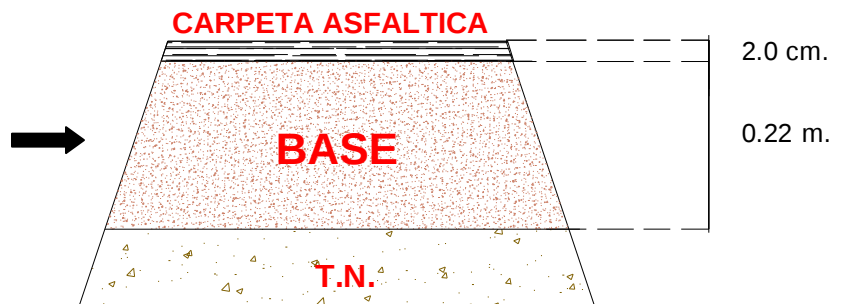


➤ **Sondeo No. 6**

Km 2+720

Lado izquierdo

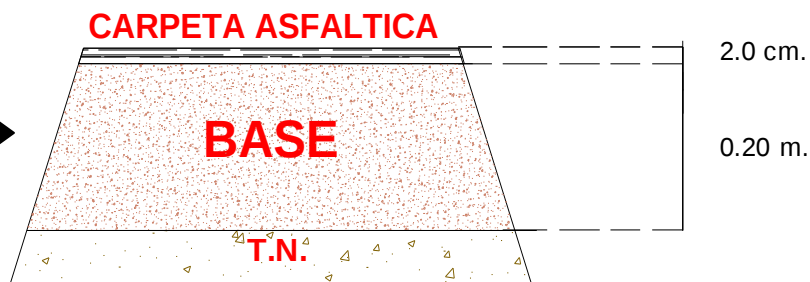
Capa de Base compacta al
93% de su p.v.s.m.



➤ **Sondeo No. 7**

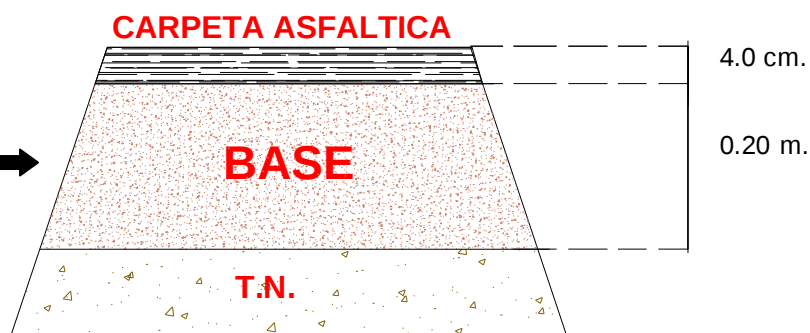
Km 3+480

Lado derecho

Capa de Base compacta al
92% de su p.v.s.m.➤ **Sondeo No. 8**

Km 3+920

Lado izquierdo

Capa de Base compacta al
93% de su p.v.s.m.**4.1.1. Sondeos en la Estructura Existente**

Con la finalidad de conocer las características de los materiales que conforman la estructura de pavimento actual en el camino en estudio, se realizaron ocho sondeos, estos sondeos se realizaron en la ubicación siguiente:

Sondeo	Ubicación
1	0+010
2	0+500
3	1+010
4	1+420
5	2+250
6	2+720
7	3+480
8	3+920

Camino en estudio el Colesio localidad de Ecuandureo.



Foto 1. Ubicación del tramo carretero de el Colesio localidad de Ecuandureo km. 0+000 a 4+000 y las distintas localidades aledañas.





Se realizó ocho sondeos tipo cala en todo el tramo, ubicados en el km 0+010, 0+500, 1+010, 1+420, 2+250, 2+720, 3+480 y 3+920. Estos sondeos se realizaron a una profundidad adecuada abarcando las capas de la estructura existente del pavimento actual hasta encontrar el terreno natural.

La estratigrafía de los sondeos y la cala realizada en el camino en estudio, se presentan en el **capítulo 4.1.**

A continuación se presentan los resultados del grado de compactación obtenidos en la capa de base referente a su p.v.s.m.

INFORME TECNICO DEL GRADO DE COMPACTACIÓN EN CAPA DE BASE

Obra: **Camino El Colesio - Ecuandureo**

Localización: **Ecuandureo, Mich.**

Fecha de muestreo: **Junio del 2013**

Sondeo	Ubicación			Espesor Sondeo (cm)	Peso vol. seco		Humedad		Grado Compact. (%)
	Referencia km	Capa	Lado		Maximo	Campo	Optima	Campo	
					(Kg/M³)		(%)		
1	0+010	Base	Izq.	22.00	1905	1740	10.10	8.50	91
2	0+500		Der.	17.00	1925	1774	12.50	10.20	92
3	1+010		Cen.	19.00	1925	1735	12.50	7.50	90
4	1+420		Izq.	20.00	1925	1762	12.50	8.90	92
5	2+250		Der.	21.00	1905	1741	10.10	10.00	91
6	2+720		Izq.	22.00	1905	1755	10.10	9.80	92
7	3+480		Der.	20.00	1905	1752	10.10	8.60	92
8	3+920		Izq.	20.00	1905	1763	10.10	9.30	93

INFORME TECNICO DEL GRADO DE COMPACTACIÓN EN TERRENO NATURAL

Obra: **Camino El Colesio - Ecuandureo**

Localización: **Ecuandureo, Mich.**

Fecha de muestreo: **Junio del 2013**

Sondeo	Ubicación			Espesor Sondeo (cm)	Peso vol. seco		Humedad		Grado Compact.
	Referencia km	Capa	Lado		Maximo	Campo	Optima	Campo	
					(Kg/M³)	(%)	(%)		
1	0+010	Terreno Natural	Izq.	26.00	1486	1340	24.50	15.30	90
2	0+500		Der.	22.00	1486	1362	24.50	16.50	92
3	1+010		Cen.	24.00	1486	1330	24.50	13.40	90
4	1+420		Izq.	20.00	1486	1346	24.50	14.80	91
5	2+250		Der.	24.00	1486	1356	24.50	16.80	91
6	2+720		Izq.	25.00	1486	1340	24.50	15.40	90
7	3+480		Der.	18.00	1486	1368	24.50	18.40	92
8	3+920		Izq.	26.00	1486	1385	24.50	17.80	93

RESUMEN DE CALIDAD DE LOS SONDEOS P.C.A.

Obra: Camino El Ecolesio - Ecuandureo.

Localización: Ecuandureo, Mich.

Fecha de muestreo: Junio del 2013

Sondeo	km	Lado	Capa	Profundidad		Grava %	Arena %	Finos %	C.A. %	LL %	IP %	E.A. %	Expan- sion	VRS %	W %	Wopt.	PVSM kg/m3	PVSL kg/m3	PVSS km/m3	Compa- ctacion %	SUCS
				de	a																
1	0+010	Izq.	Carpeta asfáltica	0.00	0.015	59.5	39.3	1.2	7.30	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
			Base hidráulica	0.015	0.220	39.1	44.6	16.3	...	8	2	53	0.00	101	8.50	10.10	1925	1740	1553	90	SP
			Terreno Natural	0.220	0.480	0	39.8	60.2	...	42.1	24.9	...	4.20	6.00	15.30	24.50	1486	1340	1008	90	CL
2	0+500	Der.	Carpeta asfáltica	0.000	0.060	48.7	50.1	1.2	7.76	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
			Base hidráulica	0.060	0.230	45.4	47.9	6.7	...	INAP.	INAP.	48	0.00	101	10.20	12.50	1925	1774	1456	92	SP
			Terreno Natural	0.230	0.450	0	39.8	60.2	...	42.1	24.9	...	4.20	6.00	16.50	24.50	1486	1382	1008	92	CL
3	1+010	Cen.	Carpeta asfáltica	0.000	0.020	37	61.9	1.1	6.61	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
			Base hidráulica	0.020	0.210	45.4	47.9	6.7	...	INAP.	INAP.	48	0.00	101	7.50	12.50	1925	1735	1456	90	SP
			Terreno Natural	0.210	0.450	0	39.8	60.2	...	42.1	24.9	...	4.20	6.00	13.40	24.50	1486	1330	1008	90	CL
4	1+420	Izq.	Carpeta asfáltica	0.000	0.050	42.7	55.8	1.5	7.53	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
			Base hidráulica	0.050	0.250	45.4	47.9	6.7	...	INAP.	INAP.	48	0.00	101	8.90	12.50	1925	1762	1456	92	SP
			Terreno Natural	0.250	0.450	0	39.8	60.2	...	42.1	24.9	...	4.20	6.00	14.80	24.50	1486	1348	1008	91	CL
5	2+250	Der.	Carpeta asfáltica	0.000	0.025	34.8	64.1	1.1	7.53	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
			Base hidráulica	0.025	0.240	39.1	44.6	16.3	...	8	2	53	0.00	101	10.00	10.10	1905	1741	1553	91	SP
			Terreno Natural	0.240	0.480	0	39.8	60.2	...	42.1	24.9	...	4.20	6.00	16.80	24.50	1486	1358	1008	91	CL
6	2+720	Izq.	Carpeta asfáltica	0.000	0.025	58.5	40.8	0.7	6.84	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
			Base hidráulica	0.025	0.245	39.1	44.6	16.3	...	8	2	53	0.00	101	9.80	10.10	1905	1755	1553	92	SP
			Terreno Natural	0.245	0.500	0	39.8	60.2	...	42.1	24.9	...	4.20	6.00	15.40	24.50	1486	1340	1008	90	CL
7	3+480	Der.	Carpeta asfáltica	0.000	0.020	53.4	45.3	1.3	7.30	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
			Base hidráulica	0.020	0.220	39.1	44.6	16.3	...	8	2	53	0.00	101	8.60	10.10	1905	1752	1553	92	SP
			Terreno Natural	0.220	0.400	0	39.8	60.2	...	42.1	24.9	...	4.20	6.00	18.40	24.50	1486	1388	1008	92	CL
8	3+920	Izq.	Carpeta asfáltica	0.000	0.040	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
			Base hidráulica	0.040	0.240	39.1	44.6	16.3	...	8	2	53	0.00	101	10.30	10.10	1905	1763	1553	93	SP
			Terreno Natural	0.240	0.500	0	39.8	60.2	...	42.1	24.9	...	4.20	6.00	17.80	24.50	1486	1385	1008	93	CL

➤ Sondeo 1 (km 0+010)



Foto 1. Se observa la ubicación donde se realizó el sondeo 1.



Foto 2. Determinación del grado de compactación para la capa de base, km 0+010



Foto 3. Se observa el sondeo realizado con su respectiva identificación.

✓ Sondeo 2 (km 0+500)



Foto 1. Elaboración del sondeo 2 ubicado en el km 0+500.



Foto 2. Se observa la toma de los espesores de las capas encontradas.



Foto 3. Se observa la ubicación donde se realizó el sondeo 2 en el km 0+500.



Foto 4. Identificación del sondeo realizado.

✓ Sondeo 3 (km 1+010)



Foto 1. Se observa la ubicación donde se realizó el sondeo.



Foto 2. Toma de espesores en la capa de carpeta asfáltica.



Foto 3. Estratigrafía de las capas encontradas.



Foto 4. Identificación del sondeo realizado en el km 1+010

✓ Sondeo 4 (km 1+420)



Foto 1. Elaboración del sondeo 4.



Foto 3. Toma de espesores de las capas encontradas.



Foto 4. Identificación del sondeo realizado en el km 1+420.



Foto 2. Se observa la ubicación donde se realizó el sondeo.

✓ Sondeo 5 (km 2+250)



Foto 1. Determinación del grado de compactación para la capa de base Km 2+250.



Foto 2. Se observa el espesor de la capa de carpeta asfáltica encontrada.



Foto 3. Identificación del sondeo realizado.

✓ Sondeo 6 (km 2+720)



Foto 1. Toma del espesor de las capas encontradas.



Foto 2. Identificación del sondeo realizado.



Foto 3. Identificación del sondeo realizado en el km 2+720.



Foto 4. Se observa la ubicación donde se realizó el sondeo.

✓ Sondeo 7 (km 3+480)



Foto 1. Se observa la ubicación donde se realizó el sondeo 7 en el km 3+480.



Foto 2. Elaboración del sondeo 7



Foto 3. Identificación del sondeo realizado.

✓ **Sondeo 8 (km 3+920)**



Foto 1. Se observa la ubicación donde se realizó el sondeo en el km 3+920.



Foto 2. Se observa el espesor de la capa de carpeta asfáltica encontrada.

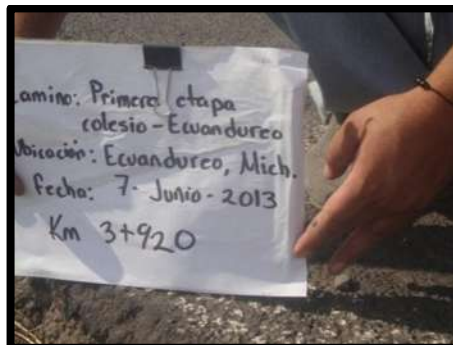


Foto 3. Identificación del sondeo realizado.

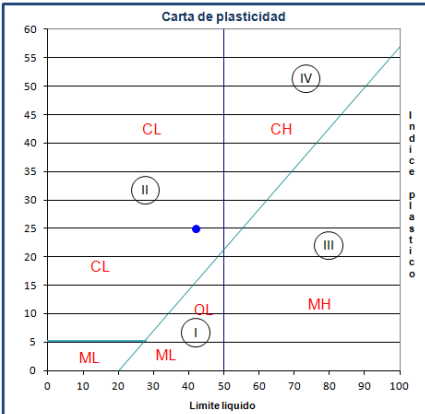
4.1.2. Calidad de materiales de la estructura existente

Del sondeo realizado se procedió a tomar muestras alteradas de cada capa que conforman el pavimento, a las cuales se les determinó los siguientes parámetros:

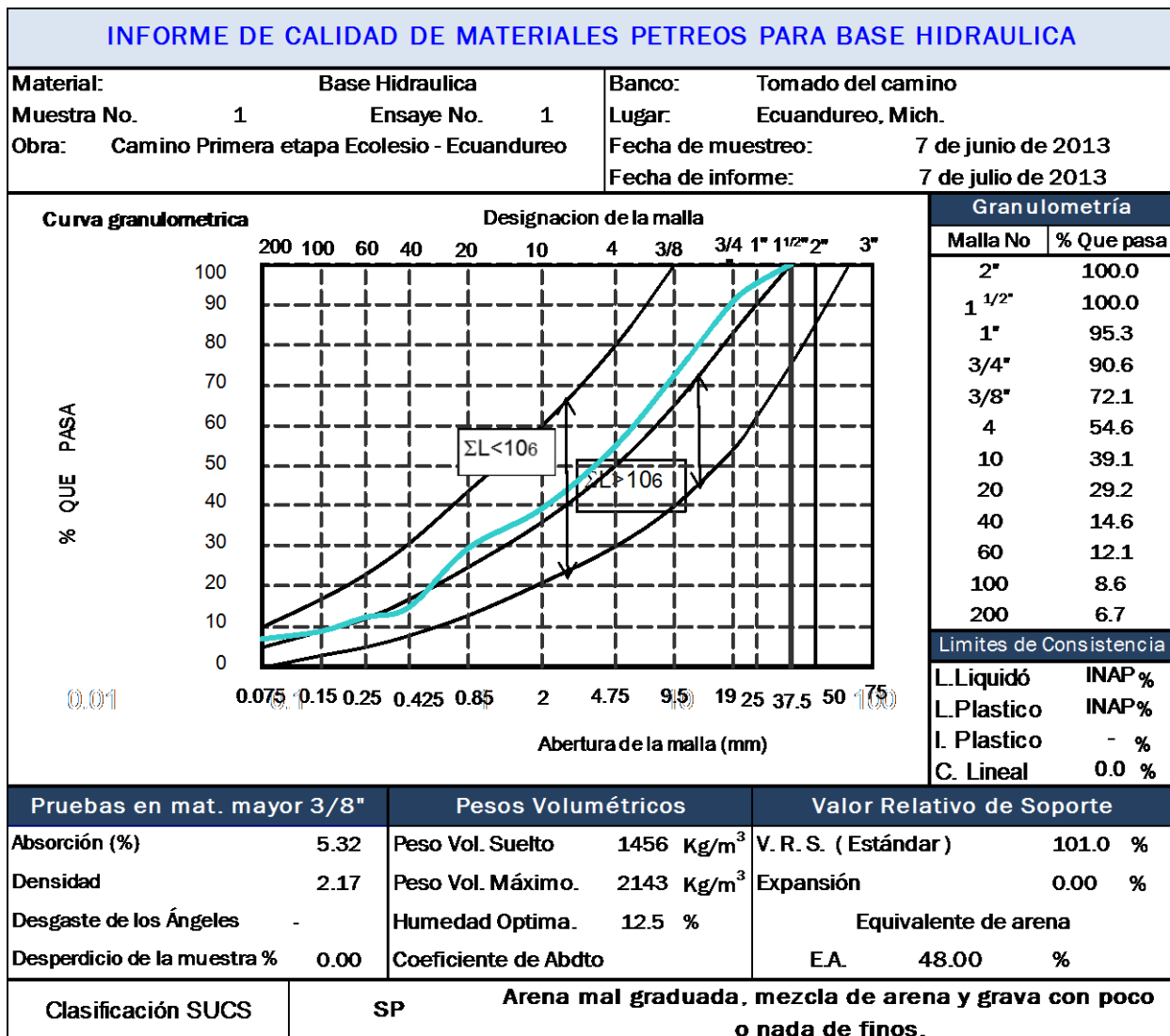
- ✓ Granulometría
- ✓ Contenido de Asfalto (capas asfálticas)
- ✓ Límites de Plasticidad
- ✓ Equivalente de Arena
- ✓ Expansión
- ✓ Valor Relativo de Soporte (VRS)
- ✓ Humedad Natural y Humedad Óptima
- ✓ Pesos Volumétricos (PVSM, PSSS, PVSL)
- ✓ Grado de Compactación
- ✓ Clasificación SUCS

Los resultados de laboratorio de los materiales obtenidos de los sondeos y las calas, se presentan a continuación

El terreno natural encontrado presenta la siguiente clasificación y características:

CALIDAD DE MATERIAL TIPO TERRENO NATURAL			
Tabla de resultados de los ensayos realizados			
Proyecto:	Estudio tecnico del camino: El Colesio - Ecuandureo		Fecha: 7 de Junio de 2013
Localidad:	El Colesio Ecuandureo, Mich.		
Determinacion de las pruebas indices			
Granulometria		Limites de consistencia	
Pozo No.	-	Humedad natural (%)	-
Estrato No	-	Limite liquido (%)	42.10
Malla No.	Pasa en (%)	Limite plastico (%)	17.20
2"	100.0	Índice plastico (%)	24.90
1-1/2"		Contraccion lineal (%)	6.50
1"		Clasificacion SUCS	CL
3/4"		Arcillosa de baja plasticidad	
1/2"		Carta de plasticidad 	
3/8"			
4	100.0		
10	.		
20	81.0		
40			
60			
100	.		
200	60.2		
Porcentaje del suelo			
Grava %	0.0		
Arena %	39.8		
Finos %	60.2		
Resultados de las pruebas mecanicas			
		Pozo No.	-
Compresion sin confinar			
Resistencia (Kg/Cm2) qu		-	
Cohesion (Kg/Cm2) c		-	
Compresion triaxial rapida			
Angulo de friccion interna (°)		-	
Cohesion (Kg/Cm2)		-	
Peso volumetrico natural (Kg/M³)		-	
Valor relativo de soporte estandar			
V.R.S. 90 %			
Expansion 90%			
V.R.S. 95 %			
Expansion 95%			
V.R.S. 100 %		5.10%	
Expansion 100 %		3.86%	
Pesos volumetricos			
Peso volumetrico suelto (kg/m³)		1,008.00	
Peso volumetrico seco maximo (kg/m³)		1,486.00	
Humedad optima (%)		24.5	
Coeficiente de abundamiento		-	

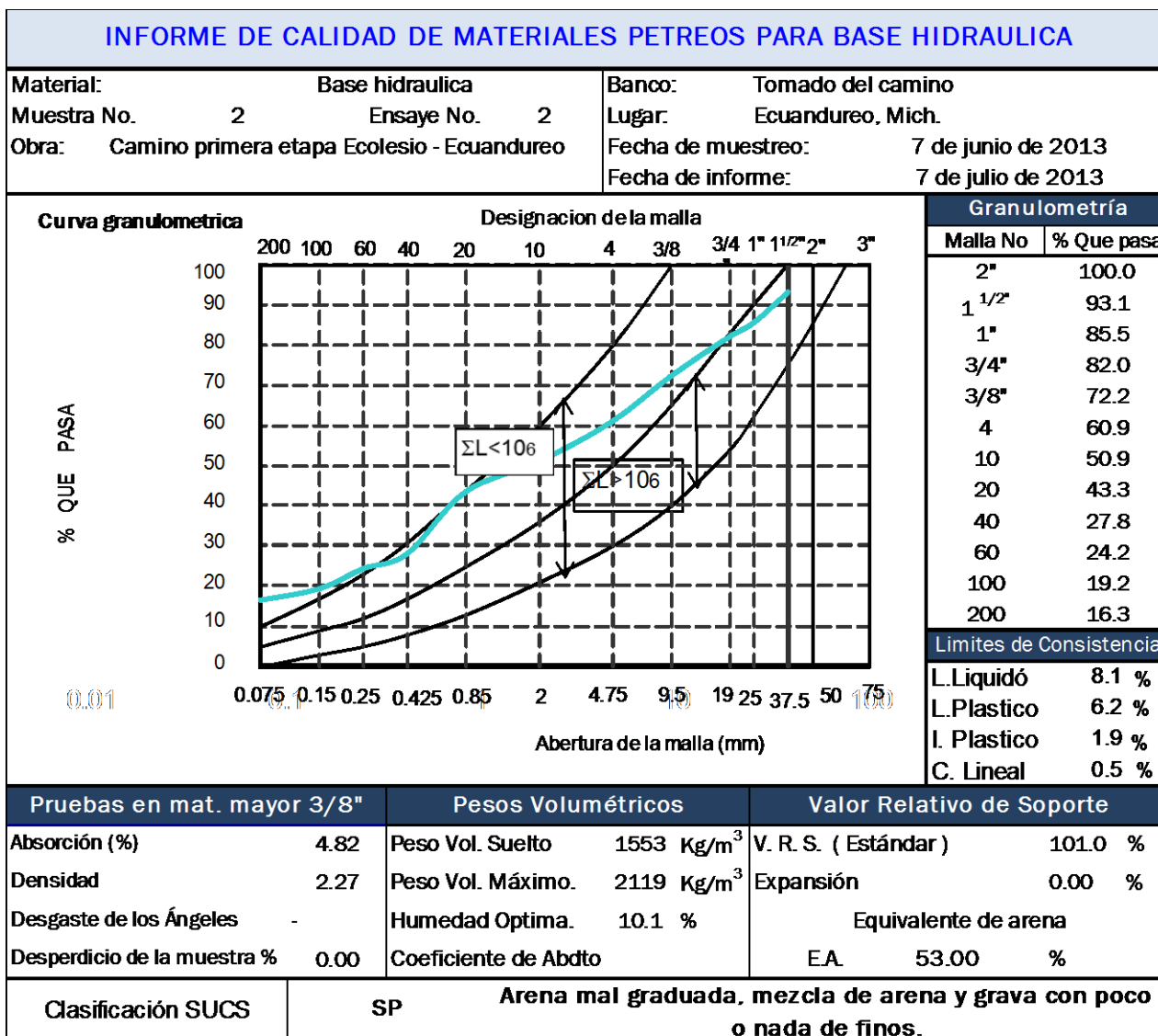
- De los pozos **Pca 2, Pca. 3 y Pca. 4** se obtuvo una **base color café** y su calidad es la siguiente:



Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos asfálticos (N - CMT- 4-02-002/11).

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido ^[2] , máximo	25	25
Índice plástico ^[2] , máximo	6	6
Equivalente de arena ^[2] , mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) ^[2, 3] , mínimo	80	100
Desgaste Los Angeles ^[2] , máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas ^[2] , máximo	40	35
Grado de compactación ^[2, 4] , mínimo	100	100

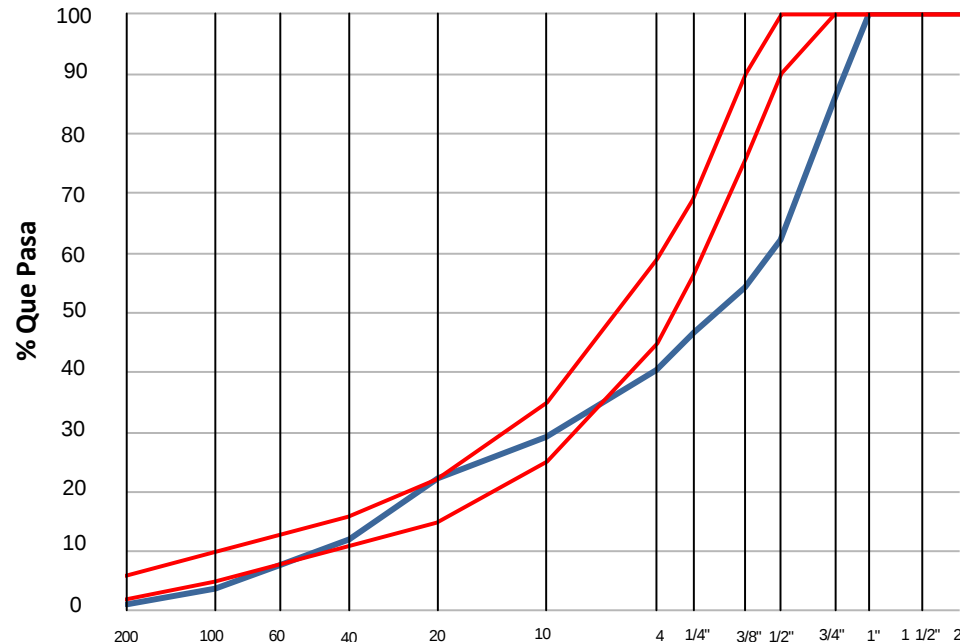
- De los pozos Pca. 1, Pca. 5, Pca. 6 y Pca. 7 se obtuvo una **base color gris** y su calidad es la siguiente:



Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos asfálticos (N - CMT- 4-02-002/11)

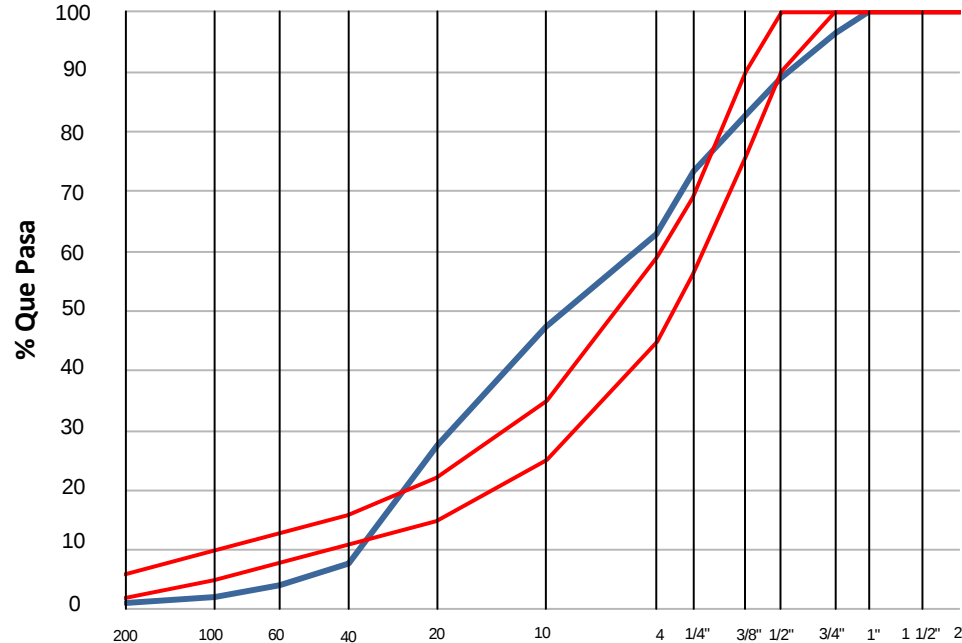
Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido ^[2] , máximo	25	25
Índice plástico ^[2] , máximo	6	6
Equivalente de arena ^[2] , mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) ^[2,3] , mínimo	80	100
Desgaste Los Angeles ^[2] , máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas ^[2] , máximo	40	35
Grado de compactación ^[2,4] , mínimo	100	100

De los sondeos realizados se obtuvo una muestra de **carpeta asfáltica** presentando los siguientes resultados de calidad:

INFORME DE CALIDAD DE CARPETA ASFÁLTICA									
Material : Carpeta asfáltica					Planta: Tomado del camino				
Muestra No. 1 Ensaye No. 1					Lugar: Ecuandureo, Mich.				
Proyecto: Estudio técnico del camino: El Colesio - Ecuandureo					Fecha de muestreo : 7 de Junio de 2013				
					Fecha de informe : 7 de Julio de 2013				
Pruebas del material petreo									
Peso Volumétrico Suelto: 1390 Kg/M³					Absorción: - %				
Densidad: -					Desgaste de los Ángeles: - %				
Curva Granulométrica 					Granulometría				
					Malla No. % Que pasa				
					2" 100.0				
					1 1/2" 100.0				
					1" 100.0				
					3/4" 86.1				
					1/2" 62.4				
					3/8" 54.2				
					1/4" 46.6				
					Nª 4 40.5				
					Nº 10 29.2				
					Nº 20 22.3				
					Nº 40 12.1				
					Nº 60 7.7				
					Nº 100 3.9				
Nº 200 1.2									
Tipo de material: Volcanico									
Forma de la partícula: Redondeada									

Características del asfalto			Pruebas en la mezcla asfáltica			
Tipo : AC-20			Humedad del agregado: - %		Grado de Compactación: - %	
Viscosidad : -			Contenido de asfalto en mezcla 7.30 %		Adherencia: Aceptable	
% de residuo: 100			Cantidad de Asfalto 102 Lts/M³		Permeabilidad : - %	
Penetración: -			Peso Volumétrico Máximo: - Kg/M³		Tramo: Km 0+010	
Resultados del ensaye Marshall						
Muestra			Norma / Especificacion			
Estabilidad (kg) -			800.00			
Flijo (mm) -			2.0 - 3.5			
% VACIOS -			3.0 - 5.0			
% V.A.M. -			14.00 Minimo			
% V.A.F. -			65 - 75			

INFORME DE CALIDAD DE CARPETA ASFÁLTICA																																							
Material : Carpeta asfaltica					Planta: Tomado del camino																																		
Muestra No. 2		Ensaye No. 2			Lugar: Ecuandureo, Mich.		Fecha de muestreo : 7 de Junio de 2013																																
Proyecto: Estudio tecnico del camino: El Colesio - Ecuandureo					Fecha de informe : 7 de Julio de 2013																																		
Pruebas del material petreo																																							
Peso Volumétrico Suelto: 1390 Kg/M³					Absorción: - %			Granulometría																															
Densidad: -					Desgaste de los Ángeles: - %																																		
Curva Granulométrica								<table><tr><th>Malla No.</th><th>% Que pasa</th></tr><tr><td>2"</td><td>100.0</td></tr><tr><td>1 1/2"</td><td>100.0</td></tr><tr><td>1"</td><td>96.8</td></tr><tr><td>3/4"</td><td>96.6</td></tr><tr><td>1/2"</td><td>89.8</td></tr><tr><td>3/8"</td><td>78.0</td></tr><tr><td>1/4"</td><td>57.6</td></tr><tr><td>Nª 4</td><td>51.3</td></tr><tr><td>Nº 10</td><td>32.5</td></tr><tr><td>Nº 20</td><td>14.0</td></tr><tr><td>Nº 40</td><td>5.6</td></tr><tr><td>Nº 60</td><td>3.7</td></tr><tr><td>Nº 100</td><td>2.3</td></tr><tr><td>Nº 200</td><td>1.2</td></tr></table>		Malla No.	% Que pasa	2"	100.0	1 1/2"	100.0	1"	96.8	3/4"	96.6	1/2"	89.8	3/8"	78.0	1/4"	57.6	Nª 4	51.3	Nº 10	32.5	Nº 20	14.0	Nº 40	5.6	Nº 60	3.7	Nº 100	2.3	Nº 200	1.2
Malla No.	% Que pasa																																						
2"	100.0																																						
1 1/2"	100.0																																						
1"	96.8																																						
3/4"	96.6																																						
1/2"	89.8																																						
3/8"	78.0																																						
1/4"	57.6																																						
Nª 4	51.3																																						
Nº 10	32.5																																						
Nº 20	14.0																																						
Nº 40	5.6																																						
Nº 60	3.7																																						
Nº 100	2.3																																						
Nº 200	1.2																																						
								Tipo de material: Volcanico																															
								Forma de la partícula: Redondeada																															
Características del asfalto			Pruebas en la mezcla asfáltica																																				
Tipo : AC-20			Humedad del agregado: - %			Grado de Compactación: - %																																	
Viscosidad : -			Contenido de asfalto en mezcla 7.76 %			Adherencia: Aceptable																																	
% de residuo: 100			Cantidad de Asfalto 108 Lts/M³			Permeabilidad : - %																																	
Penetración: -			Peso Volumétrico Máximo: - Kg/M³			Tramo: Km 0+500																																	
Resultados del ensaye Marshall																																							
Muestra					Norma / Especificacion																																		
Estabilidad (kg) -					800.00																																		
Flijo (mm) -					2.0 - 3.5																																		
% VACIOS -					3.0 - 5.0																																		
% V.A.M. -					14.00 Minimo																																		
% V.A.F. -					65 - 75																																		

INFORME DE CALIDAD DE CARPETA ASFÁLTICA																																	
Material : Carpeta asfaltica		Planta: Tomado del camino																															
Muestra No. 3	Ensaye No. 3	Lugar: Ecuandureo, Mich.																															
Proyecto: Estudio tecnico del camino: El Colesio - Ecuandureo		Fecha de muestreo : 7 de Junio de 2013																															
		Fecha de informe : 7 de Julio de 2013																															
Pruebas del material petreo																																	
Peso Volumétrico Suelto: 1390 Kg/M³		Absorción: - %	Granulometría																														
Densidad: -		Desgaste de los Ángeles: - %																															
Curva Granulométrica 			<table><tr><td>Malla No.</td><td>% Que pasa</td></tr><tr><td>2"</td><td>100.0</td></tr><tr><td>1 1/2"</td><td>100.0</td></tr><tr><td>1"</td><td>100.0</td></tr><tr><td>3/4"</td><td>96.5</td></tr><tr><td>1/2"</td><td>88.8</td></tr><tr><td>3/8"</td><td>82.6</td></tr><tr><td>1/4"</td><td>73.3</td></tr><tr><td>Nª 4</td><td>63.0</td></tr><tr><td>Nº 10</td><td>47.5</td></tr><tr><td>Nº 20</td><td>27.7</td></tr><tr><td>Nº 40</td><td>7.6</td></tr><tr><td>Nº 60</td><td>4.2</td></tr><tr><td>Nº 100</td><td>2.2</td></tr><tr><td>Nº 200</td><td>1.1</td></tr></table>	Malla No.	% Que pasa	2"	100.0	1 1/2"	100.0	1"	100.0	3/4"	96.5	1/2"	88.8	3/8"	82.6	1/4"	73.3	Nª 4	63.0	Nº 10	47.5	Nº 20	27.7	Nº 40	7.6	Nº 60	4.2	Nº 100	2.2	Nº 200	1.1
Malla No.	% Que pasa																																
2"	100.0																																
1 1/2"	100.0																																
1"	100.0																																
3/4"	96.5																																
1/2"	88.8																																
3/8"	82.6																																
1/4"	73.3																																
Nª 4	63.0																																
Nº 10	47.5																																
Nº 20	27.7																																
Nº 40	7.6																																
Nº 60	4.2																																
Nº 100	2.2																																
Nº 200	1.1																																
			Tipo de material: Volcanico Forma de la partícula: Redondeada																														
Características del asfalto		Pruebas en la mezcla asfáltica																															
Tipo : AC-20		Humedad del agregado: - %	Grado de Compactación: - %																														
Viscosidad : -		Contenido de asfalto en mezcla 6.61 %	Adherencia: Aceptable																														
% de residuo: 100		Cantidad de Asfalto 91.9 Lts/m³	Permeabilidad : - %																														
Penetración: -		Peso Volumétrico Máximo: - Kg/m³	Tramo: Km 1+000																														
Resultados del ensayo Marshall																																	
Muestra		Norma / Especificacion																															
Estabilidad (kg)		800.00																															
Flijo (mm)		2.0 - 3.5																															
% VACIOS		3.0 - 5.0																															
% V.A.M.		14.00 Minimo																															
% V.A.F.		65 - 75																															

INFORME DE CALIDAD DE CARPETA ASFÁLTICA																																	
Material : Carpeta asfaltica		Planta: Tomado del camino																															
Muestra No. 4	Ensaye No. 4	Lugar: Ecuandureo, Mich.																															
Proyecto: Estudio tecnico del camino: El Colesio - Ecuandureo		Fecha de muestreo : 7 de Junio de 2013																															
		Fecha de informe : 7 de Julio de 2013																															
Pruebas del material petreo																																	
Peso Volumétrico Suelto: 1390 Kg/M³		Absorción: - %																															
Densidad: -		Desgaste de los Ángeles: - %																															
Curva Granulométrica <table><tr><th>Malla No.</th><th>% Que pasa</th></tr><tr><td>2"</td><td>100.0</td></tr><tr><td>1 1/2"</td><td>100.0</td></tr><tr><td>1"</td><td>100.0</td></tr><tr><td>3/4"</td><td>100.0</td></tr><tr><td>1/2"</td><td>88.7</td></tr><tr><td>3/8"</td><td>82.2</td></tr><tr><td>1/4"</td><td>68.2</td></tr><tr><td>Nª 4</td><td>57.3</td></tr><tr><td>Nº 10</td><td>37.6</td></tr><tr><td>Nº 20</td><td>16.7</td></tr><tr><td>Nº 40</td><td>8.4</td></tr><tr><td>Nº 60</td><td>5.4</td></tr><tr><td>Nº 100</td><td>3.5</td></tr><tr><td>Nº 200</td><td>1.5</td></tr></table>		Malla No.	% Que pasa	2"	100.0	1 1/2"	100.0	1"	100.0	3/4"	100.0	1/2"	88.7	3/8"	82.2	1/4"	68.2	Nª 4	57.3	Nº 10	37.6	Nº 20	16.7	Nº 40	8.4	Nº 60	5.4	Nº 100	3.5	Nº 200	1.5		
		Malla No.	% Que pasa																														
		2"	100.0																														
		1 1/2"	100.0																														
		1"	100.0																														
		3/4"	100.0																														
		1/2"	88.7																														
		3/8"	82.2																														
		1/4"	68.2																														
		Nª 4	57.3																														
Nº 10	37.6																																
Nº 20	16.7																																
Nº 40	8.4																																
Nº 60	5.4																																
Nº 100	3.5																																
Nº 200	1.5																																
Tipo de material: Volcanico																																	
Forma de la partícula: Redondeada																																	
Características del asfalto		Pruebas en la mezcla asfáltica																															
Tipo : AC-20		Humedad del agregado: - %	Grado de Compactación: - %																														
Viscosidad : -		Contenido de asfalto en mezcla 7.53 %	Adherencia: Aceptable																														
% de residuo: 100		Cantidad de Asfalto 105 Lts/m³	Permeabilidad : - %																														
Penetración: -		Peso Volumétrico Máximo: - Kg/m³	Tramo: Km 1+420																														
Resultados del ensaye Marshall																																	
Muestra		Norma / Especificacion																															
Estabilidad (kg) -		800.00																															
Flijo (mm) -		2.0 - 3.5																															
% VACIOS -		3.0 - 5.0																															
% V.A.M. -		14.00 Minimo																															
% V.A.F. -		65 - 75																															

INFORME DE CALIDAD DE CARPETA ASFÁLTICA												
Material : Carpeta asfáltica					Planta: Tomado del camino							
Muestra No. 5		Ensaye No. 5			Lugar: Ecuandureo, Mich.		Fecha de muestreo : 7 de Junio de 2013					
Proyecto: Estudio técnico del camino: El Colesio - Ecuandureo					Fecha de informe : 7 de Julio de 2013							
Pruebas del material petreo												
Peso Volumétrico Suelto: 1390 Kg/M³					Absorción: - %		Granulometría					
Densidad: -					Desgaste de los Ángeles: - %							
Curva Granulométrica							Malla No. % Que pasa					
							2"			100.0		
							1 1/2"			100.0		
							1"			100.0		
							3/4"			97.8		
							1/2"			91.4		
							3/8"			83.8		
							1/4"			73.6		
							Nº 4			65.2		
							Nº 10			42.1		
							Nº 20			15.0		
							Nº 40			7.4		
							Nº 60			4.5		
							Nº 100			2.7		
							Nº 200			1.1		
							Tipo de material: Volcanico					
							Forma de la partícula: Redondeada					
Características del asfalto			Pruebas en la mezcla asfáltica									
Tipo : AC-20			Humedad del agregado: - %			Grado de Compactación: - %						
Viscosidad : -			Contenido de asfalto en mezcla 7.53 %			Adherencia: Aceptable						
% de residuo: 100			Cantidad de Asfalto 105 Lts/m³			Permeabilidad : - %						
Penetración: -			Peso Volumétrico Máximo: - Kg/m³			Tramo: Km 2+250						
Resultados del ensaye Marshall												
Muestra					Norma / Especificacion							
Estabilidad (kg)					800.00							
Flijo (mm)					2.0 - 3.5							
% VACIOS					3.0 - 5.0							
% V.A.M.					14.00 Minimo							
% V.A.F.					65 - 75							

INFORME DE CALIDAD DE CARPETA ASFÁLTICA																																							
Material : Carpeta asfáltica					Planta: Tomado del camino																																		
Muestra No. 6		Ensaye No. 6			Lugar: Ecuandureo, Mich.		Fecha de muestreo : 7 de Junio de 2013																																
Proyecto: Estudio técnico del camino: El Colesio - Ecuandureo					Fecha de informe : 7 de Julio de 2013																																		
Pruebas del material petreo																																							
Peso Volumétrico Suelto: 1390 Kg/M³					Absorción: - %			Granulometría																															
Densidad: -		Desgaste de los Ángeles: - %																																					
Curva Granulométrica								<table><tr><td>Malla No.</td><td>% Que pasa</td></tr><tr><td>2"</td><td>100.0</td></tr><tr><td>1 1/2"</td><td>100.0</td></tr><tr><td>1"</td><td>88.9</td></tr><tr><td>3/4"</td><td>70.2</td></tr><tr><td>1/2"</td><td>55.0</td></tr><tr><td>3/8"</td><td>51.8</td></tr><tr><td>1/4"</td><td>46.2</td></tr><tr><td>Nº 4</td><td>41.5</td></tr><tr><td>Nº 10</td><td>29.2</td></tr><tr><td>Nº 20</td><td>17.1</td></tr><tr><td>Nº 40</td><td>6.0</td></tr><tr><td>Nº 60</td><td>3.6</td></tr><tr><td>Nº 100</td><td>2.0</td></tr><tr><td>Nº 200</td><td>0.7</td></tr></table>		Malla No.	% Que pasa	2"	100.0	1 1/2"	100.0	1"	88.9	3/4"	70.2	1/2"	55.0	3/8"	51.8	1/4"	46.2	Nº 4	41.5	Nº 10	29.2	Nº 20	17.1	Nº 40	6.0	Nº 60	3.6	Nº 100	2.0	Nº 200	0.7
Malla No.	% Que pasa																																						
2"	100.0																																						
1 1/2"	100.0																																						
1"	88.9																																						
3/4"	70.2																																						
1/2"	55.0																																						
3/8"	51.8																																						
1/4"	46.2																																						
Nº 4	41.5																																						
Nº 10	29.2																																						
Nº 20	17.1																																						
Nº 40	6.0																																						
Nº 60	3.6																																						
Nº 100	2.0																																						
Nº 200	0.7																																						
								Tipo de material: Volcanico																															
								Forma de la partícula: Redondeada																															
Características del asfalto			Pruebas en la mezcla asfáltica																																				
Tipo : AC-20			Humedad del agregado: - %			Grado de Compactación: - %																																	
Viscosidad : -			Contenido de asfalto en mezcla 6.84 %			Adherencia: Aceptable																																	
% de residuo: 100			Cantidad de Asfalto 95 Lts/m³			Permeabilidad : - %																																	
Penetración: -			Peso Volumétrico Máximo: - Kg/m³			Tramo: Km 2+720																																	
Resultados del ensaye Marshall																																							
Muestra					Norma / Especificacion																																		
Estabilidad (kg)					800.00																																		
Flijo (mm)					2.0 - 3.5																																		
% VACIOS					3.0 - 5.0																																		
% V.A.M.					14.00 Mínimo																																		
% V.A.F.					65 - 75																																		

INFORME DE CALIDAD DE CARPETA ASFÁLTICA					
Material : Carpeta asfáltica			Planta: Tomado del camino		
Muestra No. 7		Ensaye No. 7		Lugar: Ecuandureo, Mich.	
Proyecto: Estudio técnico del camino: El Colesio - Ecuandureo			Fecha de muestreo : 7 de Junio de 2013		
			Fecha de informe : 7 de Julio de 2013		
Pruebas del material petreo					
Peso Volumétrico Suelto: 1390 Kg/M³			Absorción: - %		
Densidad: -			Desgaste de los Ángeles: - %		
Curva Granulométrica			Malla No. % Que pasa		
			2" 100.0		
			1 1/2" 100.0		
			1" 97.0		
			3/4" 77.3		
			1/2" 62.9		
			3/8" 56.6		
			1/4" 51.0		
			Nª 4 46.6		
			Nº 10 38.8		
Nº 20 24.4					
Nº 40 11.2					
Nº 60 8.4					
Nº 100 4.4					
Nº 200 1.3					
Tipo de material: Volcanico					
Forma de la partícula: Redondeada					

Características del asfalto		Pruebas en la mezcla asfáltica					
Tipo :	AC-20	Humedad del agregado:	-	%	Grado de Compactación:	-	%
Viscosidad :	-	Contenido de asfalto en mezcla	7.30	%	Adherencia:	Aceptable	
% de residuo:	100	Cantidad de Asfalto	101	Lts/m³	Permeabilidad :	-	%
Penetración:	-	Peso Volumétrico Máximo:	-	Kg/m³	Tramo:	Km 3+480	
Resultados del ensaye Marshall							
Muestra				Norma / Especificacion			
Estabilidad (kg)				-	800.00		
Flijo (mm)				-	2.0 - 3.5		
% VACIOS				-	3.0 - 5.0		
% V.A.M.				-	14.00 Mínimo		
% V.A.F.				-	65 - 75		

4.2. Análisis del Tránsito

Con la finalidad de conocer el tránsito diario promedio anual (TDPA) y determinar la composición vehicular del camino en estudio, el tránsito diario promedio anual (TDPA), se obtuvo apoyándose en los Datos viales del año 2011 al año 2012 que edita la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para esto se tomaron los datos que corresponde en campo a la Estación La Piedad - Carapan. De la carretera Purepero.

De lo anterior, se obtuvo un TDPA para el año 2012 de 4618 vehículos en ambos sentidos, con la siguiente composición vehicular:

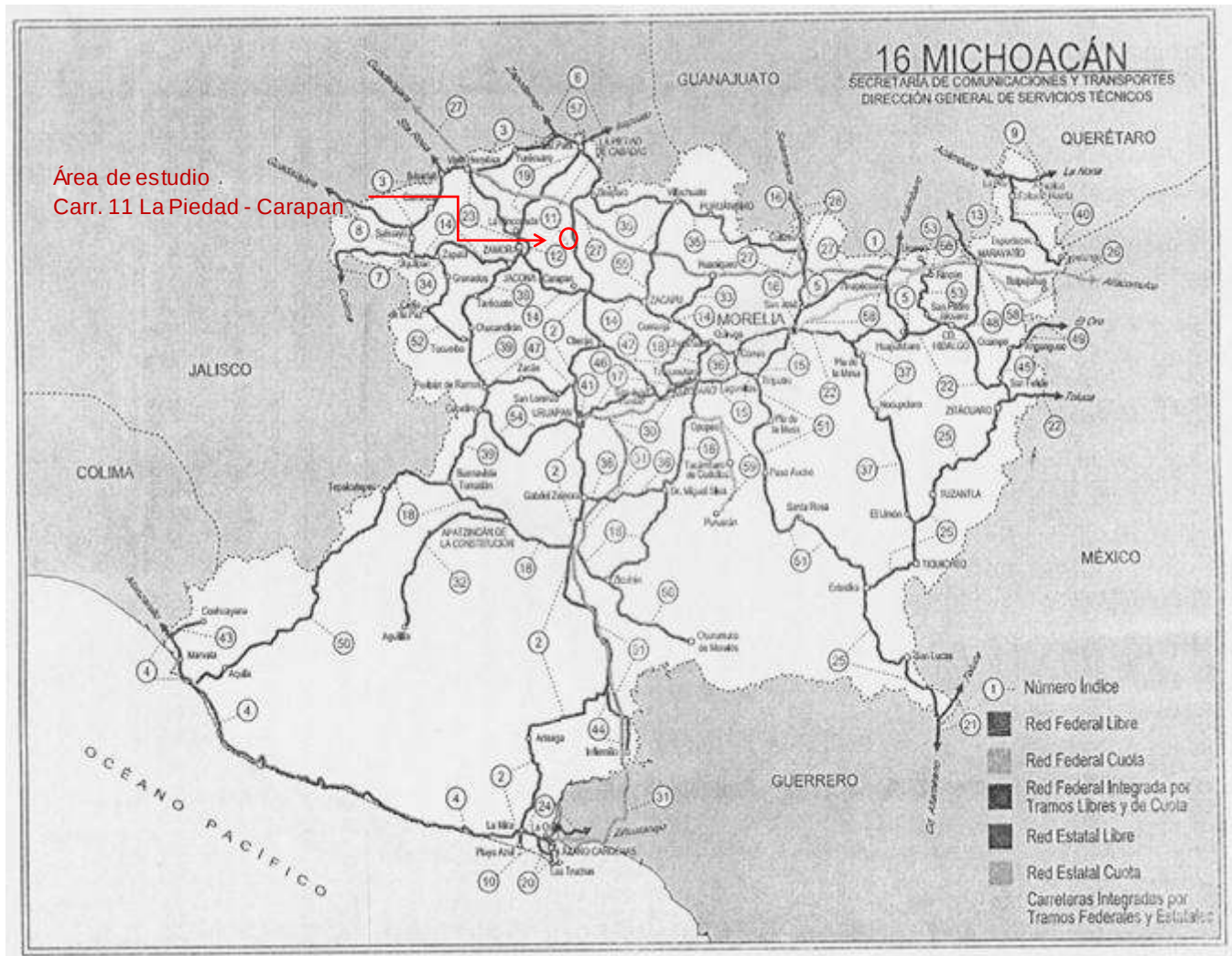
Composicion vehicular	Porcentaje (%)
A	85.5
B	1.2
C2	7.2
C3	1.9
T3S2	2.9
T3S3	0.9
T3S2R4	0.4
Suma	100

La tasa de crecimiento calculada con base a los datos viales, publicados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para este tramo en estudio fue del **3.01%**.

A continuación se presenta la lista del año 2011 al año 2012 de los datos viales.

11 CARR La Piedad- Carapan											CLAVE 164/6										RUTA MEX-037										AÑO 2011		
LUGAR		ESTACION										CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO										COORDENADAS										LATITUD	LONGITUD
KM	TE	SC	TOPA	M	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	A	B	C	D	E	F	G	H	I									
La Piedad	0.00	3	1	8242	35	827	14	97	08	09	07	01	02	862	14	124	0074	0509								20.320249	-102.018431						
La Piedad	0.00	3	2	7964	31	816	16	108	08	09	09	01	02	847	16	137	0075	0508								20.320249	-102.018431						
1 Izq Puntalillo	24.45	3	0	2702	16	801	15	80	23	28	00	03	02	837	18	145	0069	0512								20.175536	-101.982555						
Puertoero	64.00	1	0	4087	24	821	13	78	17	34	08	02	03	845	13	142	0100	0501								19.913426	-102.021704						
T C Morelia- Jiquilpan	72.61	1	0	4185	07	823	18	81	22	26	08	02	03	830	18	162	0083	0502								19.848208	-102.020321						

11 CARR La Piedad- Carapan											CLAVE 164/6										RUTA MEX-037										AÑO 2012										
LUGAR		ESTACION										CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO										COORDENADAS										LATITUD	LONGITUD								
KM	TE	SC	TOPA	M	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P			Q	R	S	T	U	V	W	X
La Piedad	0.00	3	1	7864	11	808	23	78	05	06	06	01	02	879	23	98	0089	0504										20.320147	-102.018539												
La Piedad	0.00	3	2	7743	20	845	26	87	06	07	06	01	02	865	26	109	0092	0504									20.320147	-102.018539													
1 Izq Puntalillo	24.45	3	0	2686	16	835	08	65	29	28	12	04	03	851	08	141	0092	0531									20.173558	-102.001142													
Puertoero	64.00	1	0	4618	16	835	12	72	19	29	09	04	04	851	12	137	0096	0504									19.919008	-102.027436													
T C Morelia- Jiquilpan	72.61	1	0	4224	08	849	11	86	28	23	08	04	03	857	11	132	0088	0510									19.849156	-102.020774													



DETERMINACION DE LA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL

AÑO	A	T.D.P.A. V	A ²	PRODUCTO
2011	1	4487	1	4487
2012	2	4618	4	9236

Σ	3	9105	5	13723
Σ ²	9			
N	2			

$$V = a_0 + a_1 A$$

$$a_0 = \frac{(\Sigma V)(\Sigma A^2) - (\Sigma A)(\Sigma AV)}{N(\Sigma A^2) - (\Sigma A)^2}$$

$$a_0 = \underline{4356}$$

$$a_1 = \frac{N(\Sigma AV) - (\Sigma A)(\Sigma V)}{N(\Sigma A^2) - (\Sigma A)^2}$$

$$a_1 = \underline{131.00}$$

Donde:

V= Transito promedio diario anual (variable dependiente)

a₀= ordenada al origen.

a₁= Pendiente de la recta.

A= Año (variable independiente)

N= Numero total de datos.

ecuacion de la recta

$$v = 4487.00 + A$$

Determinacion de la tasa de incremento anual

$$i = \frac{N(a_1)}{\Sigma V - (a_1)(\Sigma A)}$$

$$i = 0.030$$

Tasa de incremento anual % 3.01 %

Carretera: La Piedad – Carapan, Estación: Purepero
Tramo: El colesio - Ecuandureo.
km 0+000 al km 4+000

Datos de Tránsito:

Para determinar la tasa de crecimiento para el tramo en estudio, del libro “Datos Viales” publicado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se tomaron los datos más cercanos a la zona en estudio, editados del año 2011 al 2012; se tomaron los datos en la estación Purepero de la carretera federal La Piedad – Carapan, la cual es la cercana al tramo de estudio. Resultando una tasa de crecimiento anual de 3.01 %, la cual se aplicará del 5% debido a la continuidad variable de los aforos; el tránsito para el año 2012 es de 4618 vehículos, aplicando la fórmula $S=P(1+i)^n$, se determinó el tránsito diario promedio anual para el año 2013 resultando de 4757vehículos.

Siendo:

S= tránsito diario promedio anual en el año 2013 para este caso.

P= tránsito diario promedio anual en el año 2012.

i = tasa de crecimiento obtenida = 3.01 %.

n= número de años de 2011 a 2012 = 1

Para nuestro caso en particular tenemos un camino vecinal o secundario por tal motivo se considerara solamente el 5 % de la tasa de incremento de la carretera federal.

Aplicando lo anterior tenemos:

$$(3.01\%)(5\%) = 0.15\%$$

Por consiguiente la tasa de incremento = **0.15%**

La clasificación vehicular en % se consideró tomando como base los resultados publicados en el año 2012 de esta misma estación promediando los datos registrados en los puntos más cercanos al sitio en estudio y redondeándolos para ajustar un 100% total resultó de la siguiente manera en %: A=85.5, B=1.2, C2=7.2, C3=1.9, T3-S2=2.9, T3-S3=0.9, y T3-S2-R4=0.4 =100%, éstos datos fueron utilizados para el diseño del pavimento para su rehabilitación, revisión de la estructura actual empleando el Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM. (Programa de cómputo DISPAV – 5).

4.3 Evaluación Estructural de Pavimento Existente

4.3.1. Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM

El **DISPAV-5** es un programa de tipo interactivo que permite analizar tanto carreteras de altas especificaciones como carreteras normales. Su fundamento es teórico-experimental, y para su aplicación se emplean conceptos y métodos de cálculo mecanicistas.

El procedimiento de revisión permite el cálculo de la vida previsible por deformación y por fatiga de pavimentos previamente definidos, ya sean pavimentos actualmente construidos o en proyecto.

La memoria de cálculo de este método, los ejes equivalente calculados, el VRS crítico y los espesores promedio, se presentan a continuación.

Memoria de cálculo para la revisión de la estructura del pavimento existente por medio del método de instituto de ingeniería de la UNAM.

Programa interactivo de cómputo dispav-5

El dispav-5 es un programa de tipo interactivo que permite analizar tanto carreteras de altas especificaciones como carreteras normales. Su fundamento es teórico-experimental, y para su aplicación se emplean conceptos y métodos de cálculo mecanicistas.

El procedimiento de revisión permite el cálculo de la vida previsible por deformación y por fatiga de pavimentos previamente definidos, ya sean pavimentos actualmente construidos o en proyecto.

1. Entrada de datos: espesores, características mecánicas de cada capa como módulos de rigidez, V_{rsz} , relaciones de poisson, y nivel de confianza.
2. Cálculo de la vida por deformación permanente en la zona transitada.
3. Cálculo de la vida por agrietamiento debido a fatiga.

4. Posibilidad de cálculo de nuevas vidas por deformación y agrietamiento, haciendo modificaciones en los espesores o propiedades mecánicas de las capas introducidas originalmente.

1.1.- Tipo de carretera

1.- Entrada de datos

El programa dispav-5, propone dos opciones, las cuales son las siguientes:

1. Diseño de carreteras de altas especificaciones en las cuales se requiere conservar un nivel de servicio alto de la superficie de rodamiento, durante toda la vida de servicio. Al término de la vida de proyecto la deformación esperada con éste modelo de diseño es del orden de $\Delta = 1.2$ cm. (percentil 80 de la deformación máxima) con agrietamiento ligero o medio 20
2. Diseño en carreteras normales en donde la deformación permanente esperada, al término de la vida de proyecto, es de $\Delta = 2.5$ cm., con agrietamiento medio o fuerte. En este tipo de diseño se debe hacer mantenimiento rutinario frecuente.

En el caso de los caminos de altas especificaciones las consideraciones anteriores tienen mayor relevancia, y es necesario elegir materiales de construcción de muy buena calidad; emplear un diseño correcto en las mezclas asfálticas, considerando la posibilidad de realizar pruebas de comportamiento de las mismas, para tener una mayor confiabilidad en el proyecto; y por último aplicar un control de calidad riguroso durante la construcción.

El programa tiene dos opciones de diseño, según el tipo de camino.

1. Caminos de altas especificaciones, en los que se desea conservar un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).
2. Caminos normales en los que se permiten deformaciones del orden de 2.5 cm en la rodada y agrietamiento medio a fuerte, al final de la vida de proyecto.

Introduzca el número correspondiente a su tipo de camino : 2_

Para la revisión del camino, utilizaremos la opción número dos, lo que significa que se diseñará un camino del tipo normal.

1.2.- Número de capas consideradas

Para la revisión se debe introducir las capas que se encuentran en el pavimento a revisión. Sus opciones de capa son:

1. Carpeta asfáltica
2. Base asfáltica
3. Base granular
4. Sub-base granular
5. Subrasante
6. Terracerías

Si el número de capas es mayor que cinco, se sugiere considerar la posibilidad de simplificar la estructura. Una forma de hacerlo consiste en agrupar dos capas adyacentes, con rigidez similar, empleando el criterio de Odemark para encontrar un espesor equivalente.

Dentro de las capas consideradas se debe incluir la terracería. También, como capa superior se debe incluir la carpeta, base asfáltica o base granular.

En nuestro caso del camino en estudio del estado de Michoacán de acuerdo a la estratigrafía encontrada en los sondeos pca y calas, se encontró una carpeta asfáltica, base hidráulica y terreno natural.

El programa permite analizar pavimentos que contengan algunas de las siguientes capas, hasta un máximo de cinco de ellas.

1. Carpeta
2. Base asfáltica
3. Base granular
4. Sub-base
5. Subrasante
6. Terracería

Introduzca el número de capas de que consta el pavimento: 3

Introduzca los números de capa empezando por la capa superior

1
3
6_

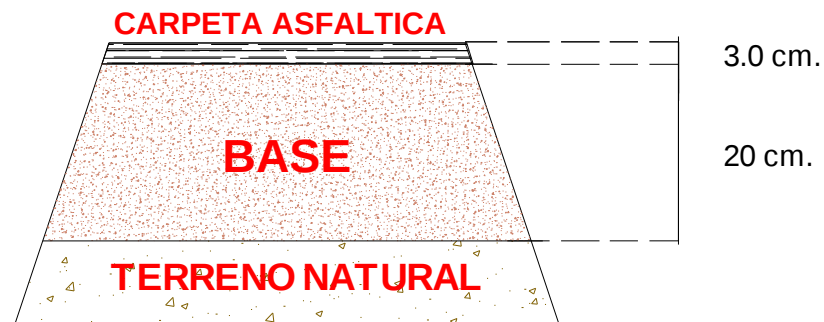
Para nuestro camino solo utilizaremos capas, las cuales son carpeta asfáltica, base hidráulica y terracerías. Esto debido a que el cuerpo de terraplén no es constante en todo el tramo en estudio.

1.3.- Espesores de capas

Una vez seleccionadas las capas del pavimento se necesita conocer el espesor de cada capa en cm. La terracería se considera semi-infinita.

De acuerdo a la estratigrafía encontrada en los pca y calas, se determinaron los espesores promedio de las capas encontradas, los cuales fueron las siguientes para el camino estado de Michoacán.

Espesor promedio



Capa	Espesor	URSz	Mod. rigidez
Carpeta	3.0		
Base granular	20.0	—	
Terracería			

Introduzca el URSz de las capas no estabilizadas (en por ciento)

1.4.- Valores relativos de soporte críticos (vrs z).

A continuación se piden los valores relativos de soporte críticos de cada una de las capas no estabilizadas encontradas en el pavimento actual. El vrs es una de las variables de la revisión más importantes y se debe poner mucho cuidado en su estimación de manera que sea representativo de las condiciones actuales en el camino.

Si el vrsz crítico de alguna capa es mayor que el vrs max (máximo de proyecto) el programa considera este último valor en el diseño por deformación (vrs), para obtener proyectos más confiables; pero guarda el valor del vrs z para emplearlo en la estimación del módulo de rigidez de esa capa.

Para la revisión de este camino y de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de materiales, se utilizaran los siguientes vrs críticos:

Terreno natural = 6%

Base hidráulica=101%

Capa	Espesor	URSz	Mod. rigidez
Carpeta	3.0		
Base granular	20.0	101	
Terracería		6_	

Introduzca el URSz de las capas no estabilizadas (en por ciento)

1.5.- Módulos elásticos de las capas.

Para fines de revisión estructural, cuando se utiliza carpeta asfáltica se requiere introducir el módulo de rigidez, o módulo dinámico, en kg/cm². La estimación del módulo de rigidez para la revisión es un procedimiento que debe hacerse con mucho cuidado, ya que debe representar el comportamiento de dicha capa en condiciones actuales de la carretera.

Para fines de la revisión estructural de la carpeta asfáltica, se tomaron en cuenta el contenido de asfalto, el contenido de fino de la mezcla y las fallas y deterioros que se tienen en el camino en estudio. Por lo cual consideramos un rango de valores adecuado para el modulo de rigidez para la carpeta de 25,000 a 35,000 kg/cm².

Para nuestro caso se utilizará módulo dinámico para la carpeta asfáltica de 25000 kg/cm²

Para la revisión por fatiga se requieren encontrar las deformaciones unitarias críticas de tensión en la parte inferior de la carpeta. Para esto se necesita conocer el módulo de rigidez (módulo elástico) de las capas no estabilizadas. Por lo tanto este se obtiene con la siguiente formula, donde se estima el modulo a partir del vrs z crítico del lugar

$$E = 130 \text{ VRS}_z^{0.70}$$

Con la anterior fórmula, se obtuvieron los siguientes resultados:

Módulo de rigidez de terreno natural = 456

Módulo de rigidez de la base hidráulica=3288

Capa	Espesor	URS _z	Mod. rigidez
Carpeta	3.0		25,000
Base granular	20.0	101	3,288
Terracería		6	456

También se necesitan los módulos de rigidez de las capas no asfálticas. Si tiene una estimación de su valor, intrdúzcalo; en caso contrario apriete la tecla de entrada y el programa le sugerirá un valor basado en el URS_z crítico del material.

Se han sugerido algunos valores como módulos de rigidez de capas no estabilizadas. Esos valores se obtuvieron de: $E=130 (\text{URS}_z^{.7})$. Esta ecuación se obtiene para condiciones generales, pero puede requerir adecuaciones en casos particulares.

¿Quiere hacer cambios en algún valor? (s/n) n_

1.6.- Relaciones de Poisson

También se necesita la relación de poisson de todas las capas. Este parámetro es difícil de determinar experimentalmente ya que se requieren maquinas de prueba con una instrumentación que permita medir con precisión las deformaciones resilientes vertical y horizontal. El programa suministra valores promedio para cada capa y permite al usuario modificar esos valores en caso de contar con información confiable de ese parámetro para los materiales específicos que emplea.

Para ésta revisión se utilizarán los valores proporcionados por el programa de diseño.

Capa	Espesor	URSz	Mod. rigidez	Poisson
Carpeta	3.0		25,000	0.35
Base granular	20.0	101	3,288	0.35
Terracería		6	456	0.45

Se proponen valores para las relaciones de Poisson de cada capa, puede modificarlas si así lo desea.

¿Quiere hacer algún cambio? (s/n) n_

1.7.- Nivel de confianza del proyecto

El nivel de confianza se refiere a la probabilidad de que la duración real del pavimento sea al menos igual a la de proyecto. Se sugiere el empleo de un nivel de 85 por ciento, pero el método permite al usuario el empleo de cualquier nivel entre 50 y 99 por ciento. Con este dato termina la entrada de datos del proyecto por deformación permanente y se pasa al cálculo de espesores.

Para ésta revisión se utilizará un nivel de confianza del 85%.

El método permite elegir el nivel de confianza del proyecto, entre
50 y 95%. Se sugiere un nivel de confianza de 85%.
¿Quiere cambiar el nivel sugerido? (s/n) n_

Con éste dato termina la entrada de datos para la revisión estructural del pavimento

2.- Cálculo de la vida previsible por deformación permanente y por fatiga

Con los datos anteriores el programa calcula la vida previsible del pavimento por deformación permanente acumulada por el tránsito y por fatiga; en este último caso se deben calcular las deformaciones unitarias de tensión en la parte inferior de las capas asfálticas.

La vida previsible (en millones de ejes equivalentes de 8.2 t) se muestra para cada una de las capas de la sección estructural, de esta manera se puede determinar cuál es la capa crítica que define la duración del pavimento.

Una vez considerado todos los parámetros anteriores, se procedió al cálculo de la vida permisible por deformación y por fatiga, teniendo los siguientes resultados:

DATOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO						
Camino de tipo normal. Nivel de confianza en el proyecto : 85 %						
Capa	H cm	URS _z %	E kg/cm ²	U	Vida previsible	
					Def	Fatiga
Carpeta	3.0		25000	0.35		67.8
Base granular	20.0	101.0	3288	0.35	1.0	
Terracería	Semi-inf	6.0	456	0.45	0.0	
	Vida previsible					
Deformación	0.0					
Fatiga	67.8					
¿Quiere hacer otro cálculo? (s/n) _						

De los resultados anteriores se tiene que por deformación se tiene una vida previsible de 0.0 millones de ejes equivalentes y por fatiga 67.8 millones de ejes equivalentes.

Con los resultados anteriores, se compararan con los valores de ejes equivalentes calculados de acuerdo al tránsito que circula actualmente por este camino en estudio. Para la deformación permisible se comparará con el resultado a una profundidad de $z=90$ y para la fatiga se comparara con el resultado de $z=15$

AÑO	TDPA EN EL CARRIL DE DISEÑO	TASA DE CRECIMIENTO (%)	COEFICIENTE DE ACUMULACION DE TRANSITO C.A.T.	EJES EQUIVALENTES					
				Z=5	Z=15	Z=30	Z=60	Z=90	Z=120
				MILLONES DE EJES (10 ⁶)					
1	300	1	365	0.036	0.029	0.037	0.043	0.045	0.046
2	300	1	734	0.073	0.058	0.074	0.087	0.091	0.093
3	300	1	1106	0.110	0.088	0.111	0.132	0.137	0.140
4	300	1	1482	0.148	0.118	0.149	0.176	0.184	0.187
5	300	1	1862	0.185	0.148	0.187	0.221	0.231	0.235
6	300	1	2245	0.224	0.179	0.225	0.267	0.278	0.283
7	300	1	2633	0.262	0.210	0.264	0.313	0.326	0.332
8	300	1	3024	0.301	0.241	0.304	0.360	0.375	0.382
9	300	1	3420	0.341	0.272	0.343	0.407	0.424	0.432
10	300	1	3819	0.380	0.304	0.383	0.454	0.473	0.482
11	300	1	4222	0.421	0.336	0.424	0.502	0.523	0.533
12	300	1	4629	0.461	0.368	0.465	0.551	0.574	0.584
13	300	1	5040	0.502	0.401	0.506	0.600	0.625	0.636
14	300	1	5456	0.543	0.434	0.548	0.649	0.676	0.689
15	300	1	5875	0.585	0.468	0.590	0.699	0.728	0.742

Una vez hecha la comparación con los ejes equivalentes calculados de acuerdo al pronóstico del tránsito y la tasa de crecimiento obtenida, se observaron los siguientes resultados:

*** Revisión por deformación:**

Por la metodología del dispav-5 con base en los resultados de laboratorio de materiales encontrados y la composición vehicular, el método arroja un resultado de 0.0 millones de ejes equivalentes para una vida previsible por deformación; comparando este resultado con la suma de ejes equivalentes a una profundidad $z=90$, se encontró que el pavimento actual no tiene una vida previsible mayor de 15 años

Se concluye que por deformación el pavimento actual requiere refuerzo

*** Revisión por fatiga:**

Por la metodología del dispav-5 con base en los resultados de laboratorio de materiales encontrados y la composición vehicular, el método arroja un resultado de 67.8 millones de ejes equivalentes para una vida previsible por fatiga; comparando este resultado con la suma de ejes equivalentes a una profundidad $z=15$, se encontró que el pavimento actual tiene una vida previsible mayor de 15 años

Se concluye que por fatiga el pavimento actual no requiere de refuerzo

Hecho el análisis anterior, se concluye que la estructura de pavimento actual, requiere un refuerzo por fatiga. Esto es debido a la pobre estructura de pavimento actual existente en comparación con el tránsito que circula por este camino; por lo que colocar un refuerzo en las capas inferiores del pavimento sería incosteable. Por lo tanto se propone un refuerzo en el pavimento y la superficie de rodamiento para enseguida volver a comparar las vidas previsibles por deformación y fatiga

3.- Calculo de nuevas vidas previsibles por deformación permanente y por fatiga 15 años

Haciendo referencia al párrafo anterior, se realiza un tanteo en el programa dispav con una propuesta de un refuerzo en el pavimento y la superficie de rodamiento, cortando la capa de rodamiento actual y posteriormente compactar el material existente para conformar una base hidráulica de 40 cm y sobre esta la colocación de una carpeta asfáltica de 5.0 cm de espesor, elaborada en planta. Para observar si es que con este refuerzo se obtiene una vida previsible de por lo menos 15 años en deformación y fatiga.

DATOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO						
Camino de tipo normal. Nivel de confianza en el proyecto : 85 %						
Capa	H cm	URS %	E kg/cm ²	U	Vida previsible	
					Def	Fatiga
Carpeta	5.0		25000	0.35		3.4
Base granular	40.0	100.0	3265	0.35	1.9	
Terracería	Semi-inf	6.0	456	0.45	1.2	
Vida previsible						
Deformación					1.2	
Fatiga					3.4	
¿Quiere hacer otro cálculo? (s/n) _						

De los resultados anteriores se tiene que por deformación se tiene una vida previsible mayor de 1.2 millones de ejes equivalentes y por fatiga se tiene una vida previsible de 3.4 millones de ejes equivalentes.

Con los resultados anteriores, se volvió a comparar con los valores de ejes equivalentes calculados de acuerdo al tránsito que circula actualmente por este camino en estudio. Para la deformación previsible se comparara con el resultado a una profundidad de $z=90$ y para la fatiga se comparara con el resultado de $z=15$

AÑO	TDPA EN EL CARRIL DE DISEÑO	TASA DE CRECIMIENTO (%)	COEFICIENTE DE ACUMULACION DE TRANSITO C.A.T.	EJES EQUIVALENTES					
				Z=5	Z=15	Z=30	Z=60	Z=90	Z=120
				MILLONES DE EJES (10 ⁶)					
1	300	1	365	0.036	0.029	0.037	0.043	0.045	0.046
2	300	1	734	0.073	0.058	0.074	0.087	0.091	0.093
3	300	1	1106	0.110	0.088	0.111	0.132	0.137	0.140
4	300	1	1482	0.148	0.118	0.149	0.176	0.184	0.187
5	300	1	1862	0.185	0.148	0.187	0.221	0.231	0.235
6	300	1	2245	0.224	0.179	0.225	0.267	0.278	0.283
7	300	1	2633	0.262	0.210	0.264	0.313	0.326	0.332
8	300	1	3024	0.301	0.241	0.304	0.360	0.375	0.382
9	300	1	3420	0.341	0.272	0.343	0.407	0.424	0.432
10	300	1	3819	0.380	0.304	0.383	0.454	0.473	0.482
11	300	1	4222	0.421	0.336	0.424	0.502	0.523	0.533
12	300	1	4629	0.461	0.368	0.465	0.551	0.574	0.584
13	300	1	5040	0.502	0.401	0.506	0.600	0.625	0.636
14	300	1	5456	0.543	0.434	0.548	0.649	0.676	0.689
15	300	1	5875	0.585	0.468	0.590	0.699	0.728	0.742

Una vez hecha la comparación con los ejes equivalente calculados de acuerdo al pronóstico del tránsito y la tasa de crecimiento obtenida, se observaron los siguientes resultados:

*** Revisión por deformación:**

Por la metodología del dispav-5 con base en los resultados de laboratorio de materiales encontrados y la composición vehicular, el método arroja un resultado mayor de 1.2 millones de ejes equivalentes para una vida previsible por deformación; comparando este resultado con la suma de ejes equivalentes a una profundidad $z=90$, se encontró que a 15 años de una vida útil se tiene una sumatoria de 0.728 millones, inferior a los más de 1.2 millones requeridos

Se concluye que por deformación el refuerzo es adecuado

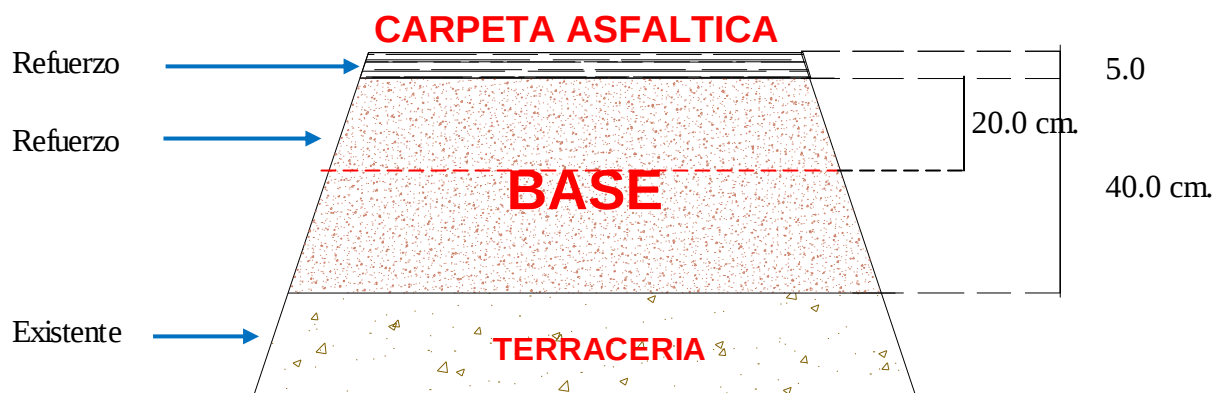
* **Revisión por fatiga:**

Por la metodología del dispav-5 con base en los resultados de laboratorio de materiales encontrados y la composición vehicular, el método arroja un resultado de 3.4 millones de ejes equivalentes para una vida previsible por fatiga; comparando este resultado con la suma de ejes equivalentes a una profundidad $z=15$, se encontró que a 15 años de una vida útil se tiene una sumatoria de 0.468 millones, inferior a los 3.4 millones requeridos

Se concluye que por fatiga, el refuerzo es adecuado

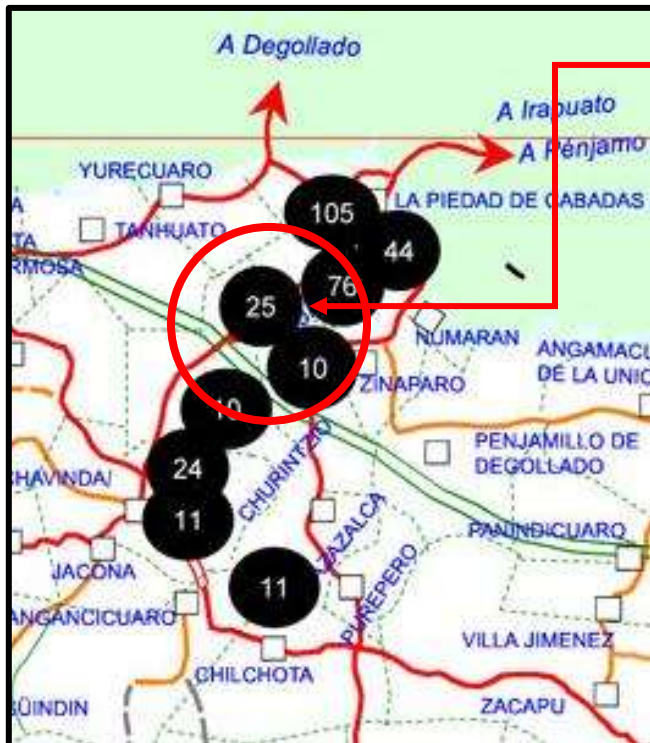
4.3.2. Análisis de Resultados

Por lo tanto, una vez hecho el análisis con un refuerzo de una base hidráulica de 40 cm y una carpeta de 5.0 cm, se concluye que con este refuerzo es suficiente para que el pavimento actual no falle por deformación permanente en 15 años y por fatiga tendría una vida previsible mayor a 15 años. Por lo cual la estructura propuesta queda de la siguiente manera:



4.4. Estudio de bancos de materiales (casos existentes)

No se requiere estudio de bancos de materiales debido a que el refuerzo solicitado de acuerdo a los análisis anteriores es una carpeta asfáltica.



Ecuandureo, Mich.

- Banco: **Ecuandureo (25)**
- Ubicación: 112+000 desv. Izq.
- Tipo de Material: Tezontle
- Tipo de propietario: Ejido
- Tratamiento: trituración total
- Usos probables: Revestimiento, Sub base, base y mezcla asfáltica en el lugar.

BOO. NUM.	NOMBRE	KILOMETRO	DESVIACION	FECHA ESTUDIO	FECHA DE ACT.	TIPO PRDP.	TIPO MATERIAL	TRATAMIENTO	VOLUMEN X 1000 m ³	ESESOR DESPALME (m)	USOS PROB.	USO EXPL.	RESTRIC. ECOLÓG.	ASPEC. ECONÓM.
-----------	--------	-----------	------------	---------------	---------------	------------	---------------	-------------	-------------------------------	---------------------	------------	-----------	------------------	----------------

CARRETERA: RINCONADA – LA PIEDAD														
0024	UCACUARO	012+500	D 00600	JUL-95	AGO-08	EJID.	TEZONTLE	TPC	0050	01.0	2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0025	ECUANDUREO	021+000	D 01500	AGO-95	AGO-08	EJID.	TEZONTLE	TPC	0050	01.0	2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0044	LA PROVIDENCIA	031+100	D 02100	OCT-95	AGO-08	EJID.	TEZONTLE	TPC	0050	01.5	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0109	PROPUESTO	015+500	D 00120	MAY-04	MAY-04	PART.	BASALTO	TTC	0050	01.5	6-8-10	SR.	NO EXISTEN	CONVE.
0113	TORCASAS	005+800	D 02000	AGO-05	AGO-05	PART.	BASALTO	TTC	0050	00.5	2-5-6-8-10	NR.	NO EXISTEN	CONVE.

NOMENCLATURA Y ABREVIATURAS UTILIZADAS:

- FECHA DE ACTUALIZACIÓN (FECHA DE ACT.)
- TIPO DE PROPIEDAD
FED.- FEDERAL
MPL.- MUNICIPAL
PART.- PARTICULAR
EJID.- EJIDAL

- TIPO DE MATERIAL
CONG.- CONGLOMERADO
VOLC.- VOLCANICO
- USO DE EXPLOSIVOS
EXPL.- EXPLOSIVOS
NR.- NO REQUIERE
SR.- SIN RESTRICCIONES

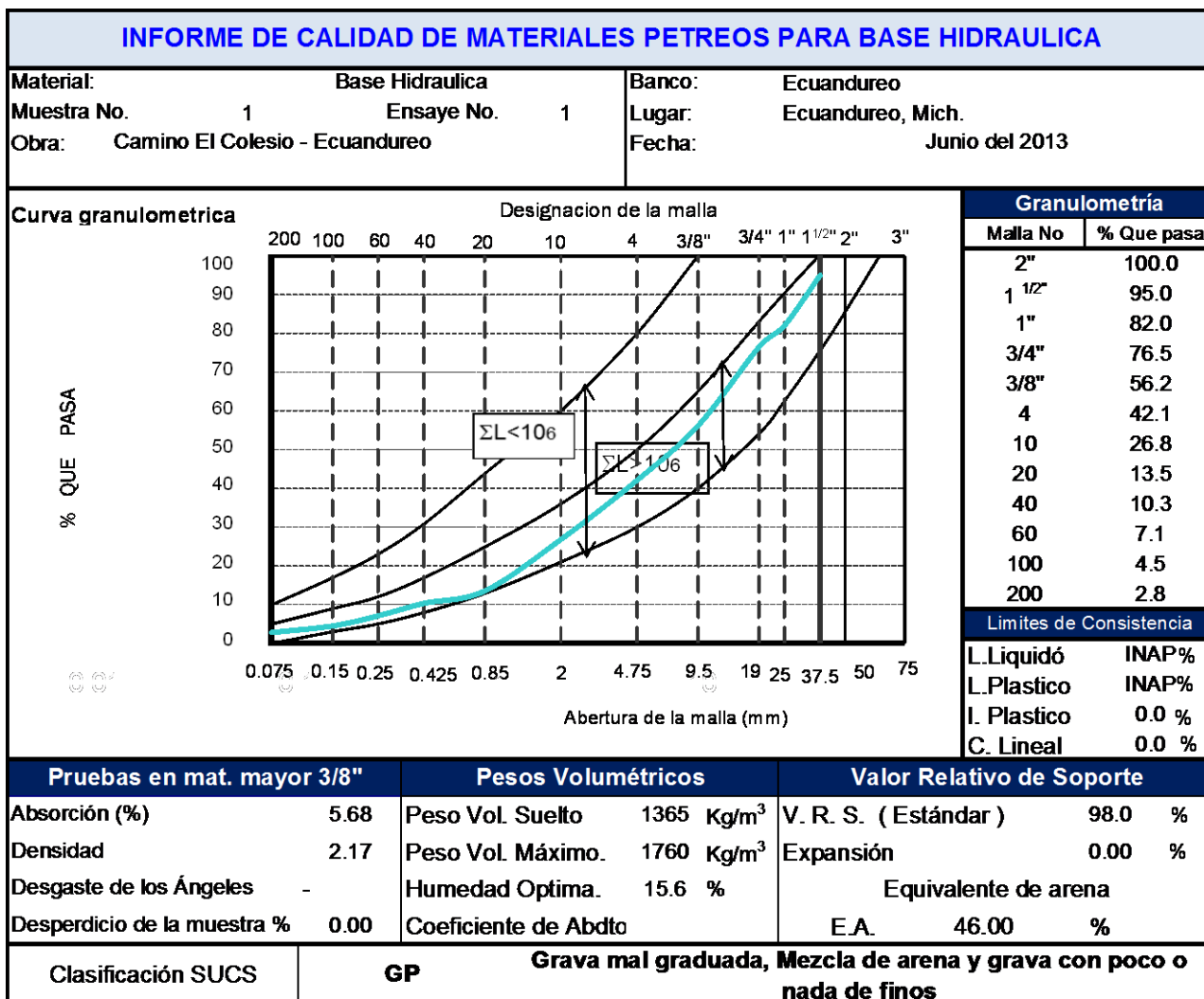
- TRATAMIENTO
NR.- NO REQUIERE
D.- DISGREGACION
C.- CRIBADO
TP.- TRITURACION PARCIAL
TT.- TRITURACION TOTAL
L.- LAVADO
TPC.- TRITURACION PARCIAL Y CRIBADO

TTC.- TRITURACION TOTAL Y CRIBADO
CL.- CRIBADO Y LAVADO
TPL.- TRITURACION PARCIAL Y LAVADO
TTL.- TRITURACION TOTAL Y LAVADO
TPCL.- TRITURACION PARCIAL CRIBADO Y LAVADO
EA.- ESTABILIZACION CON ASFALTO
ECP.- ESTABILIZACION CON CEMENTO PORTLAND

- USOS PROBABLES
1.- REVESTIMIENTO
2.- SUB-BASE
3.- SUB-BALASTO
4.- BALASTO
5.- BASE
6.- CONCRETO ASFALTICO
7.- MEZCLA ASFALTICA EN EL LUGAR

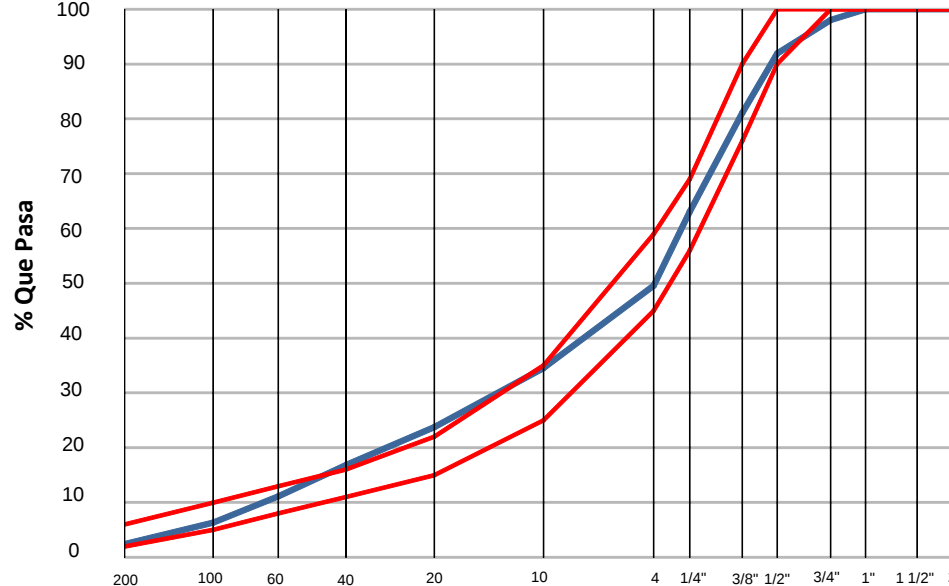
8.- SELLO
9.- MAMPUESTERIA
10.- CONCRETO HIDRAULICO
11.- ESCOLLERAS

- RESTRICCIONES ECOLÓGICAS
CONSIDER.- CONSIDERABLE
- ASPECTOS ECONÓMICOS
CONVE.- CONVENIENTE
ACEP.- ACEPTABLE
REC.- RECOMENDABLE
NO REC.- NO RECOMENDABLE



Requisitos de calidad para los materiales para bases de pavimento asfáltico (N - CMT- 4-02-002/11)

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido ^[2] , máximo	25	25
Índice plástico ^[2] , máximo	6	6
Equivalente de arena ^[2] , mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) ^[2, 3] , mínimo	80	100
Desgaste Los Angeles ^[2] , máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas ^[2] , máximo	40	35
Grado de compactación ^[2, 4] , mínimo	100	100

INFORME DE CALIDAD DE AGREGADO PARA CARPETA ASFÁLTICA										
Material : para carpeta asfaltica					Banco: Ecuandureo ubicado en carretera Rinconada - La Piedad km 21+000					
Muestra No. 1		Ensaye No. 1			Lugar: Ecuandureo, Mich.					
Obra: Camino El Colesio - Ecuandureo					Fecha de muestreo : Junio del 2013					
Pruebas del material petreo										
Peso Volumétrico Suelto: 1402 Kg/m³					Absorción: - %			Granulometría		
Densidad: -					Desgaste de los Ángeles: - %					
Curva Granulométrica 								Malla No. % Que pasa		
								2"		100.0
								1 1/2"		100.0
								1"		100.0
								3/4"		98.0
								1/2"		91.9
								3/8"		81.1
								1/4"		63.1
								Nª 4		49.6
								Nº 10		34.5
								Nº 20		23.7
								Nº 40		16.8
								Nº 60		11.1
								Nº 100		6.3
								Nº 200		2.4
								Tipo de material:		Triturada
								Forma de la partícula:		Angulosa
Características del asfalto			Pruebas en la mezcla asfaltica							
Tipo :			Humedad del agregado: - %			Grado de Compactación: - %				
Viscosidad : -			Contenido de asfalto en mezcla - %			Adherencia: Aceptable				
% DE RESIDUO 100			Cantidad de Asfalto - Lts/m³			Permeabilidad : - %				
Penetración: -			Peso Volumétrico Máximo: - Kg/m³			Tramo: tomado de banco				
Resultados del ensaye marshall										
Muestra					Norma / Especificacion					
Estabilidad (kg)					800.00					
Flujo (mm)					2.0 - 3.5					
% Vacios					3.0 - 5.0					
% V.A.M.					14.00 minimo					
% V.A.F.					65 - 75					

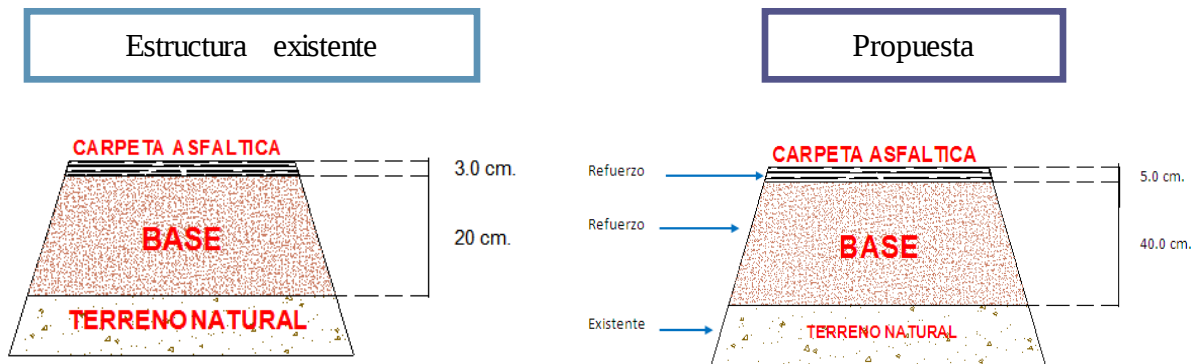
Capítulo 5. Alternativas de Conservación del Pavimento Existente.

Debido al desgaste causado a través del tiempo por el tráfico vehicular, el clima de la zona y la erosión natural de las carreteras provocado por agentes climáticos que al manifestarse en la superficie de rodamiento disminuyen el nivel óptimo de operación de la carretera. Considerando que de todos los elementos que componen un camino, la superficie de rodamiento es la que brinda la posibilidad de un tránsito económico, rápido, seguro y cómodo, en beneficio del usuario, corregir los daños con acciones de mantenimiento y con esto evitar que estos daños se agranden con sus respectivas consecuencias económicas, esta empresa propone las siguientes alternativas de conservación.

6.1. Propuesta

Actualmente el camino en estudio está compuesto por una estructura de 3 cm de espesor de carpeta asfáltica, 20 cm de base hidráulica y cuerpo de terraplén el cual no es constante en toda la longitud del tramo, se obtiene que de acuerdo a los resultados obtenidos de la revisión del mismo por el método de la UNAM. No requiere un refuerzo por fatiga en la carpeta asfáltica.

De acuerdo al ISA, a los deterioros, a la inspección vial y a los daños de la carpeta asfáltica se propone un procedimiento de conservación, esto con la finalidad de incrementar el servicio y garantizar la funcionalidad de la obra. Sin embargo por razones de grado de compactación de la capa de base hidráulica inferior al recomendado, al tipo de clima en la zona de estudio ya la falta de mantenimiento, propone lo siguiente:



6.2. Procedimiento Constructivo de la Propuesta

1. Instalación de señalamiento y dispositivos para protección en obras de conservación según **Norma N.CSV.CAR.2.05.011/01. NOM-086-SCT2-2004.**
2. Deshierbe y desazolve de las obras de drenaje.
3. Retirar toda la superficie asfaltada actualmente que se encuentre colocada sobre la capa de base hidráulica.
4. Compactar la superficie de base hidráulica descubierta al 100% de su peso volumétrico seco máximo (prueba AASHTO modificada) con una humedad cercana a la óptima.
5. Colocar una capa de base hidráulica con un espesor de 20 cm. compactados al 100% de su peso volumétrico seco máximo (prueba AASHTO modificada) con una humedad cercana a la óptima que servirá como refuerzo.

6. Posteriormente aplicar un riego de impregnación con emulsión asfáltica ECL-60 o la que recomiende el fabricante para esta actividad, la cual deberá tener un residuo asfáltico de sesenta por ciento (60%). La cantidad de emulsión aplicada será de 1.5 lts./m². Según Norma: **N-CTR-CAR-1-04-004/00.**
7. Posteriormente aplicar un riego de liga con emulsión asfáltica ECR-60 o la que recomiende el fabricante para esta actividad, la cual deberá tener un residuo asfáltico de sesenta por ciento (60%). La cantidad de emulsión aplicada será de 0.5 lts./m². Según Norma: **N-CTR-CAR-1-04-005/00.**
8. Elaborar en planta la mezcla Asfáltica en caliente con material pétreo tamaño máximo de 3/4" y cemento asfáltico tipo PG 64-22, de acuerdo a las normas y procedimiento del método Marshall del cálculo del contenido óptimo de asfalto según norma: **N-CMT-4-04/08. y N-CMT-4-05-001/06.**
9. Elaboración en planta y Colocación de la carpeta de concreto asfáltico con un espesor compacto de 5.0 cm. con asfalto PG 64-22 y material pétreo tamaño máximo 3/4", compactada al 100% de su peso Marshall, **N.CTR.CAR.1.04.006/04.y N-CMT-4-05-001/06.**
10. Reposición de marcas en el pavimento de acuerdo a la Norma, **N.CSV.CAR.2.05.001/01.**
11. Se recomienda arropar los taludes de los terraplenes a ambos lados de la carretera con producto de la excavación y desazolve.
12. Como conservación para el camino se recomienda colocar un doble riego de sello tipo 3 – E, 2 años después de esta rehabilitación.

Capítulo 6. Especificaciones generales y particulares.

➤ Base hidráulica

Se construyen en capas sucesivas de materiales seleccionados que se colocan sobre la subrasante, estas se iniciarán de acuerdo al calendario de obra, cuando la subrasante esté totalmente terminada y recibida por el laboratorio de control de calidad.

Se procederá a extender parcialmente el material acamellonado, incorporándole agua mediante riegos y mezclados sucesivos utilizando máquina Motoconformadora, hasta alcanzar homogeneidad de granulometría y humedad, a continuación se deberá extender en capas sucesivas de material cuyo espesor no deberá ser mayor a 20 cm, posteriormente se compactará hasta alcanzar el 100% de su P.V.S.M. de la prueba AASHTO modificada, para lo cual se utilizará material de banco propuesto y aceptado por la supervisión.

Esta actividad se realizará de acuerdo a lo especificado en la Norma **N-CTR-CAR-1-04-002/11** vigente. Se construirá una capa de base hidráulica de un espesor de 20 centímetros compactados al 100% del peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.) AASHTO modificada; para lo cual se recomienda utilizar material de banco, al cual se le dará el tratamiento de triturado para producir el material a tamaño máximo de 3" (76 mm) de diámetro a finos.

El material de base hidráulica deberá tener un valor soporte de 100% de la prueba CBR de California. En caso de ser necesario y previa autorización de la subdirección técnica, al material básico se le podrá agregar de 10 a 15% de cementante, para lo cual se recomienda utilizar material de los bancos propuestos para la construcción de capa subrasante, dicho porcentaje deberá considerarse como adicional al 100% del material básico, cuya incorporación de cementante ocupará los vacíos dejados por el material básico, por lo que no se incrementará el volumen.

La mezcla de los materiales se realizará, agregando posteriormente agua hasta la humedad óptima para compactar al 100% del peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.) AASHTO modificada en un espesor de 20 centímetros. El valor relativo de soporte de la base hidráulica será del 100% mínimo, de la prueba Pórtier estándar saturada.

➤ Riego de impregnación

Se realizará este proceso de acuerdo al calendario de obra. La superficie de la base terminada y ligeramente húmeda, la cual deberá barrerse con equipo mecánico y con el objeto de protegerla de pérdida de humedad, se le aplicará el riego de impregnación para lo cual se utilizará emulsión asfáltica de rompimiento medio mediante una petrolizadora, aplicando la cantidad necesaria dependiendo de la textura superficial, si es necesario se aplicará poreo con arena para protección del tránsito de construcción, esta actividad se realizará de acuerdo a lo establecido en la Norma **N·CTR·CAR·1·04·004/15** vigente.

Con el objeto de proteger la capa de base hidráulica, se aplicará un riego de impregnación con emulsión asfáltica del tipo rompimiento lento elaborado con cemento asfáltico PG 64-22, a razón de 1.8 lts/m².

Posteriormente se aplicará un poreo con arena a razón de 5 lts/m².

➤ Riego de liga

Dando continuidad a los trabajos y siguiendo los tiempos del calendario de obra, sobre la base impregnada, ligeramente húmeda y barrida con equipo mecánico para dejarla exenta de materia extraña y polvo se aplicará el riego de liga con petrolizadora, en toda la superficie que quedará cubierta con carpeta, se utilizará emulsión asfáltica de rompimiento rápido en la proporción indicada en el proyecto, se realizará poreo con carpeta asfáltica adecuadamente previo al tendido de la mezcla asfáltica. Se realizará de acuerdo a la Norma **N·CTR·CAR·1·04·005/15** vigente.

➤ Riego de sello

“Para cerrar la textura de la superficie de rodamiento”

Este procedimiento consiste en la aplicación de una cierta cantidad de ligante asfáltico, cubierto por una capa de material pétreo, con la función de impermeabilizar la carpeta, protegerla del desgaste y proporcionar una capa antideslizante. Los materiales pétreos para carpetas asfálticas por el sistema de riegos (tratamientos superficiales) y para riegos de sello, deberán satisfacer los siguientes requisitos:

La granulometría se determinará por los métodos establecidos.

La prueba de desgaste de los ángeles debe ser menor al 30%.

La prueba de intemperismo acelerado deberá tener un valor menor al 12%.

Las partículas en forma de laja o alargadas deben ser menor del 35%.

Los materiales pétreos que se empleen en la construcción de los riegos de sellos, serán clasificados con los nombres de 3A o 3E, según la tabla preestablecida. Por otro lado, los ligantes asfálticos que se empleen la construcción de riegos de sello serán de cemento asfáltico y emulsiones asfálticas de rompimiento rápido sin solventes.

La ejecución de las obras es como sigue:

Antes de aplicar el riego de sello, la superficie por tratar deberá de ser barrida, quedando libre de materias extrañas y polvo además de estar seca.

En todos los casos se deberán de considerar las condiciones reales de la carpeta por tratar, y las características del material pétreo que se empleara en el riego. se deben de hacer las pruebas sobre la carpeta para determinar las cantidades tanto de ligantes como de material pétreo por utilizarse, y estas cantidades deben de estar comprendidas entre los parámetros de la tabla:

Materiales	Agregado 3A	Agregado 3E
Ligante Asfáltico lt/m ²	0.70 a 1.0	0.8 a 1.0
Agregado pétreo lt/m ²	8 a 10	9 a 11

Para la ejecución del riego de sello, se procederá según las etapas siguientes.

1. Barrido de la superficie
2. Se procederá al riego del ligante asfáltico, de acuerdo al tipo y las cantidades fijadas en el proyecto
3. Se cubre el riego asfáltico con la capa de material pétreo que el proyecto establezca y en la cantidad previamente calculada
4. Se hace el compactado con plancha rígida o neumático autopropulsado a baja velocidad
5. Se barre y se recolecta el material pétreo excedente que no esté adherido al ligante asfáltico

Como se indica en el método propuesto por la AEMA (Agencia Europea del Medio Ambiente), cuando los materiales pétreos han sido tendidos y rastreados, si se requiere se planchan inmediatamente con un rodillo ligero únicamente para acomodar las partículas, pero hay que poner especial cuidado en no fracturar por exceso de pesadas.

A continuación se hace otro planchado empleando un compactador neumático autopropulsado con peso de 4.5 a 7.3 toneladas. El compactador deberá pasarse durante el tiempo necesario, para asegurar que se adhiera el material lo máximo posible. En el caso que se autorice la apertura el tránsito se recomienda que sea controlado la velocidad de los vehículos para evitar el desprendimiento del material.

La calidad de los materiales deberá de respetarse lo indicado en las normas SCT, que enseguida se mencionan:

Requisitos de Granulometría para material pétreo N·CMT-4·04 Requisitos de Granulometría para material pétreo N·CMT-4·04/08 vigente /08 vigente		
Malla		Denominación del material pétreo
Abertura (mm)	Designación	3-A
12.5	½"	100 %
9.5	3/8"	95 % min.
2.0	Nº8	5 % máx.
0.425	Nº 40	0

Requisitos de Granulometría para material pétreo N·CMT-4·04/08 vigente	
Prueba	Valor Norma
Desgaste de los ángeles, % máx.	30.0
Partículas alargadas, % máx.	35.0
Partículas lajeadas, % máx.	35.0
Intemperismo acelerado, % máx.	12.0
Desprendimiento por fricción, % máx.	25.0
Cubrimiento con asfalto (Método Ingles); % Mínimo	90.0

➤ Carpeta de concreto asfáltico

Se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 5.0 cms de espesor, La mezcla asfáltica se elaborará en caliente en planta con material pétreo triturado tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ " y cemento asfáltico PG 64-22, con una dosificación aproximada de 125 lts/m³ de material pétreo seco y suelto. La mezcla será elaborada en planta y en caliente y el tendido se efectuará compactándola al 95 % de su P.V.S.M, Aplicado el riego de liga y debidamente poreada la superficie, se construirá la carpeta de 5.0 cm de espesor, de concreto asfáltico elaborado en caliente y compactado como mínimo al 95% de su P.V.S.M. determinado en la Prueba Marshall. Deben cumplir a satisfacción las normas de calidad de los materiales, de la SCT.

El diseño de la mezcla asfáltica se hará con material pétreo indicado en el proyecto para presentar con oportunidad la prueba Marshall completa, que empleará en la elaboración del concreto asfáltico en caliente, el cual servirá para el control de calidad.

Se tenderá con máquina pavimentadora a una temperatura de 140 a 110° C y se compactará a temperatura entre 110 y 80° C empleando rodillo metálico tipo tándem y compactador neumático autopropulsado, se tendrá especial cuidado en el rastrillero y poreo para que la textura terminada sea la adecuada. Todas estas actividades se realizarán de acuerdo a la Norma **N-CTR-CAR-1-04-006/14** vigente.

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

Las mezclas deberán extenderse sobre superficies secas y previamente imprimadas. Sólo deberán colocarse y compactarse mezclas cuando la temperatura ambiental sea de por lo menos 10°c, sin bruma ni lluvia.

Los acarreos de la mezcla asfáltica se deberán efectuar en camiones de volteo hasta un máximo de 14m³ o transportes flow-boys cubiertos. Asimismo, no se permitirá que se almacene mezcla asfáltica en plataforma ya que esta operación ocasiona la pérdida de temperatura y que se clasifiquen los materiales de la misma, lo cual afecta la calidad de la obra.

Al término de la construcción de la carpeta, la sección transversal deberá quedar con pendientes en ambos lados de menos dos por ciento (-2%) y en las curvas debe quedar con la pendiente del proyecto original, para lograr esto el contratista deberá emplear equipo mecánico de tendido con sensores. Previamente la empresa entregará el diseño Marshall del concreto asfáltico para ser verificado por el Laboratorio de la Dependencia y deberá ser con la calidad requerida.

➤ **Diseño de la mezcla asfáltica**

Para el diseño de un pavimento asfáltico se consideran tres elementos principales:

- Tipo de agregado
 - Tipo de ligante
 - Método de construcción
-
- **Tipo de agregado. N.CMT.4.04/08 (vigente).**

El agregado pétreo contribuye a la estabilidad mecánica, soporta el peso del tráfico y al mismo tiempo transmite las cargas al terreno.

Los áridos deberán clasificarse y acopiarse separadamente en tres fracciones como mínimo: gruesa, fina y polvo mineral (filler), las que deberán cumplir ciertos requisitos dispuestos en el proyecto.

- **Tipo de ligante. N-CMT-4-05-001/06 (vigente).**

El tipo y grado de asfalto a emplear en una determinada obra dependerá del objeto de la obra, del tipo de pavimento a confeccionar, del clima imperante, de los agregados disponibles en la zona y de la intensidad del tráfico.

- **Capas estructurales**

Las capas estructurales son aquellas carpetas asfálticas que, por condiciones de mezcla y espesor, forman una estructura resistente, computable en el diseño de un pavimento flexible.

Según el método constructivo se dividen en dos grupos:

- Mezclas en planta.
- Mezclas en sitio.

Por las condiciones del diseño se recomienda emplear: **mezcla en planta**

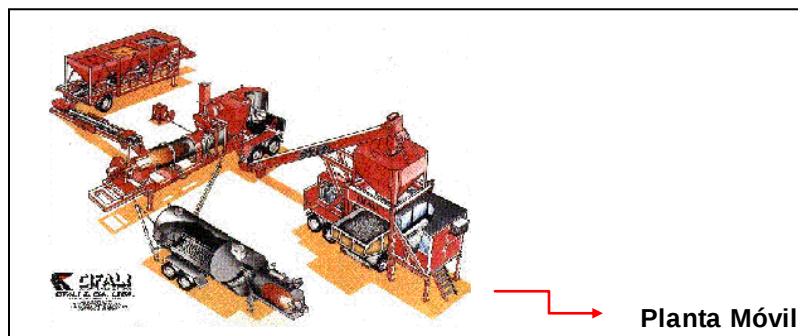
Mezcla en planta.

Mezcla en planta es la mezcla de árido y asfalto en una planta central generalmente de alto rendimiento.

Existen mezclas en planta en frío y en caliente. En las mezclas en frío se usan asfaltos líquidos, por lo cual la mezcla se efectúa sin calentar los agregados y el asfalto se calienta a una temperatura relativamente baja, solo para obtener la viscosidad necesaria de mezclado. Salvo indicación se emplearán asfaltos cortados que cumplan con lo especificado.

Las mezclas en caliente son las de mayor estabilidad de todas las mezclas asfálticas y consisten en mezclar el agregado pétreo y el cemento asfáltico a alta temperatura (135 a 165°C).

Los cementos asfálticos típicos son: GRADO PG 64-22, que deben cumplir con las especificaciones y dependiendo del proyecto deberá cumplirse lo especificado en las normas S.C.T. vigentes



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

Para la distribución de la mezcla usualmente se emplea una terminadora.

Se recomienda una terminadora para extender capas de nivelación de mezclas en caliente o en frío y eventualmente una motoniveladora. Las mezclas en frío deben extenderse y compactarse en varias capas.

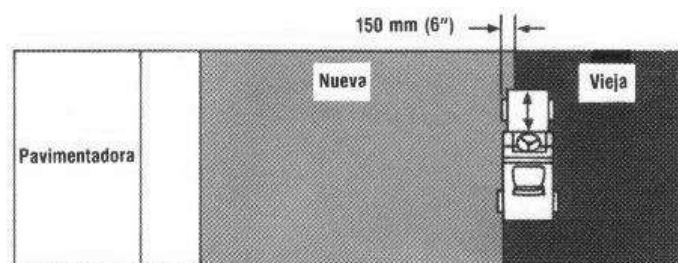
Las mezclas deberán extenderse sobre superficies secas y previamente imprimadas. Sólo deberán colocarse y compactarse mezclas cuando la temperatura ambiental sea de por lo menos 10°C, sin bruma ni lluvia.

- Compactación

Antes de iniciar la compactación la mezcla deberá esparcirse, enrasarse y perfilarse. Deberá alcanzar el nivel de densificación requerido y una textura uniforme. Para lograr estos efectos se podrá iniciar la compactación utilizando un compactador de ruedas de acero tipo tándem, para luego continuar con rodillos vibratorios y/o neumáticos.

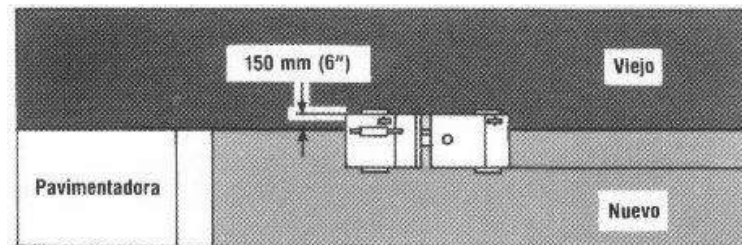
- **Compactación de las juntas:**

Juntas transversales: las juntas deben comprobarse con regla para asegurar su regularidad y alineación. En la junta debe emplearse un exceso de material, compactándola, descansando sobre la superficie previamente terminada y apoyando unos 15 cm de una rueda sobre la mezcla recién extendida.



✓ Juntas Transversales

Juntas longitudinales: las juntas longitudinales deben compactarse inmediatamente después de la extensión del material. La primera franja extendida debe tener el perfil longitudinal y transversal necesarios y tener su borde cortado verticalmente.



✓ Juntas longitudinales

Compactación inicial: la compactación inicial debe seguir inmediatamente al de las juntas longitudinales y bordes. Los rodillos deben trabajar lo más cerca de la terminadora para obtener la densidad adecuada sin causar un desplazamiento indebido.

Segunda compactación: para la segunda compactación se considera preferible los rodillos neumáticos, que deben seguir a la compactación inicial tan de cerca como sea posible y mientras la mezcla está aún a una temperatura que permita alcanzar la máxima densidad.

Compactación final: la compactación final debe realizarse con rodillos tandem de dos ruedas o tres, mientras que el material es aún suficientemente trabajable para permitir suprimir las huellas de los rodillos.

La cantidad, peso y tipo de rodillos que se empleen deberán ser el adecuado para alcanzar la compactación requerida dentro del lapso de tiempo durante el cual la mezcla es trabajable.



- Control de calidad.

Antes de proceder a la colocación de la mezcla, se deberá verificar que el clima se ajuste a lo señalado anteriormente, y que la superficie esté limpia, seca y libre de materiales extraños.

La densidad promedio de la mezcla compactada no deberá ser inferior al 96% de la densidad obtenida en el diseño.

Así como ocurre con la aplicación de mezclas en caliente, en las aplicaciones en frío es necesario llevar un control estricto en lo referido a:

- Densidad
- Espesores
- Contenido de asfalto
- Lisura
- Rugosidad
- Transporte y colocación.

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

Las mezclas deberán extenderse sobre superficies secas y previamente imprimadas. Sólo deberán colocarse y compactarse mezclas cuando la temperatura ambiental sea de por lo menos 10°C, sin bruma ni lluvia.

6.2. Calidad de materiales

Base

Las capas de sub-base y base están principalmente relacionadas con los pavimentos flexibles de superficie asfáltica, adoquinada o empedrada. Constituyen un elemento estructural muy importante.

La base es el corazón de los pavimentos flexibles.

En pavimentos flexibles, las capas de base tienen la principal función de soportar las cargas del pavimento. La base debe de tener la suficiente resistencia para recibir la carga y transmitirla a un nivel de esfuerzo adecuado a la siguiente capa, que puede ser una sub-base o una subrasante, de tal manera que no les produzca deformaciones perjudiciales.

Materiales a utilizarse en la base, actualmente podemos considerar dos clases de bases:

- a).- base granular: de grava triturada y mezcla natural de agregado y suelo.
- b).- base estabilizada: suelos con cemento portland, cal o asfalto.

En las bases granulares la estabilidad del material depende de la fricción interna y de su cohesión.

En la tabla siguiente se muestran los parámetros mecánicos que deben de cumplir los materiales a utilizarse en la formación de capa de base:

Requisitos de granulometría de los materiales para Bases de pavimentos con carpeta de mezcla asfáltica de granulometría densa **N·CMT·4-02-002/11**

Malla Porcentaje que pasa

Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^{6(1)}$	$\Sigma L > 10^{6(1)}$
75	3"	100	100
50	2"	85-100	85-100
37,5	1 1/2"	75-100	75-100
25	1"	62-100	62-90
19	3/4 "	54-100	54-83
9,5	3/8"	40-100	40-65
4,75	No.4	30-80	30-50
2,00	No.10	21-60	21-36
0,85	No.20	13-44	13-25
0,425	No.40	8-31	8-17
0,25	No.60	5-23	5-12
0,15	No.100	3-17	3-9
0,075	No.200	0-10	0-5

El tamaño máximo de las partículas no será mayor de 20% del espesor de la base.

ΣL = Numero de ejes equivalentes de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

Curva Granulométrica

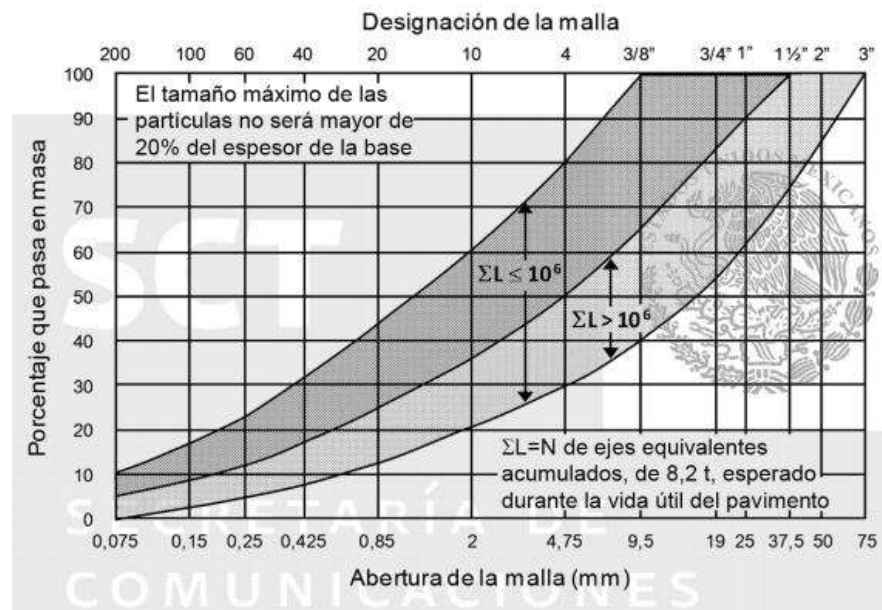


Figura 2.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de mezclas asfálticas de granulometría densa.

Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos asfálticos

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^{6(1)}$	$\Sigma L > 10^{6(1)}$
Límite Líquido ⁽²⁾ , Máximo	25	25
Índice Plástico ⁽²⁾ , Máximo	6	6
Equivalente de arena ⁽²⁾ , mínimo	40	50
Valor soporte de california (CBR) ^(2, 3) , Mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles ⁽²⁾ , Máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas ⁽²⁾ , máximo	40	35
Grado de compactación ^(2, 4) , Mínimo	100	100

ΣL = Numero de ejes equivalentes acumulados, de 8.2 ton, esperado durante la vida útil del pavimento.

Determinado mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

Con el grado de compactación indicado en esta Tabla.

Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, salvo que el proyecto o la Secretaria Indiquen otra cosa.

Emulsión➤ Emulsión asfáltica de rompimiento rápido rr-2k N-CMT-4-05-001/06

- especificaciones

genérico	rr-2k
viscosidad saybolt-furol 25 segundos	20-100
residuo por destilación en % mínimo	60%
asentamiento en 5 días, diferencia en % máximo	5%
carga partícula	positiva
ph máximo	4.0

- Pruebas al residuo de la destilación

penetración a 25 °c	100° - 250°
---------------------	-------------

➤ Emulsión asfáltica de rompimiento medio rm-2k

- Especificaciones

Genérico	rm-2k
Viscosidad saybolt-furol 25 segundos	50-500
Residuo por destilación en % mínimo	60%
Asentamiento en 5 días, diferencia en % máximo	5%
Carga partícula	positiva
Ph máximo	4.0

- Pruebas al residuo de la destilación

Penetración a 25 °c	100° - 250°
---------------------	-------------

Mezcla asfáltica

Tabla.- Requisitos de calidad para mezclas asfálticas de granulometría densa, diseñadas mediante el método Marshall. Norma **N-CMT-4-05-003/08**

Características	Numero de ejes equivalentes de diseño ΣL [1]	
	$\Sigma L \leq 10^6$	$10^6 < \Sigma L \leq 10^7$ [2]
	50	75
Estabilidad; N(lb), mínimo	5340 (1200)	8000 (1800)
Flujo; mm (10^{-2})	2 – 4 (8 – 16)	2 – 3.5 (8 – 14)
Vacíos en la mezcla asfáltica (VMC); %	3 – 5	3 – 5
Vacíos ocupados por el asfalto (VFA); %	65 – 75	65 - 75

[1] ΣL = Numero de ejes equivalentes de 8.2 t (ESAL), esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Para tránsitos mayores de 10^7 ejes equivalentes de 8.2 t, se requiere un diseño especial de la mezcla.

Tabla.- Vacíos en el agregado mineral (VAM) para mezclas asfálticas de granulometría densa, diseñadas mediante el método Marshall.

Tamaño nominal del material utilizado en la mezcla [1]		Vacíos en la mezcla asfáltica (VMC) de diseño %		
		3	4	5
mm	Designación	Vacíos en el agregado mineral (VAM) %, mínimo		
9.5	3/8"	14	15	16
12.5	1/2"	13	14	15
19	3/4"	12	13	14
25	1"	11	12	13
37.5	1 1/2"	10	11	12

[1] El tamaño nominal corresponde al indicado en la cláusula D. de la Norma N.CMT.-4-04 Materiales Pétreos para mezclas Asfálticas para el tipo y granulometría del material pétreo utilizado en la mezcla.

Tabla.- Requisitos de granulometría del material pétreo para mezclas asfálticas de granulometría densa (*únicamente para $\Sigma L \leq 10^6$*). Norma N-CMT-4-04/08

Malla		Tamaño nominal del material pétreo				
Abertura mm	Designación	Mm (in)				
		9.5 (3/8)	12.5 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	37.5 (11/2)
		Porcentaje que pasa				
50	2"	---	---	---	---	100
37.5	1 ½"	---	---	---	100	90 – 100
25	1"	---	---	100	90 – 100	76 – 90
19	¾"	---	100	90 – 100	79 – 82	66 – 83
12.5	½"	100	90 – 100	76 – 89	64 – 81	53 – 74
9.5	3/8"	90 – 100	79 – 92	67 – 82	56 – 75	47 – 68
6.3	¼"	76 – 89	66 – 81	56 – 71	47 – 65	39 – 59
4.75	Nº 4	68 – 82	59 – 74	50 – 74	42 - 58	35 – 53
2	Nº 10	48 – 64	41 – 55	36 – 46	30 – 42	26 – 38
0.85	Nº 20	33 – 49	28 – 42	25 – 35	21 – 31	19 – 28
0.425	Nº 40	23 – 37	20 – 32	18 – 27	15 – 24	13 – 21
0.25	Nº 60	17 – 29	15 – 25	13 – 21	11 – 19	9 – 16
0.15	Nº 100	12 – 21	11 – 18	9 – 16	8 – 14	6 – 12
0.075	Nº 4	7 – 10	6 – 9	5 – 8	4 – 7	3 – 6

Tabla.- Requisitos de calidad del material pétreo mezclas asfálticas de granulometría densa (*únicamente para $\Sigma L \leq 10^6$*). Norma N-CMT-4-04/08

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

Tabla.- Requisitos de granulometría del material pétreo para mezclas asfálticas de granulometría densa (*para cualquier valor de ΣL*). Norma N-CMT-4-04/08

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

Tabla.- Requisitos de calidad del material pétreo mezclas asfálticas de granulometría densa (*para cualquier valor de ΣL*). Norma N-CMT-4-04/08

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

Cemento Asfáltico

El tipo de Cemento Asfáltico que deberá de aplicarse corresponde a un tipo PG-64-22, según lo señalado en la Norma **N-CMT-4-05-004/08** de la Siguiente Tabla y Figura:

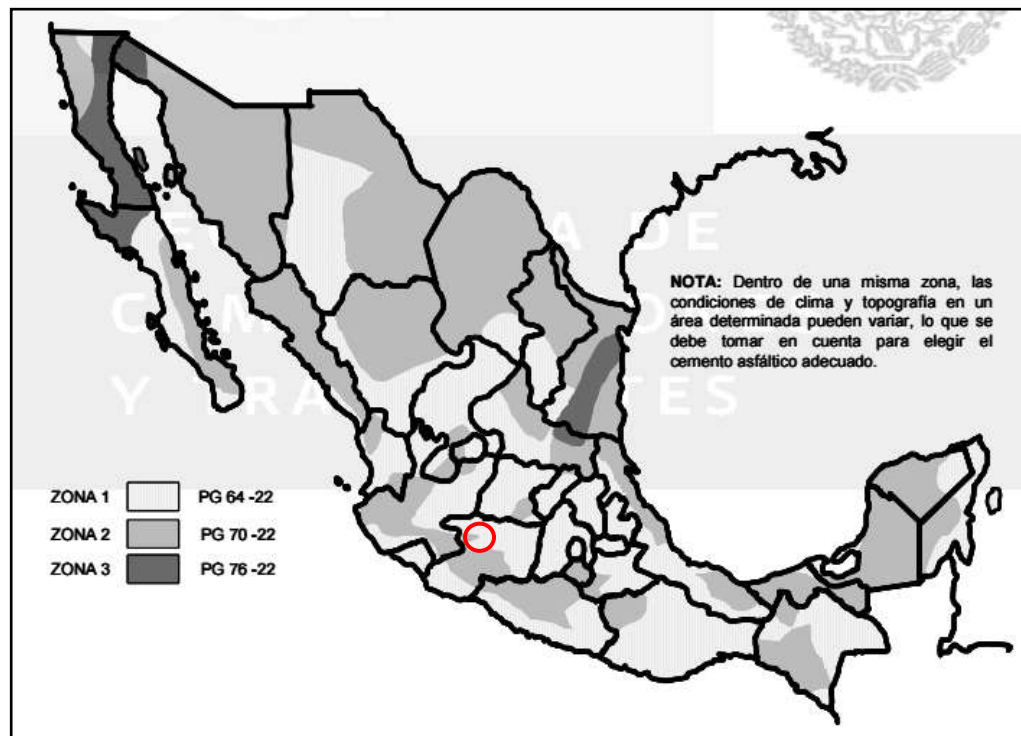


Figura 1.- Regiones geográficas para la utilización recomendable de cementos asfálticos Grado PG.

Zona de estudio: Ecuandureo, Mich. (Zona 1, PG 64-22)

Requisitos de calidad para cementos asfálticos Grado PG.

Grado de comportamiento	PG 64				PG 70				PG 76			PG 82			PG 88		
	-22	-28	-34	-40	-22	-28	-34	-40	-22	-28	-34	-22	-28	-34	-22	-28	-34
Temperatura máxima de diseño del pavimento (promedio de 7 días), °C	64				70				76			82			88		
Temperatura mínima de diseño del pavimento, °C	>-22	>-28	>-34	>-40	>-22	>-28	>-34	>-40	>-22	>-28	>-34	>-22	>-28	>-34	>-22	>-28	>-34
Asfalto original																	
Punto de inflamación Cleveland ^[1] , °C, mín.	230																
Viscosidad dinámica a 135°C ^[1] , Pa·s (P ^[2]), máximo	3																
Módulo reológico de corte dinámico (G*/sen δ) ^[1] ^[3] , kPa, mínimo	1																
• Temperatura de prueba @ 10 rad/s; °C	64				70				76			82			88		
Después de prueba de película delgada y aire de horno ^[1]																	
Pérdida por calentamiento; %, máximo	1																
Módulo reológico de corte dinámico (G*/sen δ) ^[1] , kPa, mínimo	2,2																
• Temperatura de prueba @ 10 rad/s; °C	64				70				76			82			88		
Después de envejecimiento en vasija de presión temperatura y aire																	
Temperatura de envejecimiento PAV; °C																	
• En climas normales	100				100				100			100			100		
• En climas desérticos	100				110				110			110			110		
Índice de endurecimiento físico ^[4] , máximo	Reportar																
Rigidización (G* sen δ) ^[1] , kPa, máxima	5 000																
• Temperatura de prueba @ 10 rad/s; °C	25	22	19	16	28	25	22	19	31	28	25	34	31	28	34	31	28
Rigidez de Flexión S _f (t) ^[1] ^[5] , MPa, máximo (m=0,3 min)	300																
• Temperatura de prueba @ 60 s; °C	-12	-18	-24	-30	-12	-18	-24	-30	-12	-18	-24	-12	-18	-24	-12	-18	-24

(1) Determinado mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

(2) Poises

(3) Para control de calidad de producción de asfaltos normales sin modificar, cuando sean líquido newtoniano, la viscosidad dinámica del cemento asfáltico original puede sustituir al módulo de corte dinámico G*/sen δ, a las temperaturas de prueba.

(4) El endurecimiento físico del asfalto es desarrollado de acuerdo con el número de muestras de viga, conforme a la determinación de la rigidez de flexión, mediante el Reómetro de flexión de viga BBR, excepto que las condiciones de tiempo se extiendan a 24 h y el valor *m* sea reportado únicamente para propósitos de información.

(5) Si la rigidez de flexión es menor de 300 MPa, no es necesario la prueba de tensión directa. Si la rigidez de flexión resulta entre 300 y 600 MPa, se requiere que la deformación a la ruptura en la prueba de tensión directa cumpla también con lo indicado en esta Tabla. El valor *m* requerido será satisfactorio en ambos casos.

Tabla.- Ajustes del Grado PG seleccionado por clima de acuerdo con la intensidad del tránsito esperada y con la velocidad de operación.

Intensidad del tránsito (ΣL_{10})[1]	Grado PG seleccionado por el clima	Ajuste por intensidad del tránsito	Ajuste por velocidad lenta (entre 10 y 30 km/h)	Ajuste por tránsito detenido (cruceros)
$\Sigma L_{10} < 10^6$	PG 64	PG 64	PG 70	PG 76
	PG 70	PG 70	PG 76	PG 82
	PG 76	PG 76	PG 82	PG 88
$10^6 \leq \Sigma L_{10} \leq 10^7$	PG 64	PG 70	PG 76	PG 82
	PG 70	PG 76	PG 82	PG 88
	PG 76	PG 82	PG 88	PG 88
$\Sigma L_{10} > 10^7$	PG 64	PG 76	PG 82	PG 88
	PG 70	PG 82	PG 88	PG 88
	PG 76	PG 88	PG 88	PG 88

[1] ΣL_{10} = Numero de ejes equivalentes de 8.2 t (ESAL), esperado durante un periodo de servicio del pavimento de 10 años.

Capítulo 7. Conclusiones.

Después de haber realizado los estudios correspondientes y expuestos anteriormente, se puede concluir que el tramo en estudio **El Colesio – Ecuandureo** se encuentra en condiciones desfavorables para transitar, dado a los resultados obtenidos en los estudios del Catálogo de deterioros en pavimentos flexibles de carreteras mexicanas emitido por el Instituto Mexicano del Transporte, así como el resultado del índice de servicio actual, por lo que se procedió a revisar la estructura existente; analizando los materiales extraídos de los sondeos realizados a lo largo de todo el tramo carretero para posteriormente revisar por medio del DISPAV si cumple con el esfuerzo por deformación y fatiga o requerir un refuerzo; el cual nos arrojó que requiere un refuerzo por deformación, así que se propone una nueva estructura que cumpla con dichos esfuerzos y el servicio que debe de brindar dicha vialidad

Los resultados obtenidos es que se debe reforzar la vialidad con una nueva estructura la cual consta de una capa de base de 20 cms. De espesor y una carpeta asfáltica de 5 cms de espesor.

Con esto aseguramos el objetivo de este estudio, el cual es brindar una red carretera en buen estado que proporcione comodidad y seguridad, además de que se abaten los costos de operación y de transporte.

Bibliografía

Normas del Instituto Mexicano del Transporte

correo-e: normas@imt.mx

Catálogo de deterioros en pavimentos flexible de carreteras mexicanas

Instituto Mexicano del Transporte

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Sistema de evaluación de pavimentos versión 2.0

Instituto Mexicano del Transporte

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Mecánica de suelos

Tomo 1 y tomo 2

Juárez Badillo y Rico Rodríguez

Ed. Limusa

Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil

Joseph E. Bowles

Ed. Mc Graw-Hill