



**UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ESTUDIO TÉCNICO DEL CAMINO TAHUÁCARO – LA PRESA DEL MUNICIPIO  
DE CHUCÁNDIRO MICHOCÁN, DEL KM 0+000 AL 1+000.”**

**TESIS**

PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

PRESENTA  
**EMILIO COLÍN SÁNCHEZ**

ASESOR  
**ING. ALEJANDRO PERALTA ARNAUD**

MORELIA MICHOCÁN, NOVIEMBRE DEL 2015



**Dedicatorias:****A DIOS**

Por estar presente en cada momento de mi andar y por darme la oportunidad de vivir para ver cumplir una de mis metas.

**A MIS PADRES**

Sr. Juan Colín Blancas y Sra. Tomasa Sánchez Velázquez

Con mucho amor y cariño, convertido hoy en un eterno agradecimiento por el gran esfuerzo realizado para que lograra mi más grande ilusión: educarme y ser un profesionista. Por la lucha constante a mi lado, por su herencia, por darme raíces y alas.

**A MIS HERMANOS**

Con el amor de hermano, por sus vivencias, anécdotas, anhelos compartidos y confrontaciones.

Especialmente para Horacio y Marcos, por su apoyo decidido y el esfuerzo en todo sentido para encaminarme e impulsar este proyecto de mi vida.

**A MI ESPOSA**

Rosalba

Por ser el respaldo ideal, por su comprensión y amor en cada etapa de nuestro desarrollo como seres humanos. Por ser mi compañera leal e implacable en toda batalla y circunstancia.

**A MIS HIJOS**

Juan Carlos, Ana del Rocío y Luis Fernando

Por su cariño y confianza. Son lo más importante en mi vida. ¡Los amo!

**A MIS COMPAÑEROS DE AULA**

Por su amistad.

**A MIS AMIGOS ENTRAÑABLES**

Álvaro Jaramillo Bárcenas, Elías González Merlán, J. Ascención Orihuela Bárcenas, Enrique Jacob Rocha, Carlos Alfaro Sánchez, Alejandro Betancourt Romero, Abel Morales Bermúdez, Fulgencio Vázquez, Olivia Ambrocio Cayetano y Fidel Navarro Acosta

Por aportarme momentos, proyectos, respaldo, aliento, fortaleza, unidad, retos y vivencias que construyeron y construyen mi historia. Por nuestra amistad perenne.

**Agradecimientos:**

A LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Por el Orgullo que siento de ser egresado de la Facultad de Ingeniería Civil. ¡Soy Nicolaita!

A MIS MAESTROS

Sin omitir mención alguna. Por su contribución paulatina en mi formación académica y humana.

AL M.A. WILFRIDO MARTÍNEZ MOLINA

Director de la Facultad de Ingeniería Civil

AL ING. ALEJANDRO PERALTA ARNAUD

Por su paciencia y la entrega de sus conocimientos para el desarrollo de este proyecto.

A LOS INGENIEROS CAYETANO Y FERNANDO TAVERA MONTIEL

Por ser una motivación constante, por brindarme su amistad y por su apoyo en mi desarrollo profesional.

AL LIC. FERNANDO ORIHUELA CARMONA

Compañero de mil batallas en nuestra juventud; por su ejemplo de honestidad, trabajo y unión familiar.

A LA SRA. LEONILA TAPIA MENDEZ Y AL ING. JESÚS FABIAN JAIMES TINOCO

Por su invaluable guía para la realización de ésta Tesis.

AL HONORABLE JURADO

Con todo respeto

Estudio Técnico del Camino *Tahuácaro – La Presa*, del Municipio de Chucándiro Michoacán, del km. 0+000 al 1+000.

## Contenido

<b>Introducción</b> .....	9
<b>Capítulo 1. Antecedentes</b> .....	10
1.1 Generalidades.....	11
<b>Capítulo 2. Informes Técnicos</b> .....	21
2.1. Entorno geográfico.....	22
2.2. Zonas inestables y de riesgo.....	23
2.3. Hidrología.....	23
2.4. Localización del camino de estudio.....	24
2.5. Subdrenaje.....	25
2.6. Estabilidad de taludes en cortes.....	25
2.7. Condiciones actuales del camino.....	25
2.8. Antecedentes de construcción y conservación.....	26
<b>Capítulo 3. Reconocimiento en campo</b> .....	27
3.1 Levantamiento de fallas y deterioros.....	28
3.2 Índice de servicio actual.....	36
3.3 Obras de drenaje.....	36
3.4 Señalamiento vertical y horizontal.....	41
3.5 Observaciones y Conclusiones.....	42
<b>Capítulo 4. Estudio de la estructura del pavimento</b> .....	43
4.1. Estructura del pavimento existente.....	44
4.2. Análisis del tránsito.....	46
4.3. Sondeos tipo cala en la estructura existente.....	52
4.4. Calidad de los materiales de la estructura existente.....	54
4.5. Evaluación estructural de pavimento existente.....	62
<b>Capítulo 5. Estudio de bancos de materiales (casos existentes)</b> .....	73

<b>Capítulo 6. Informe fotográfico.....</b>	<b>78</b>
<b>Capítulo 7. Alternativas de conservación del pavimento existente.....</b>	<b>84</b>
7.1. procedimiento constructivo de la propuesta .....	86
<b>Capítulo 8. Presupuesto de las propuestas.....</b>	<b>87</b>
8.1. Números generadores, Catálogo de Conceptos y Presupuesto.....	88
<b>Capítulo 9. Procedimiento constructivo y especificaciones generales.....</b>	<b>97</b>
9.1. Especificaciones particulares.....	98
<b>Capítulo 10. Conclusiones.....</b>	<b>108</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>110</b>

## Resumen

El presente trabajo que me permito presentar para obtener el Título de Ingeniero Civil, consiste en un estudio técnico para conocer y evaluar el camino de Tahuácaro – La Presa municipio de Chucándiro en el estado de Michoacán. Esto calificando 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: **camino, estudio, calidad, deterioro, pavimento.**

## Abstract

This paper which I would submit for the title of Civil Engineer, is a technical study to determine and evaluate the way Tahuácaro - La Presa Chucándiro municipality in the state of Michoacan. This current qualifying 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.

*Dictamen Técnico*  
*Camino: Tahuácaro – La presa*  
*Ubicación: Chucándiro, Michoacán*  
*Longitud: 1.5 km.*



## Introducción

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 éstas necesidades se elabora el Estudio para la evaluación y elaboración de un Dictámen Técnico del tramo **Tahuácaro – La Presa, del Km. 0+000 al 1+500**. Para esto se realizaron calas, sondeos tipo pozo a cielo abierto, obteniendo la calidad de los materiales en la estructura existente. Con los datos viales de la S.C.T. del año más reciente obtuvimos la composición vehicular y determinamos de la tasa de crecimiento, inventario de obras de drenaje, levantamiento de daños y deterioros, así como la revisión de la estructura de pavimento. La finalidad estriba en determinar los trabajos de conservación periódica y/o proponer soluciones alternas, a fin de mejorar el nivel de servicio del pavimento.

# Capítulo 1. Antecedentes

# 1. Antecedentes

## 1.1 Generalidades.

La zona en estudio se encuentra dentro de la formación geológica de la zona de Chucándiro, por lo que se prevé la presencia de material inorgánico de *baja plasticidad*, lo cual se puede observar en la siguiente exposición:

### Macro localización del sitio.



El Estado de Michoacán se localiza en la parte centro occidente de la República Mexicana, sobre la costa meridional del océano pacífico, entre los  $17^{\circ}54'34''$  y  $20^{\circ}23'37''$  de latitud norte y los  $100^{\circ}03'23''$  y  $103^{\circ}44'09''$  de longitud oeste.

El Estado de Michoacán cubre una extensión de 5,986,400 hectáreas ( $59864 \text{ km}^2$ ) que representa alrededor del 3% de la superficie total del territorio nacional, con un litoral que se extiende a lo largo de 210.5 km. sobre el Océano Pacífico.

Limita al norte con los Estados de Jalisco y Guanajuato, al noreste con Querétaro, al este con el Estado de México, al sureste y sur con Guerrero, al oeste con Colima y también con Jalisco y al suroeste con el Océano Pacífico.

Por situarse el estado de Michoacán al sur del trópico de cáncer, le corresponde la zona tropical, pero las diferencias de altura que presenta gran parte del relieve michoacano son el factor que influye más intensamente en las condiciones climáticas y así equivalen a las de la zona templada.

La configuración orográfica de la entidad se encuentra dominada por la sierra madre del sur y el eje neo volcánico transversal. La sierra madre del sur ocupa amplias porciones de los municipios de Arteaga, Tumbiscatío, Coalcomán, Apatzingán, Chinicuila y Aguililla. Esta región es tan abrupta que solamente es cruzada por dos carreteras pavimentadas. Corre paralela a la costa, dejando una pequeña llanura costera en los municipios de Coahuayana y Lázaro Cárdenas, pero en el municipio de Aquila la sierra llega hasta el litoral en numerosos lugares. Existen algunas zonas cársticas en esta sierra, pero debido al aislamiento de la región, son poco conocidas. Los principales ríos de esta región son: Nexpa, Coalcomán y Coahuayana. El eje neo volcánico transversal pasa por el norte del estado. Michoacán es el estado con mayor número de conos volcánicos, principalmente en las regiones de Zacapu y Uruapan. Asimismo, hay lagunas en cráteres volcánicos ("axalapascos") en los espinos (Zacapu) y la alberca (Morelia). Las elevaciones en esta sierra son notables, destacando los cerros El Campanario (3640 m), San Andrés (3600 m), Zirate (3340 m), Patambán (3500 m), Tancítaro (3840 m), La Nieve (3440 m). En el municipio de Uruapan, surgió en 1943 el volcán Parícutín. En el municipio de la Huacana se encuentra el volcán Jorullo, originado en el siglo XVIII. Los principales ríos de esta región son: Lerma, Duero, Cupatitzio, y Tacámbaro.

Entre las dos principales sierras del estado se encuentra una región baja y muy calurosa, la depresión del Balsas-Tepalcatepec, por la cual corren los caudalosos ríos Balsas y Tepalcatepec, los cuales reciben la aportación de innumerables ríos, como el Cutzamala, Tuzantla, Tuxpan, Purungueo, San Diego, El Marqués y Cupatitzio.

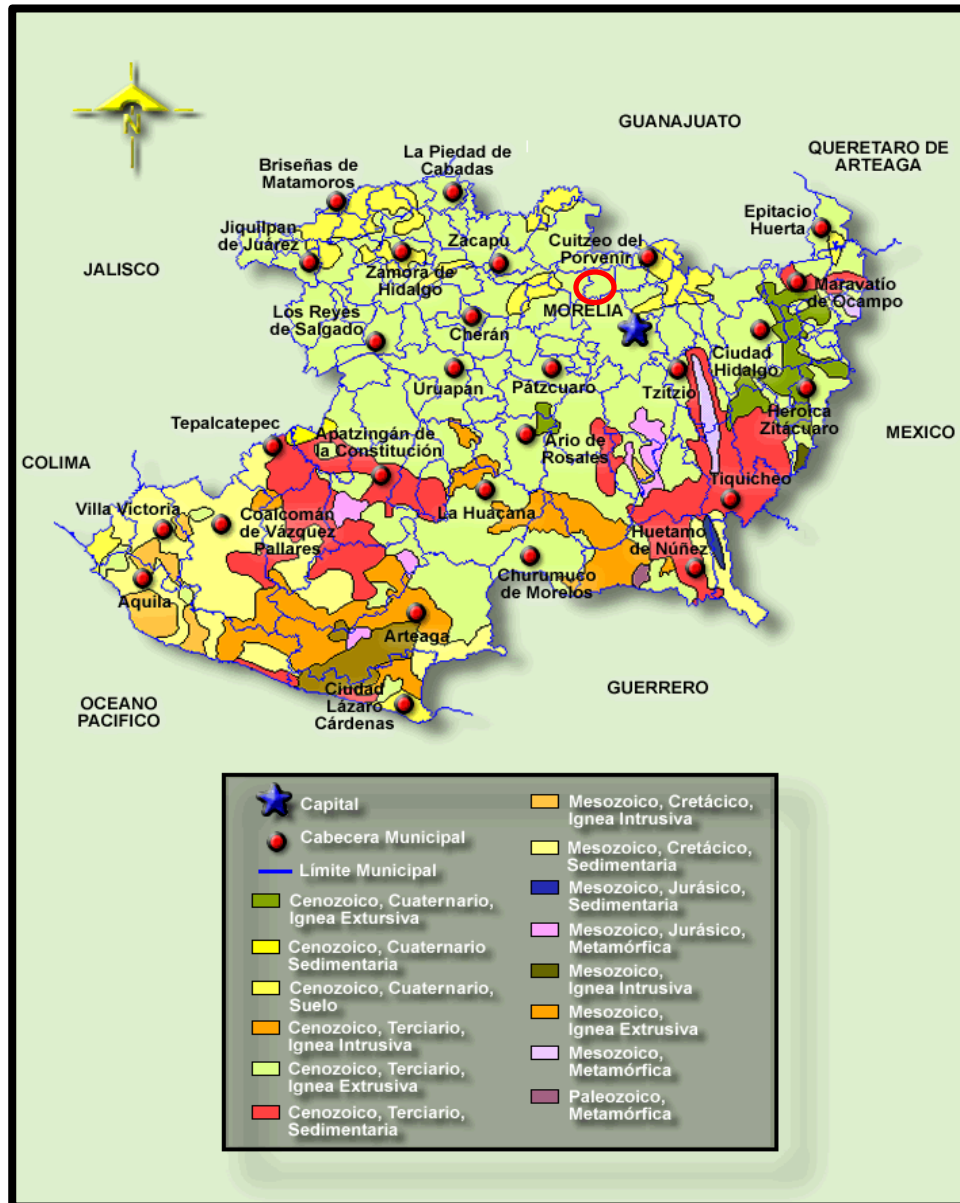
Los lagos más importantes son: Cuitzeo, Pátzcuaro, Zirahuén, Camécuaro y el Lago de Chapala. Entre las presas destacan las del Infiernillo, la Villita y Tepuxtepec.

Los climas que se distinguen en el estado son: tropical-lluvioso en el sur y suroeste; seco-estepario en la depresión del Balsas y Tepalcatepec; templado-típico en el norte de la entidad y en las áreas más altas de la sierra madre del sur; y templado-lluvioso durante todo el año en las áreas más elevadas del eje volcánico transversal.

La vegetación y la fauna son variadas y se distribuyen en cinco zonas distintivas de la entidad. La Ciénaga presenta bosques mixtos con encino, pino y fresno; encontramos animales como: paloma, codorniz, tordo, picaza, coyote, zarigüeya, zorro, tejón, mapache, zorrillo, venado, conejo, pato, armadillo, ardilla, liebre, lince y cacomixtle. En el occidente encontramos bosque de pino y encino, parota, ceiba y tepehuaje; viven ardillas, armadillos, cacomixtles, zorrillos, zarigüeyas, venados y tejones. En el oriente hay pino, oyamel, encino, cedro, aile, ziranda, ceiba, cirán y guaje; viven animales como: conejo, ardilla, comadreja, cacomixtle, zorrillo, tejón, pato, liebre, coyote, gato montés y armadillo. En la llamada tierra caliente hallamos especies vegetales como parota, tepeguaje, ceiba, cactus y tepemezquite; habitan animales como: venado, zorro, zorrillo, armadillo, conejo, coyote, águila, cuervo, gavián, codorniz, perico, picaza, boa, carpa, mojarra y tejón. En la costa crecen árboles muy diferentes: ceiba, pino, fresno, sauce, palma, chirimoya, guanábana, zapote y sabino, y se crían zorrillos, conejos, armadillos, zarigüeyas, nutrias, coyotes, patos, huilotas y torcasas, además de diversas especies de tortuga marina, mojarra, langosta, tiburón y tonina.

Se han decretado varias áreas naturales protegidas en el estado, abarcando en conjunto una superficie de más de 40.000 hectáreas, entre las que destacan los Parques Nacionales Barranca de Cupatitzio, Bosencheve, Cerro de Garnica, Insurgente José María Morelos, Lago de Camécuaro, Pico de Tancítaro y Rayón, y la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca.

Mapa geología



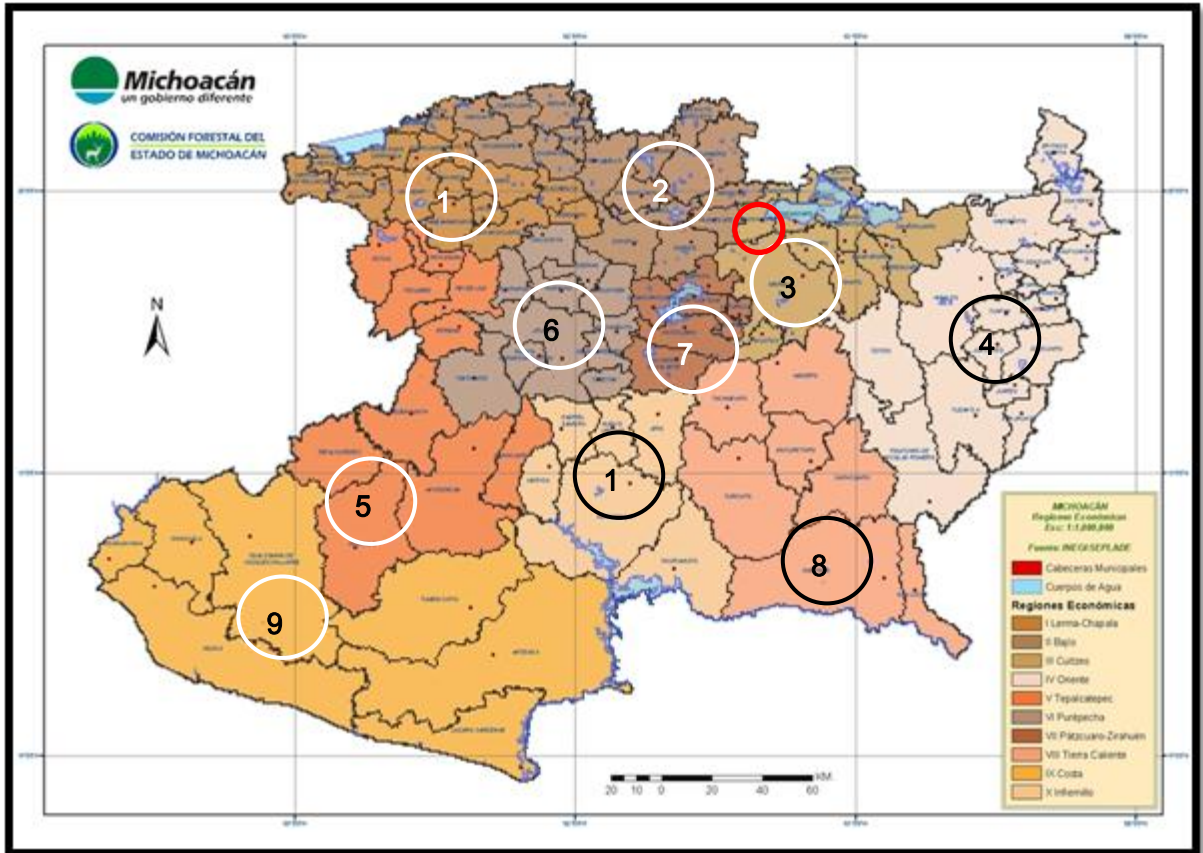
○ Zona de Estudio (Chucándiro, Michoacán)


Mapa de fisiografía



Zona de Estudio (Chucándiro, Michoacán)

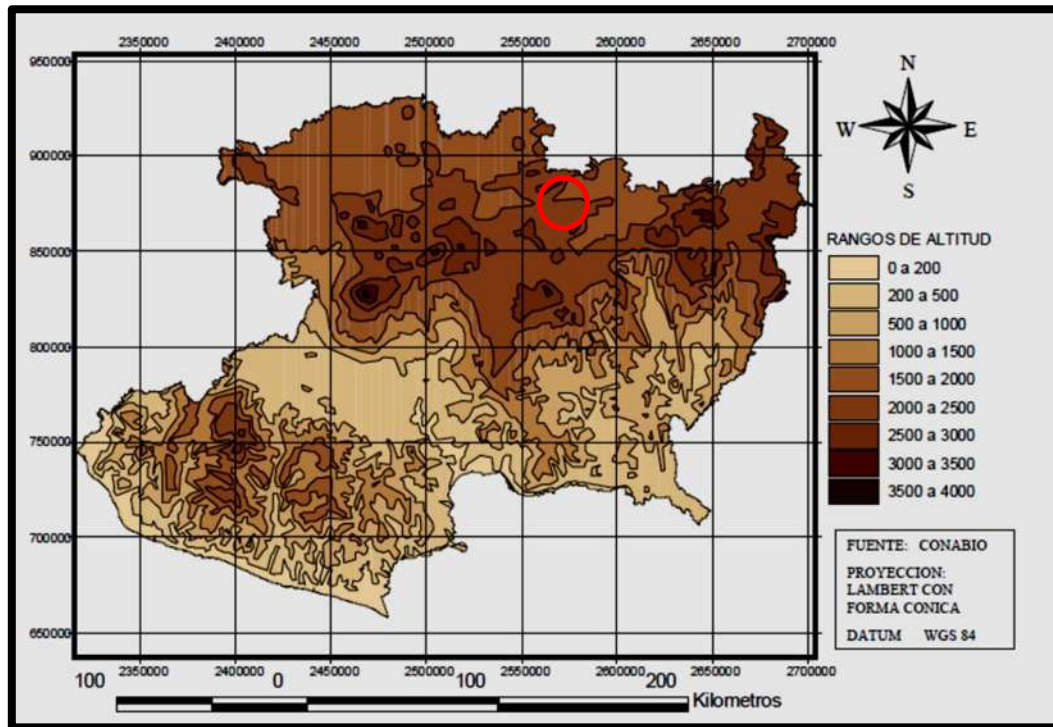
## Localización del área de estudio por regiones



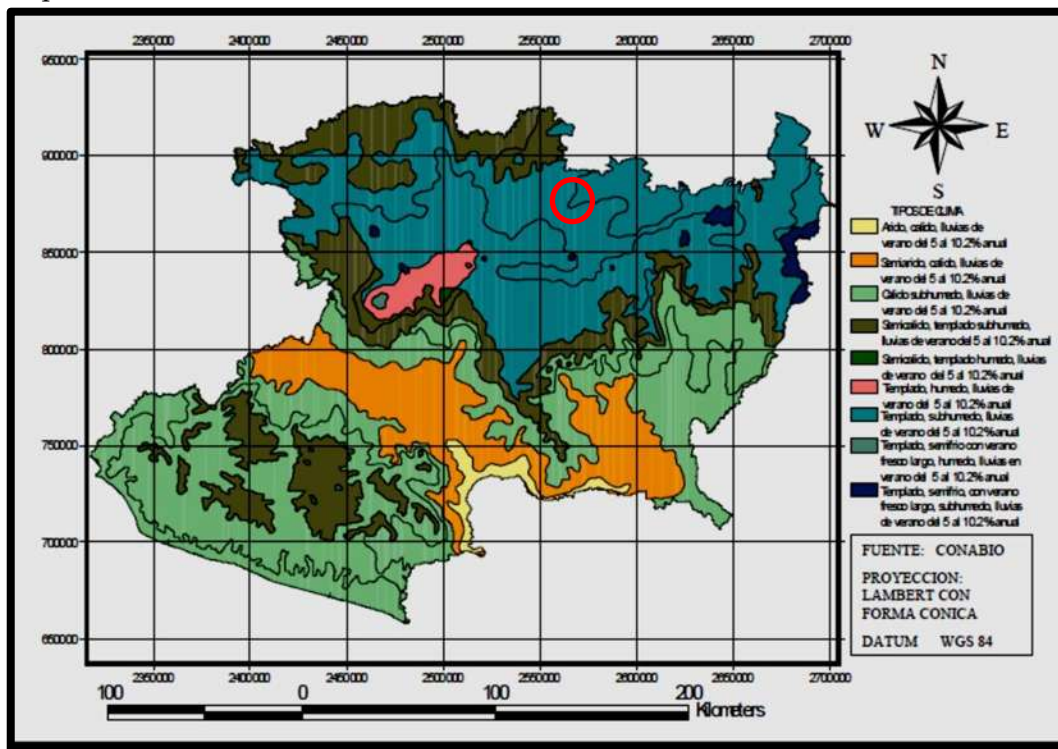
 Zona de Estudio (Chucándiro, Michoacán)


- |                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| 1. Lerma – Chapala      | 2. Bajío           |
| <b>3. Cuitzeo</b>       | 4. Oriente         |
| 5. Tepalcatepec         | 6. Purépecha       |
| 7. Pátzcuaro - Zirahuén | 8. Tierra Caliente |
| 9. Sierra Costa         | 10. Infiernillo    |

➤ Mapa de **altimetría** del Estado de Michoacán.



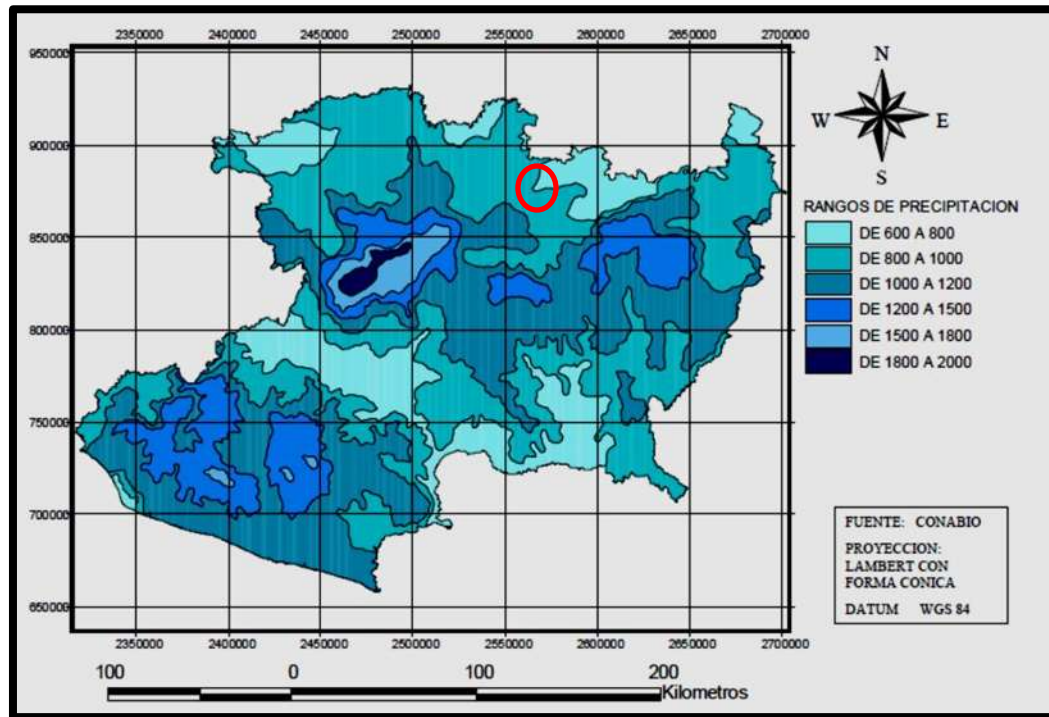
➤ Mapa de **climas** del Estado de Michoacán.



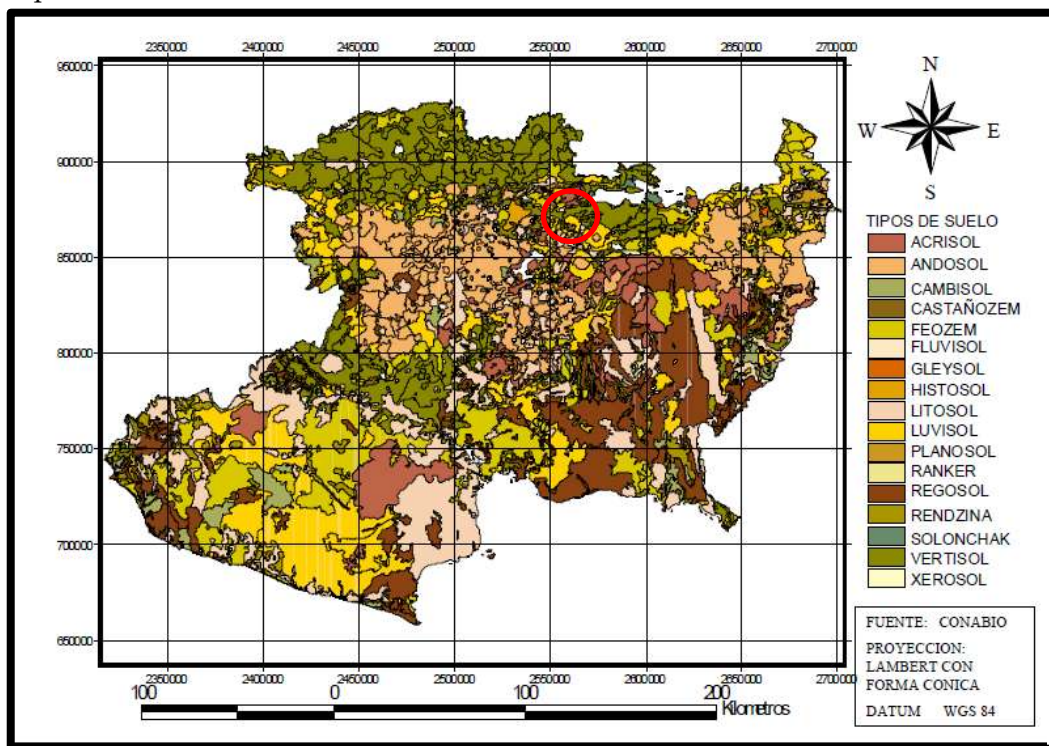
 Zona de Estudio (Chucándiro, Michoacán)



➤ Mapa de **precipitación** del Estado de Michoacán.

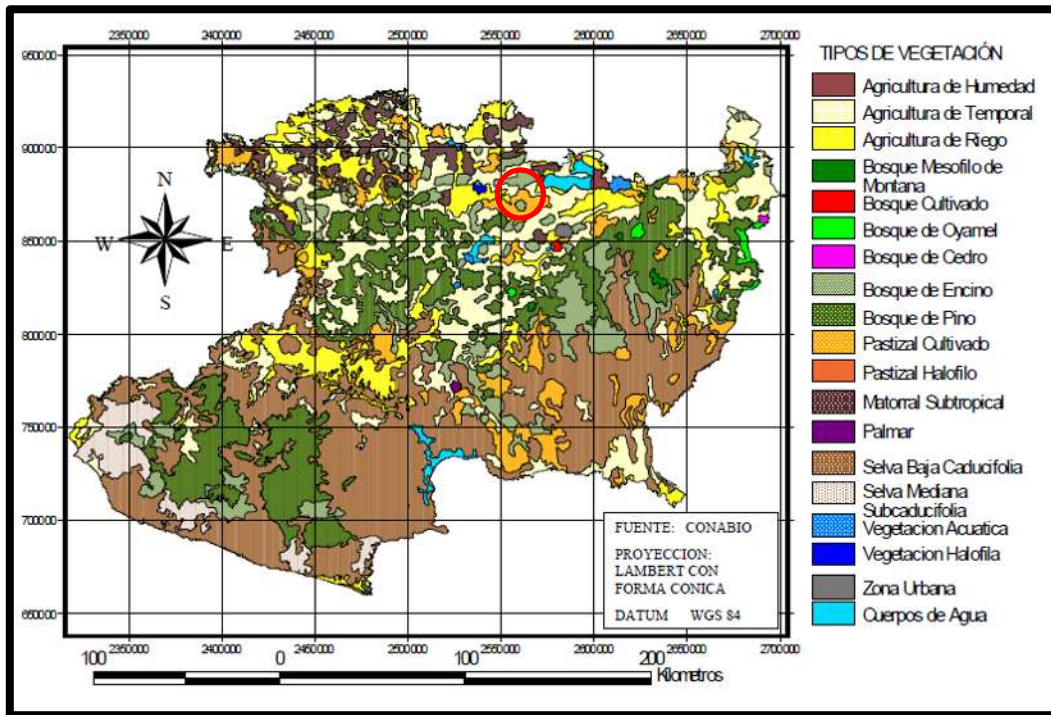


➤ Mapa de **suelos** del Estado de Michoacán.

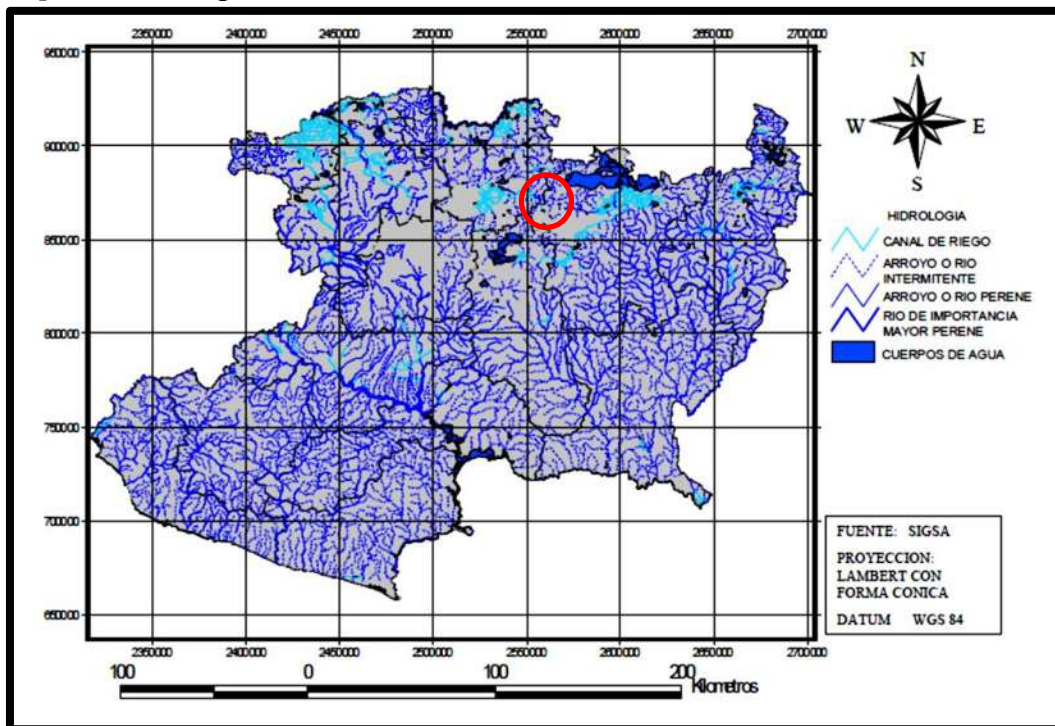


○ Zona de Estudio (Chucándiro, Michoacán)

➤ Mapa de la **vegetación** del Estado de Michoacán

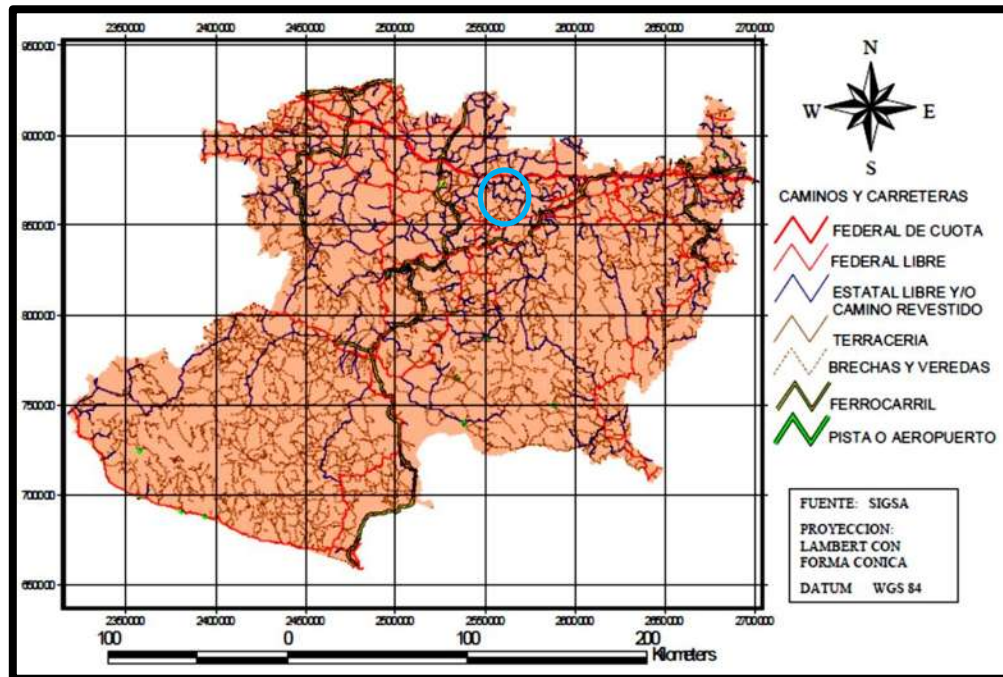


➤ Mapa de **hidrología** del Estado de Michoacán.

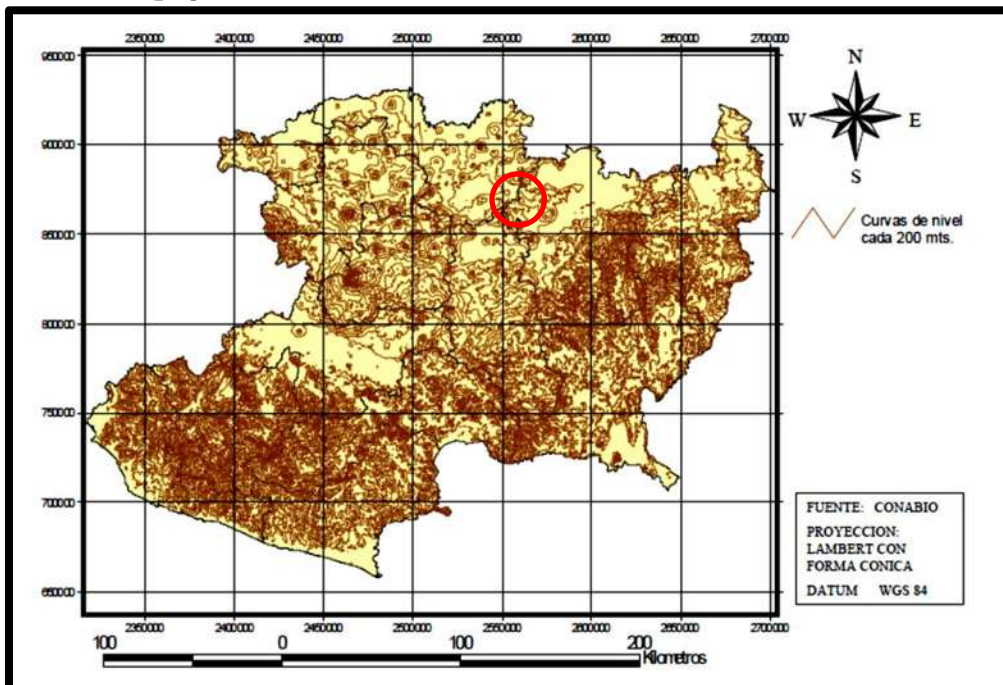


○ Zona de Estudio (Chucándiro, Michoacán)

- Mapa de las **vías de comunicación** del Estado de Michoacán.



- Mapa de la **topografía** del Estado de Michoacán.



Nota: La Topografía del camino en estudio es de tipo Lomerío.

○ Zona de Estudio (Chucándiro, Michoacán)

El relieve estructural original de la provincia del eje neo volcánico está constituido esencialmente por rocas volcánicas jóvenes (del cenozoico superior). El paisaje de ésta región conserva en su mayor parte, rasgos estructurales originales.

En Michoacán son muy importantes las *zonas lacustres*. Geológicamente están relacionadas con una serie de eventos tectónicos relativamente recientes asociados con los fenómenos volcánicos.

La energía geotérmica es uno de los recursos más importantes de ésta provincia, ya que existen numerosos focos con manifestaciones hidrotermales que reflejan una zona privilegiada en este tipo de recurso.

La sierra madre del sur presenta en esta entidad una serie de aspectos complejos desde el punto de vista geológico, estratigráfico y estructural, pues afloran secuencias que atestiguan la existencia de diversos dominios de varios niveles estratigráficos, ahora superpuestos entre sí.

Esta provincia está constituida por varios conjuntos estratigráficos con características petrológicas y estructurales que guardan entre sí relaciones complejas. En esta provincia afloran las rocas más antiguas del estado de Michoacán. Son rocas metamórficas del paleozoico superior, fechadas por métodos radiométricos.

Ésta provincia es una gran franja volcánica del cenozoico superior, que cruza transversalmente la República Mexicana a la altura del paralelo 20. Está formada por una gran variedad de rocas volcánicas que fueron emitidas a través de un número importante de aparatos volcánicos, algunos de los cuales constituyen alturas notables como el Tancítaro y el Jorullo. Por su juventud es bien conocido el Parícutín.

La composición petrográfica de las rocas que conforman esta región es muy variable.

Las rocas más antiguas identificadas en ésta provincia corresponden a una secuencia de rocas volcánicas andesíticas, sedimentarias calcáreo-arcillosas y areniscas. Algunos depósitos lacustres del plioceno-cuaternario han sido parcialmente cubiertos por derrames de rocas basálticas, producto de la actividad volcánica reciente. Estos aparecen en el área de Zacapu.

# Capítulo 2.

# Informes Técnicos

.

## 2. Informes técnicos

### ✚ Micro localización

**Denominación:** Chucándiro

**Toponimia:** Chucándiro, palabra de origen chichimeca, significa "arboledas", aunque algunos autores consideran que el nombre quiere decir "lugar de mentirosos".

### 2.1 Entorno geográfico

#### Localización

##### Medio físico

Se localiza al norte del Estado, en las coordenadas 19°54' de latitud norte y 101°20' de longitud oeste, a una altura de 1,850 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Morelos y Huandacareo, al este con Copándaro y Tarímbaro, al sur con Morelia, y al oeste con Huaniqueo. Su distancia a la capital del Estado es de 50 kms.

Extensión: Su superficie es de 192.29 kms<sup>2</sup> y representa el 0.32 por ciento de la superficie del Estado.



#### Orografía

Su relieve corresponde a la depresión del Cuitzeo, varias planicies y los cerros: la Leona, de las Ventas, de Guaguan, las Dos Cejas, el Varal, los Zapotes y el Sauz.

#### Climatología

Su clima es templado, con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,037.6 milímetros y temperaturas que oscilan de 12.8 a 25.3° centígrados.

#### Topografía

La topografía presente en la zona es de tipo lomerío principalmente.

#### Principales ecosistemas

En el municipio predomina la vegetación de pradera, con nopal, huizache y matorrales diversos. Su fauna la conforman: armadillo, mapache, ardilla, coyote, pato, charal y pez blanco.

#### Recursos naturales

La superficie forestal maderable es ocupada por pino y encino; en el caso de la no maderable, por arbustos de distintas especies.

### Características y uso de suelo

Los suelos del municipio datan de los periodos cenozoico, cuaternario y terciario; corresponden principalmente a los del tipo chernozem. Su uso es primordialmente ganadero y agrícola y en menor proporción forestal.

### Principales localidades

**Chucándiro.** Es cabecera municipal, su principal actividad económica es la agricultura. Está ubicada a 50 kms. de la capital del Estado. Su población es de 2,023 habitantes.

**El Salitre.** Su principal actividad económica es la agricultura. Se ubica a 7.5 kms. De la cabecera municipal. Su población es de 2,023 habitantes.

**Cruces de Barreras.** La agricultura es su principal actividad económica. Se encuentra a 10 kms. de la cabecera municipal. Su población es de 736 habitantes.

**San Sebastián.** Su actividad económica preponderante es la agricultura. Está a 1.8 kms. de la cabecera municipal. Tiene 696 habitantes.

**Urundaneo.** Su principal actividad económica es la agricultura. Se localiza a 12 kms. de la cabecera municipal. Su población es de 549 habitantes.

## 2.2 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.

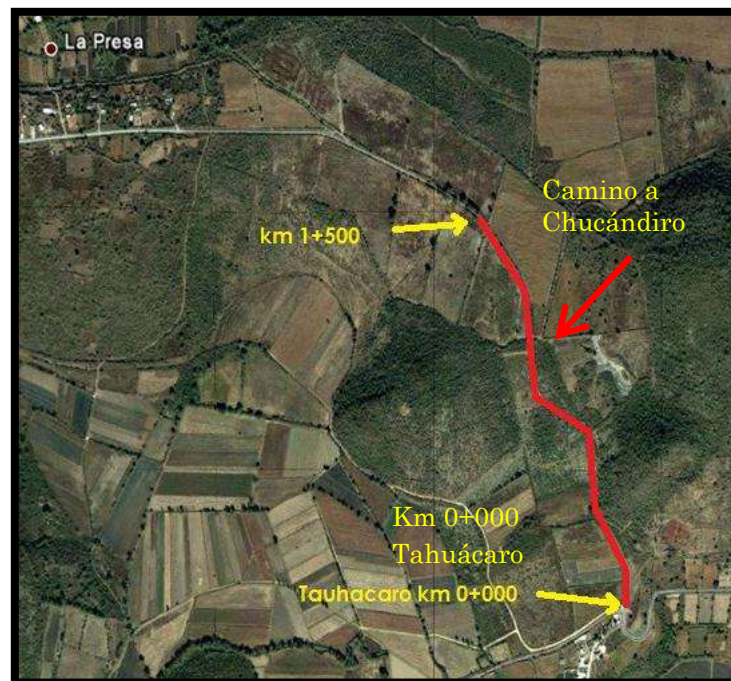
## 2.3 Hidrología

Su hidrografía se constituye por el río Chucándiro, el arroyo de las Arenas y el de la Presa de Undameo; así como manantiales de agua fría y termal.

## 2.4 Localización del camino de estudio.



**Foto 1.** Se muestra la ubicación del tramo carretero de 1.5 km que está entre Tahuácaro – La Presa y sus distintas localidades del municipio de Chucándiro, Mich.



**Foto 2.** Vista del camino en estudio de inicio de Tahuácaro 0+000 a fin de La Presa 1+500.



## 2.5 Subdrenaje

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

## 2.6 Estabilidad de taludes en cortes.

En el tramo en estudio actualmente no se presentan problemas de erosión en los cortes del mismo, además los cortes no presentan una altura mayor de 5 cms. por lo que no se requiere intervención.

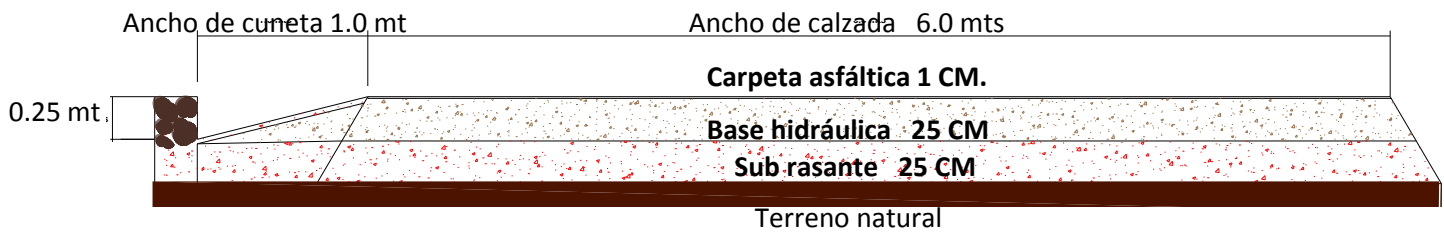


**Foto 3.** Vista del corte más crítico del tramo carretero con un encadenamiento de 0+350.

## 2.7 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. La estructura de pavimento está conformada por una carpeta asfáltica de 1 cm de espesor en promedio, base hidráulica de 25 cm en promedio, subrasante de 25 cm en promedio y cuerpo de terraplén que no es constante en todo el tramo.

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



- Sección tipo del camino con geometría.  
La cuneta se presenta solo en uno de los lados como se mencionará en el capítulo 3.3 Obras de drenaje.

## 2.8 Antecedentes de construcción y conservación

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

# Capítulo 3.

# Reconocimiento en Campo

### 3. Reconocimiento en campo

#### 3.1 Levantamiento de fallas y deterioros

El levantamiento de fallas y deterioros se llevó a cabo haciendo un recorrido a pie 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	Más del 80%.


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 moderado a severo agrietamiento longitudinal y mapeo en la rodera y al centro del carril, en ciertos tramos se observaron baches sin tapar, esto debido al desprendimiento de la carpeta.


Los datos del levantamiento de fallas y deterioros se presentan a continuación.

Se presenta 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.

CATALOGO DE DETERIOROS	
<b>Deterioro</b>	<b>Deterioros de la superficie</b> <b>Desprendimientos</b> <b>Perdida de capa de rodadura (peladura)</b>
<b>Descripcion</b>	Desprendimiento de la ultima capa delgada, de tratamientos superficiales:  Microcarpeta (1 a 2 cm)
<b>Imagen o aspecto superficial</b>	
<b>Evaluacion</b>	Proporcion del area afectada respecto al area total en tramos de 100 m. por banda de circulacion.  30% < Fuerte
<b>Frontera y tipo de intervencion</b>	<b>Fuerte:</b> <b>Nuevo tratamiento superficial en mantenimiento periodico. Generalmente se requiere un doble tratamiento.</b>
<b>Causas comunes</b>	Limpieza insuficiente previas al tratamiento superficial Esparcido heterogeneo del ligante (asfalto) Ligante inadecuado. Dosificacion arido (petreo) - ligante (asfalto) inadecuada Colocacion con lluvia o exceso de agua en la capa de apoyo, que produce delaminacion. Compactacion deficiente (si procede) Fraguado incompleto despues de apertura al transito. Envejecimiento del ligante (asfalto)

<b>CATALOGO DE DETERIOROS</b>	
<b>Deterioro</b>	<b>Deterioros de la superficie</b> <b>Agrietamientos</b> <b>Grietas longitudinales</b>
<b>Descripcion</b>	Grieta longitudinal senciblemente paralela al eje de la carretera, con abertura mayor de 3 mm.
<b>Imagen o aspecto superficial</b>	
<b>Evaluacion</b>	Longitud de las grietas en tramos de 100 m. respecto a la longitud del tramo.  100 < Fuerte
<b>Frontera y tipo de intervencion</b>	<b>En cualquier nivel, reparar las grietas en mantenimiento rutinario, calafateandola.</b>
<b>Causas comunes</b>	Juntas longitudinales de construccion inadecuadamente trabajadas. Gradiente termico superior a los 30° C. Uso de ligantes (asfaltos) muy duros. Ligantes (asfaltos) envejecidos. Colocacion con lluvia o exceso de agua en la capa de apoyo, que produce delaminacion.

CATALOGO DE DETERIOROS	
<b>Deterioro</b>	Deterioros de la superficie Agrietamientos Grietas longitudinales
<b>Descripcion</b>	Grieta longitudinal senciblemente paralela al eje de la carretera, con abertura mayor de 3 mm.
<b>Imagen o aspecto superficial</b>	
<b>Evaluacion</b>	Longitud de las grietas en tramos de 100 m. respecto a la longitud del tramo. 20% < Medio < 100%
<b>Frontera y tipo de intervencion</b>	En cualquier nivel, reparar las grietas en mantenimiento rutinario, calafateandola.
<b>Causas comunes</b>	<p>Juntas longitudinales de construccion inadecuadamente trabajadas.</p> <p>Gradiente termico superior a los 30° C.</p> <p>Uso de ligantes (asfaltos) muy duros.</p> <p>Ligantes (asfaltos) envejecidos.</p> <p>Colocacion con lluvia o exceso de agua en la capa de apoyo, que produce delaminacion.</p>

CATALOGO DE DETERIOROS	
<b>Deterioro</b>	Deterioros de la superficie Agrietamientos Fisuras solas o en reticula (malla)
<b>Descripcion</b>	Rodadura longitudinal o transversal, con abertura menor que 3 mm. Y separacion mayor que 15 cm.
<b>Imagen o aspecto superficial</b>	
<b>Evaluacion</b>	Relacion del area rectangular, de ancho igual a 0.5 m. y largo igual a la longitud de cada fisura, respecto al area total en tramos de 100 m. 50% < FUERTE
<b>Frontera y tipo de intervencion</b>	<b>FUERTE</b> Recapeado (rencarpetado) con nueva capa de rodadura con espesor > 5 cm.
<b>Causas comunes</b>	Uso de ligantes (asfálticos) muy duros. Reflejo de fisuras en bases estabilizadas.



Carretera: **Camino Tahuácaro - La Presa**Tramo: **km 0+000 al 1+000**Ubicación: **Chucándiro, Michoacan**

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
<i>Calificacion de los daños con la siguiente escala</i>																
		<i>1) Muy ligeros</i>			<i>2) Ligeros</i>			<i>3) Moderados</i>			<i>4) Severos</i>			<i>5) Muy severos</i>		
Textura	Perdida del agregado grueso			1					5					5		
	Perdida del agregado fino			1					1					5		
	Exudacion de asfalto															
	Pulimento de agregados															
	Desprendimiento de carpeta			1					5					5		
Deformacion	Transversales															
	Por inestabilidad															
	Rodera (*)				1					5					5	
	Indicar la magnitud de la profundidad de la rodera, en cm.															
Agrietamiento	Longitudinal				5					5					4	
	Transversal															
	De mapa	En la rodera			5					4				4		
		Al centro del carril			4					4				5		
		En bordes del pavimento			4					5				5		
	Piel de cocodrilo	En la rodera	5							5				5		
		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				4			
	Baches tapados															
<i>Calificacion de la calidad del mantenimiento</i>																
		<i>1) Bueno</i>			<i>2) Regular</i>			<i>3) Malo</i>								
Mantenimiento realizado	Bacheo superficial															
	Bacheo profundo															
	Tratamiento superficial															
	Renivelacion															
	Sobrecarpeta															
	Carpeta reciclada															



Se muestra el tipo de deterioro ubicado en el km 0+600 a 0+610 del camino de estudio conocido como grieta longitudinal.



Se muestra el tipo de deterioro ubicado en el km 0+750 del camino de estudio conocido como grieta longitudinal y también se presenta desprendimiento al centro del tramo carretero con deterioros muy severos.



En general este tipo de deterioro se presenta parcialmente a lo largo del camino, como grietas longitudinales y desprendimientos de carpeta muy severos.



### 3.2 índice de servicio actual

Calificacion ISA actual:					
Kilometro		Observaciones No.			Promedio
De	a	1	2	3	
0+000	0+500	2	2	2	2.00
0+500	1+000	1	2	2	1.67
1+000	1+500	2	2	2	2.00
<b>Calificacion promedio total</b>					<b>1.89</b>

La calificación obtenida se puede considerar “malo” basándonos 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 cortes y 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 estructurales, sin embargo presentan azolves por falta de mantenimiento.

A continuación se presentan las obras de drenaje donde se describe el estado físico de cada una de éstas.

Al inicio del camino en el km 0+000 se presenta una obra de drenaje (cuneta) pero únicamente del lado izquierdo hasta el km 0+300 aprox., el estado en que se encuentra es aceptable solo contiene un poco de maleza tal como se muestra en las siguientes fotografías.



Al inicio del camino 0+000 a 0+300 aprox. se presenta cuneta de lado izquierdo del camino con un poco de azolve.



Se observa el estado actual de la cuneta en el km 0+050 lado izquierdo del camino con un poco de azolve.

Posteriormente se encuentra otra obra de drenaje (Alcantarilla) en el inicio del camino en el km. 0+030 en estado inadecuado ya que como se observa en la fotografía siguiente esta azolvado por maleza y basura a falta de mantenimiento.



En el Km 0+030 se presenta una alcantarilla en estado azolvado con maleza y basura.

Se encontró cuneta en el km 0+500 del lado derecho, con una longitud de 300 mts pasando el acceso al tiradero municipal y en el cual se presenta cuneta en ambos lados. Ésta con las mismas dimensiones y en condiciones más adecuadas como se muestra a continuación.



Se observa la condición actual de la cuneta en el km 0+500.

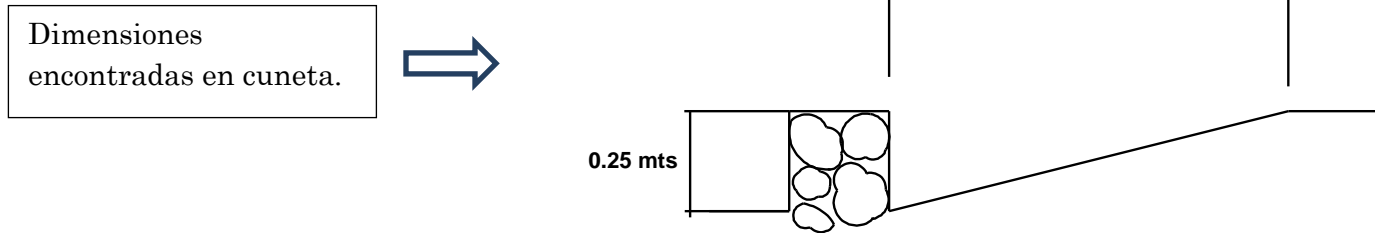


Condición actual de la cuneta de lado derecho en el km 1+500.

Como se mencionó se tomaron las dimensiones de la cuneta las cuales se muestran a continuación.



En éstas imágenes se muestran las dimensiones de la cuneta con un ancho de 1.00 mts. y un peralte de 0.25 mts.



Al final del camino se encuentran otras obras de drenaje como son cuneta y alcantarilla, la cuneta se encuentra en el lado izquierdo a partir del km 1+200 en condición de azolvamiento con material orgánico como se muestra en las siguientes fotografías.



Se observa la condición de azolve en la cuneta ubicada en el km 1+200 lado izquierdo.



Se muestra una cuneta del lado izquierdo del camino de *Tahuácaro - La presa* muy azolvada con maleza en el km 1+220.

En el km 1+300 se localiza la alcantarilla antes mencionada en las mismas condiciones que la cuneta en estado de azolvamiento, esto con material orgánico.



Se observa la alcantarilla ubicada en el km 1+300 en estado de azolve franja derecha.



Obra de drenaje tipo alcantarilla ubicada en el km 1+300 franja izquierda, en estado de azolve.



Alcantarilla km 1+300 con maleza y basura.

Vista a la obra de drenaje tipo alcantarilla ubicada en el km 1+300 es estado de azolve.

**Inventario de obras de drenaje menor**

No.	Ubicación	tipo de obra	% de azolve	Dimensiones	estado fisico	Vol de azolve (m3)	area de deshierbe	observaciones
1	0+030	losa de concreto	90	1.20 x 0.70	azolve	4.72		Desazolve
2	1+300	losa de concreto	90	1.20 x 0.70	azolve	4.5		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 como se observa a continuación.



Se observa que el camino no cuenta con ningún tipo de señalamiento vertical.

En cuanto al señalamiento horizontal es visible en su mayoría, pero se encuentran tramos donde es poca la visibilidad; solo al inicio del camino se carece de este tipo de señalamientos como se observa en las siguientes fotografías.



Se observa la poca visibilidad del señalamiento horizontal en el km 0+490.



Vista en el km 0+450 del señalamiento horizontal existente.

### 3.5 Observaciones y conclusiones

De acuerdo al levantamiento de fallas y deterioros se puede decir que la estructura de pavimento actual presenta ***Fallas por Intemperismo***, lo cual se refleja en la calificación que tiene el camino de acuerdo a los estudios de campo realizados. Además de que el sello se encuentra fatigado debido al envejecimiento del concreto asfáltico y la oxidación de éste por los agentes atmosféricos. Lo anterior debido a su natural deterioro en cuanto a su conservación.

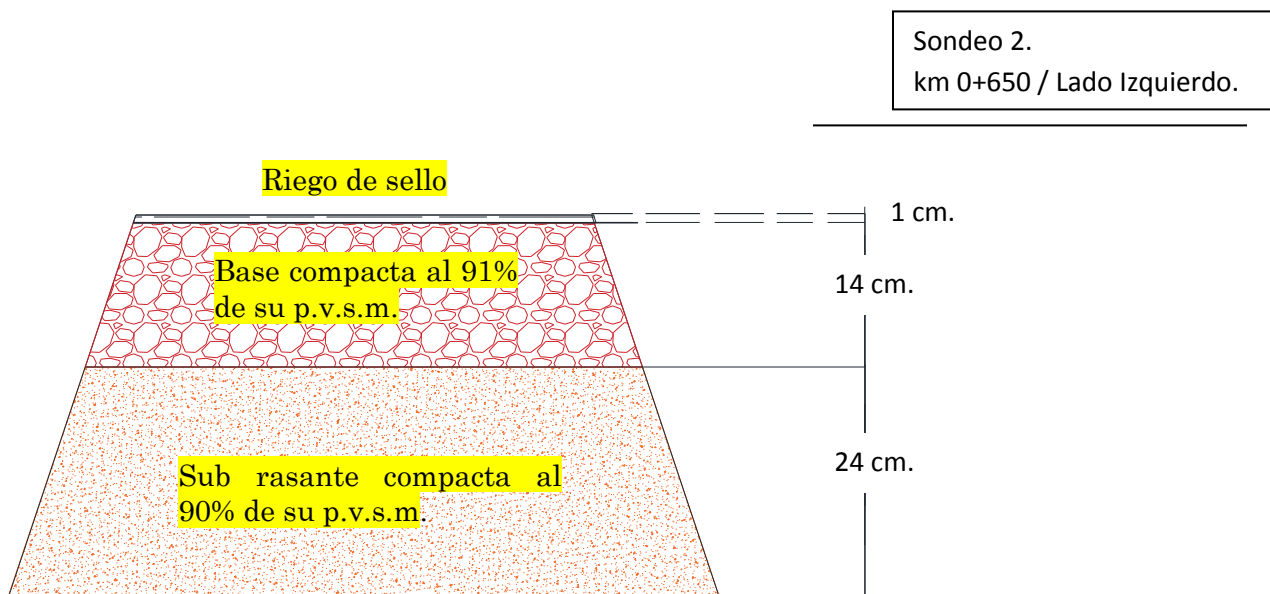
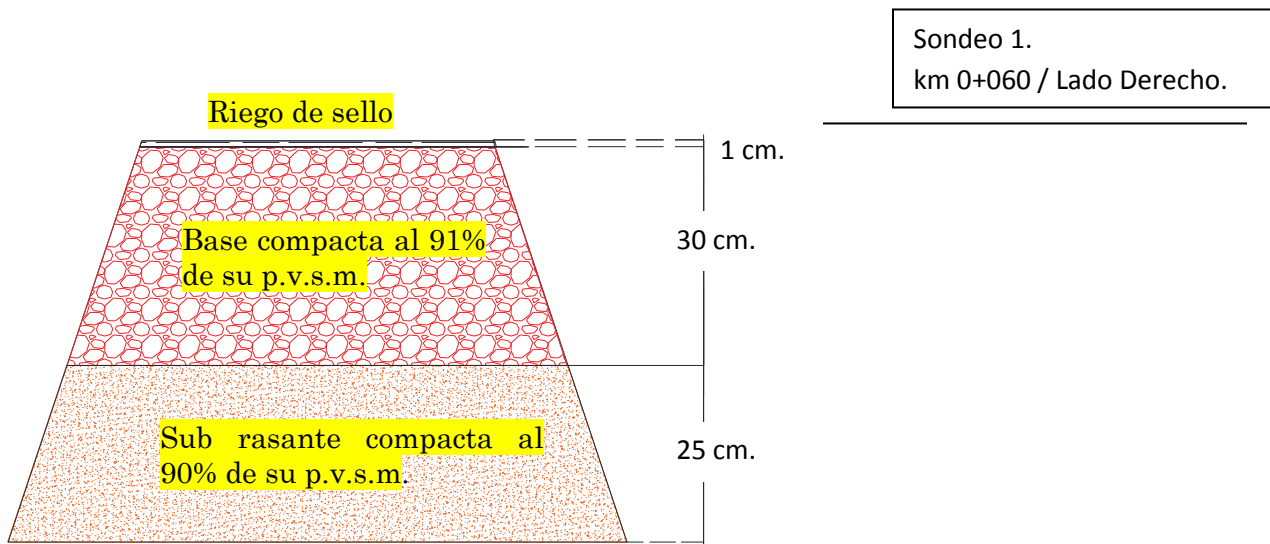
El camino se muestra en un estado **Malo** con una calificación promedio de **1.89** basándonos en el ISA actual. En deterioros presentados como: pérdida de capa de rodadura tiene un porcentaje de **30%< Fuerte**, Grietas longitudinales **100%< Fuerte**, Fisuras solas o en retícula (malla) **50%< Fuerte**.

# Capítulo 4.

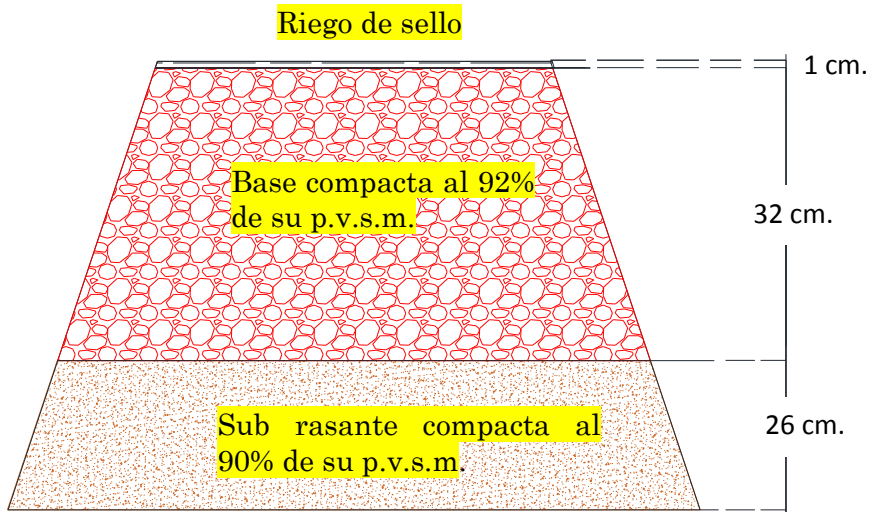
## Estudio de la estructura del pavimento.

## 4. Estudio de la estructura del pavimento

### 4.1 Estructura del pavimento existente



Sondeo 3  
km 1+320 / Lado Derecho.



## 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 a año 2012 que edita la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.); para esto se tomaron los datos que corresponden en campo a la Estación Huaniqueo de la carretera Comanja – Huaniqueo.

De lo anterior, se obtuvo un TDPA para el año 2012 de 1,639 vehículos en ambos sentidos, con la siguiente composición vehicular:

Porcentaje	
A	84.7
B	3.0
C2	9.8
C3	0.6
T3S2	1.8
T3S3	0.1
T3S2R4	0.0
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 9.34%.

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

MICHOACÁN

25 CARR. Apaxtepecán - Ajajilla  
LUGAR

CLAVE 16561 RUTA MICHI AÑO 2011

ESTACION	CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO			COORDENADAS																				
	M	A	B	L	L	D																		
0+00	3	0	10	71	22	84	22	41	07	45	08	02	10	866	22	112	0	060	0518	19	050270	-102	29411	
95+00																								

Apaxtepecán  
Ajajilla

30 CARR. Comapa - Huamantla  
LUGAR

CLAVE 16224 RUTA MICHUZA AÑO 2011

ESTACION	CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO			COORDENADAS																				
	M	A	B	L	L	D																		
0+00	3	0	16	84	17	82	35	10	4	9	13	02	09	01	817	35	128	0	089	0505	19	745201	-101	03441
27+10	1	0	15	10	30	81	30	10	6	12	02	00	01	843	30	127	0	101	0504	19	885453	-101	20491	

T.C. Morelia - Ajajilla  
Huamantla

31 CARR. Coahuila - Llanillo Zapala  
LUGAR

CLAVE 16024 RUTA MICHI AÑO 2011

ESTACION	CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO			COORDENADAS																			
	M	A	B	L	L	D																	
0+00	3	0	21	23	53	70	47	60	17	20	09	01	02	84	47	169	0	090	0501	19	860191	-102	663146
30+00	1	0	28	80	09	85	33	59	19	15	08	01	02	859	33	108	0	081	0500	19	980089	-102	611516

T.C. Toluca - Coahuila  
T.C. Morelia - Ajajilla

32 CARR. Cuicatlan - Zimapan  
LUGAR

CLAVE 16027 RUTA MICHUZA AÑO 2011

ESTACION	CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO			COORDENADAS																			
	M	A	B	L	L	D																	
0+00	3	0	20	86	54	78	55	10	20	06	02	05	84	55	102	0	067	0506	19	970004	-101	152102	
61+00	1	0	45	28	23	82	25	88	06	27	04	01	04	845	25	130	0	079	0512	20	060192	-101	482846
61+00	3	0	40	06	11	80	39	18	02	08	25	04	02	817	39	144	0	068	0526	20	060819	-101	529573
76+00	3	0	10	07	19	84	20	95	08	13	02	00	01	861	20	119	0	065	0507	20	141395	-101	058495
123+70	1	0	21	62	31	78	30	22	09	15	04	01	02	818	30	152	0	075	0505	20	173382	-101	593160

Cuicatlan  
Punahuatepec  
Punahuatepec  
T. Iru Zimapan  
Zimapan

33 CARR. EtCuato - Lagunillas  
LUGAR

CLAVE 16014 RUTA MICHI AÑO 2011

ESTACION	CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO			COORDENADAS																				
	M	A	B	L	L	D																		
0+00	3	0	14	12	69	80	74	10	4	28	17	13	00	02	812	74	164	0	100	0512	19	631346	-101	116911
10+00	1	0	17	25	16	81	53	61	21	22	09	02	04	828	53	119	0	068	0521	19	558737	-101	424652	

EtCuato  
T.C. Morelia - Pajuelo

540

MICHOACÁN

33 CARR. Coahuila - Huamantla  
 CLAVE: 16024 RUTA MICH-024 AÑO: 2012

LUGAR	ESTACION										CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO										COORDENADAS				
	MM	TE	SC	TDPA	M	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	A	B	C	K	N	D	LATITUD	LONGITUD
T.C. Morelia - Jiquilpan	000	3	0	1753	17	840	63	52	11	13	03	00	01	857	63	80	0665	0505					19 749627	-101 684738	
Huamantla	2710	1	0	1630	21	825	30	98	06	18	01	00	01	846	30	124	0110	0541					19 885433	-101 524818	

34 CARR. Coaja - Emiliano Zapata  
 CLAVE: 16024 RUTA MICH AÑO: 2012

LUGAR	ESTACION										CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO										COORDENADAS				
	MM	TE	SC	TDPA	M	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	A	B	C	K	N	D	LATITUD	LONGITUD
T.C. Toluca - Coaja	000	3	0	2252	47	794	40	64	21	21	13	00	00	841	40	119	0089	0518					19 800125	-102 663132	
T.C. Michala - Jiquilpan	3000	1	0	3014	11	830	38	70	18	19	10	01	03	841	38	121	0664	0501					19 975451	-102 610345	

35 CARR. Cuicatlan - Zimapan  
 CLAVE: 16027 RUTA MICH-027 AÑO: 2012

LUGAR	ESTACION										CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO										COORDENADAS				
	MM	TE	SC	TDPA	M	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	A	B	C	K	N	D	LATITUD	LONGITUD
Cuicatlan	000	3	0	2837	39	752	51	71	13	25	05	01	03	831	51	118	0000	0508					19 966884	-101 152199	
Panajuelo	6100	1	0	4799	16	900	07	38	05	24	04	01	04	016	07	77	0085	0505					20 087364	-101 182757	
Panajuelo	6100	3	0	4170	14	950	05	82	07	23	03	02	03	874	05	121	0665	0529					20 081926	-101 534813	
T. Eq. Zimapan	7900	3	0	2013	16	877	03	54	10	16	12	02	06	893	03	104	0134	0530					20 141510	-101 663001	
Zimapan	12170	1	0	2367	32	821	05	102	06	20	07	00	01	853	05	142	0080	0514					20 173380	-101 952302	

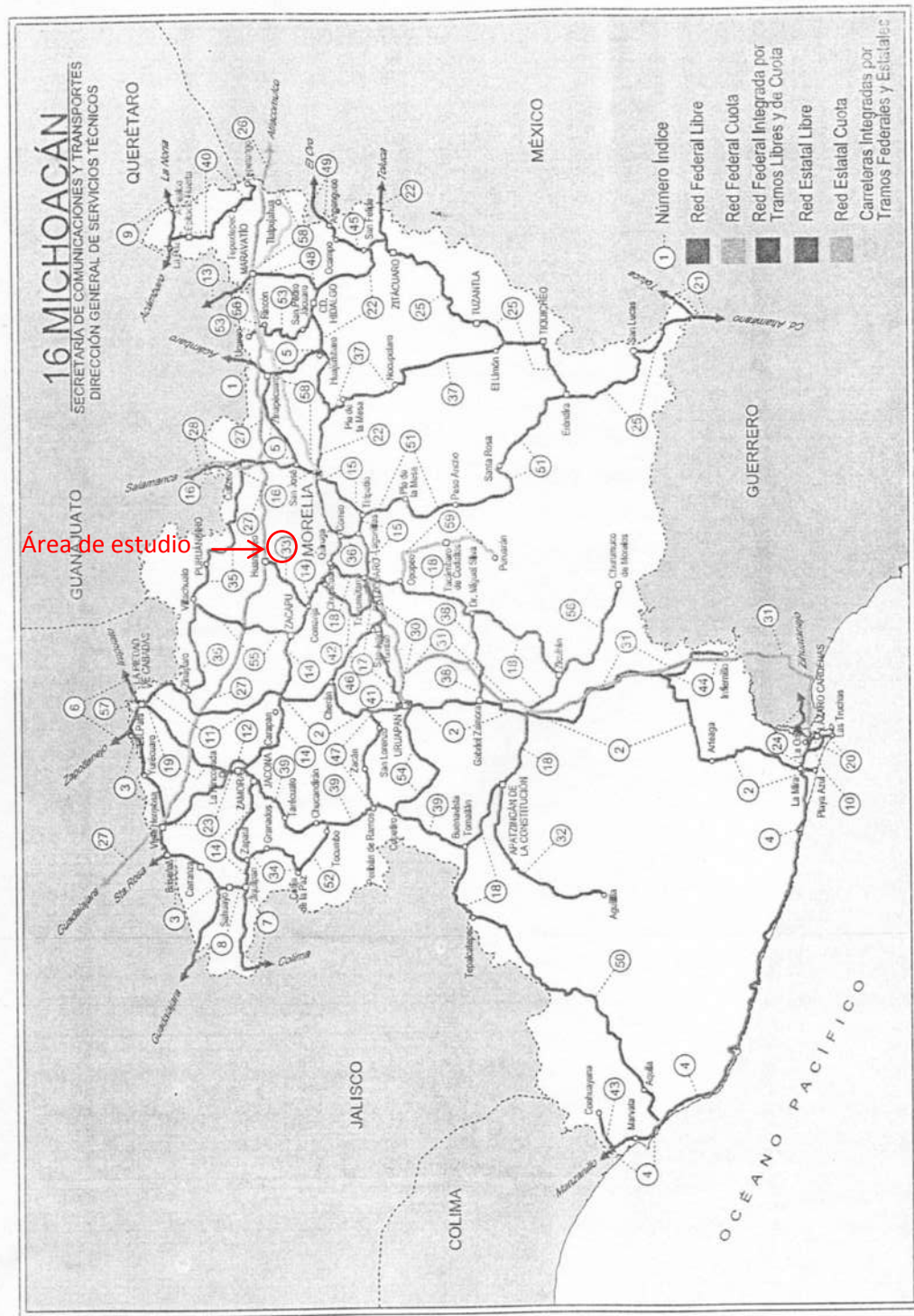
36 CARR. Tlaxiaco - Lagunillas  
 CLAVE: 16014 RUTA MICH AÑO: 2012

LUGAR	ESTACION										CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO										COORDENADAS				
	MM	TE	SC	TDPA	M	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	A	B	C	K	N	D	LATITUD	LONGITUD
El Centro	000	3	0	1448	07	796	24	102	33	23	09	05	01	803	24	173	0113	0505					19 022035	-101 434718	
T.C. Morelia - Pakoauro	1060	1	0	1948	13	830	34	56	25	24	08	07	03	843	34	123	0085	0540					19 556167	-101 173185	

37 CARR. El Tequescal - El Limon  
 CLAVE: 16014 RUTA MICH AÑO: 2012

LUGAR	ESTACION										CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO										COORDENADAS				
	MM	TE	SC	TDPA	M	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	A	B	C	K	N	D	LATITUD	LONGITUD
El Tequescal	000	3	0	1171	10	840	31	71	20	16	03	00	01	858	31	111	0111	0503					19 550490	-100 754973	
El Limon	9230	1	0	643	07	837	21	82	10	10	03	00	00	874	21	105	0100	0508					19 028075	-100 743048	





## DETERMINACION DE LA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL

AÑO	A	T.D.P.A. V	A <sup>2</sup>	PRODUCTO
2011	1	1510	1	1510
2012	2	1639	4	3278

Σ	3	3149	5	4788
Σ <sup>2</sup>	9			
N	2			

$$V = a_0 + a_1 A$$

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

$$a_0 = \frac{1381}{1}$$

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

$$a_1 = \frac{129.00}{1}$$

Donde:

V= Transito promedio diario anual (variable dependiente)

a<sub>0</sub>= ordenada al origen.

a<sub>1</sub>= Pendiente de la recta.

A= Año (variable independiente)

N= Numero total de datos.

ecuacion de la recta

$$v = 1510.00 + A$$

Determinacion de la tasa de incremento anual

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

$$i = 0.093$$

Tasa de incremento anual % 9.34 %

**Carretera: Morelia – Huaniqueo**  
**Tramo: Tahuácaro – la presa.**  
**km 0+000 al km 1+500**

#### 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 (S.C.T.), se tomaron los datos más cercanos a la zona en estudio, editados del año 2011 al 2012 en la estación Huaniqueo, de la carretera federal Comanja – Huaniqueo. Resultando una tasa de crecimiento anual de 9.34 %, la cual se aplicará del 5% debido a la continuidad variable de los aforos; el tránsito para el año 2012 es de 1639 vehículos, aplicando la fórmula  $S=P(1+i)^n$ , se determinó el tránsito diario promedio anual para el año 2013 resultando de 1792 vehículos.

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 = 9.34 %.

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:

$$(9.34\%) (5\%) = 0.47\%$$

Por consiguiente la tasa de incremento = **0.47 %**

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=84.7, B=3.0, C2=9.8, C3=0.6, T3-S2=1.8, T3-S3=0.1, y T3-S2-R4=0.0 =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 Sondeos tipo cala 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 tres sondeos mayores, estos sondeos se realizaron en los km 0+060, 0+650 y 1+320.

Este sondeo se realizó a una profundidad adecuada abarcando las capas en estudio, y sirvió para verificar espesores de las capas del pavimento actual.

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 CAPA DE BASE

Obra: **Camino Tahuácaro - La Presa**

Localización: **Chucándiro, Mich.**

Sondeo	Ubicación			Espesor Sondeo (cm)	Peso volumetrico seco.		Humedad		Grado Compact (%)
	Referencia	Capa	Lado		Máximo	Campo	Optima	Campo	
					(Kg/M <sup>3</sup> )		(%)		
1	0+060	Base	Der	25.00	1390	1271	28.70	20.10	91
2	0+650		Izq	14.00	1323	1201	14.90	10.40	91
3	1+320		Der	24.00	1323	1213	14.90	11.30	92

## INFORME TECNICO DEL GRADO DE COMPACTACIÓN CAPA DE SUB RASANTE

Obra: **Camino Tahuácaro - La Presa**

Localización: **Chucándiro, Mich.**

Sondeo	Ubicación			Espesor Sondeo (cm)	Peso volumetrico seco.		Humedad		Grado Compact (%)
	Referencia	Capa	Lado		Máximo	Campo	Optima	Campo	
					(Kg/M <sup>3</sup> )		(%)		
1	0+060	Sub rasante	Der	25.00	1280	1170	23.50	16.50	91
2	0+650		Izq	24.00	1280	1152	23.50	18.40	90
3	1+320		Der	26.00	1280	1176	23.50	17.30	92

## INFORME TECNICO DEL GRADO DE COMPACTACIÓN EN TERRENO NATURAL

Obra: **Camino Tahuácaro - La Presa**

Localización: **Chucándiro, Mich.**

Sondeo	Ubicación			Espesor Sondeo (cm)	Peso volumetrico seco.		Humedad		Grado Compact (%)
	Referencia	Capa	Lado		Máximo	Campo	Optima	Campo	
					(Kg/M <sup>3</sup> )		(%)		
1	0+060	Terreno Natural	Der	20.00	1212	1089	25.40	18.70	90
2	0+650		Izq	21.00	1212	1123	25.40	20.40	93
3	1+320		Der	19.00	1212	1102	25.40	19.60	91

#### 4.4 Calidad de materiales de la estructura existente

El sondeo del tipo pozo a cielo abierto (PCA), de cada una de las capas que conforman el pavimento, se obtuvieron muestras alteradas, 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

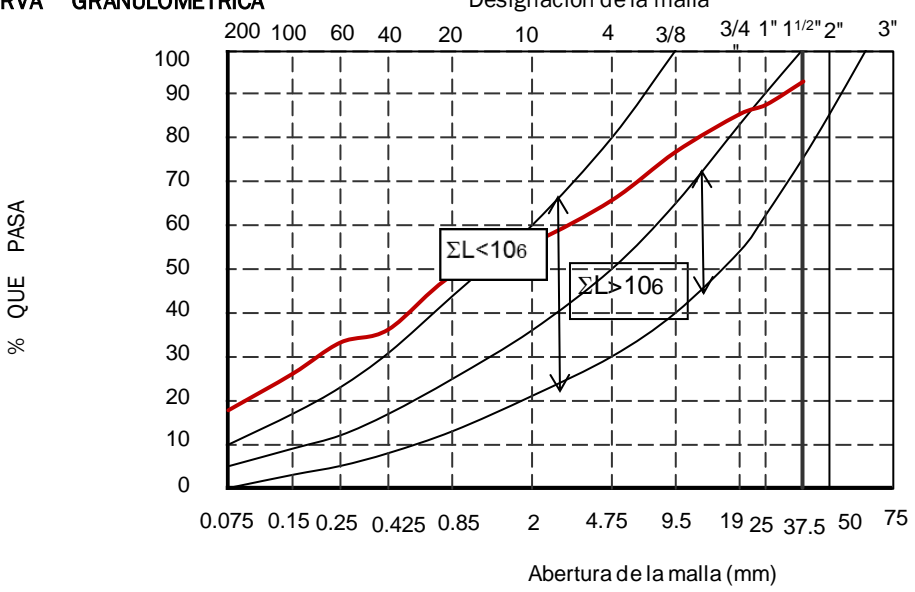
Obra: **Camino Tahuácaro - La Presa**

Localización: **Chucándiro, Mich.**

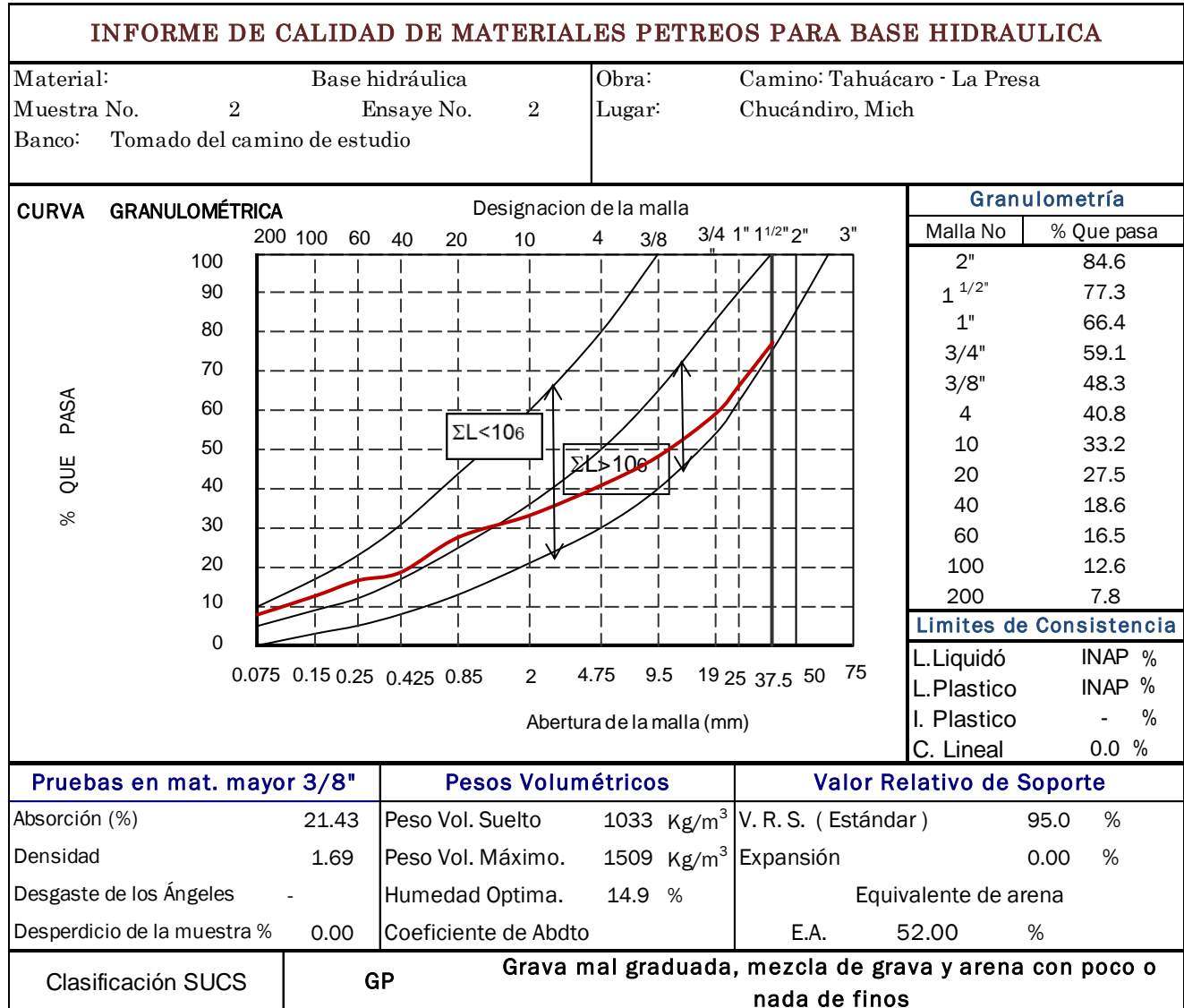
Resumen de calidad de los sondeos																						
Sondeo	km	Lado	Capa	Profundidad cms		Grava %	Arena %	Finos %	C.A. %	LL %	IP %	E.A. %	Expansión %	VRS %	W %	Wopt.	PVSM Kg/m3	PVSL kg/m3	PVSS km/m <sup>3</sup>	Compactación %	SUCS	
				de	a																	
1	0+060	Der.	Riego de sello	0.00	0.01	-	-	-	8.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Base hidráulica	0.01	0.31	34.3	48	17.7	-	INAP.	INAP.	52	0.00	95	20.10	28.70	1390	1271	1100	91	SP	
			Sub rasante	0.31	0.56	54.7	26.6	18.7	-	38.5	21	51.5	3.80	40	16.50	23.50	1280	1170	1005	91	GP	
			Terreno Natural	0.56	0.76	14.5	52	33.5	-	53.6	17.1	-	4.20	6.38	18.70	25.40	1212	1089	1084	90	SM	
2	0+650	Izq.	Riego de sello	0.00	0.01	-	-	-	7.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Base hidráulica	0.01	0.15	59.2	33	7.8	-	INAP.	INAP.	52	0.00	95	10.40	14.90	1323	1201	1033	91	GP	
			Sub rasante	0.15	0.40	54.7	26.6	18.7	-	38.5	21	51.5	3.80	40	18.40	23.50	1280	1152	1005	90	GP	
			Terreno Natural	0.40	0.60	14.5	52	33.5	-	53.6	17.1	-	4.20	6.38	20.40	25.40	1212	1123	1084	93	SM	
3	1+320	Der.	Riego de sello	0.00	0.01	-	-	-	8.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Base hidráulica	0.01	0.37	45.4	47.9	6.7	-	INAP.	INAP.	52	0.00	95	14.90	14.90	1323	1213	1033	92	GP	
			Sub rasante	0.37	0.57	54.7	26.6	18.7	-	38.5	21	51.5	3.80	40	17.30	23.50	1280	1176	1005	92	GP	
			Terreno Natural	0.57	0.77	14.5	52	33.5	-	53.6	17.1	-	4.20	6.38	19.60	25.40	1212	1102	1084	91	SM	

De los trabajos de exploración se tomaron muestras alteradas con la finalidad de determinar la calidad que presenta cada una de las capas de la estructura actual del pavimento.

➤ Calidad de material tipo base extraído del Pozo No.1

<b>INFORME DE CALIDAD DE MATERIALES PETREOS PARA BASE HIDRAULICA</b>					
Material:	Base hidráulica		Obra:	Camino: Tahuácaro - La Presa	
Muestra No.	1	Ensaye No.	1	Lugar:	Chucándiro, Mich
Banco:	Tomado del camino de estudio				
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b> Designación de la malla 200 100 60 40 20 10 4 3/8 3/4 1" 1 1/2" 2" 3"  % QUE PASA 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0 0.075 0.15 0.25 0.425 0.85 2 4.75 9.5 19 25 37.5 50 75 Abertura de la malla (mm)				<b>Granulometría</b>	
				Malla No	% Que pasa
	2"	96.3			
	1 1/2"	92.9			
	1"	87.6			
	3/4"	85.4			
	3/8"	76.8			
	4	65.7			
	10	55.9			
	20	48.5			
	40	36.2			
	60	33.2			
	100	26.1			
	200	17.7			
				<b>Limites de Consistencia</b>	
	L.Liquidó	INAP%			
	L.Plástico	INAP%			
	I. Plástico	- %			
	C. Lineal	0.0 %			
<b>Pruebas en mat. mayor 3/8"</b>		<b>Pesos Volumétricos</b>		<b>Valor Relativo de Soporte</b>	
Absorción (%)	22.32	Peso Vol. Suelto	1100 Kg/m <sup>3</sup>	V. R. S. ( Estándar )	95.0 %
Densidad	1.72	Peso Vol. Máximo.	1759 Kg/m <sup>3</sup>	Expansión	0.00 %
Desgaste de los Ángeles	-	Humedad Optima.	28.7 %	Equivalente de arena	
Desperdicio de la muestra	0.00	Coficiente de Abdt		E.A.	52.00 %
Clasificación SUCS	<b>SP      Arena mal graduada, arena con grava y poco o nada de finos</b>				

➤ Calidad de material tipo base extraído del Pozo No. 3





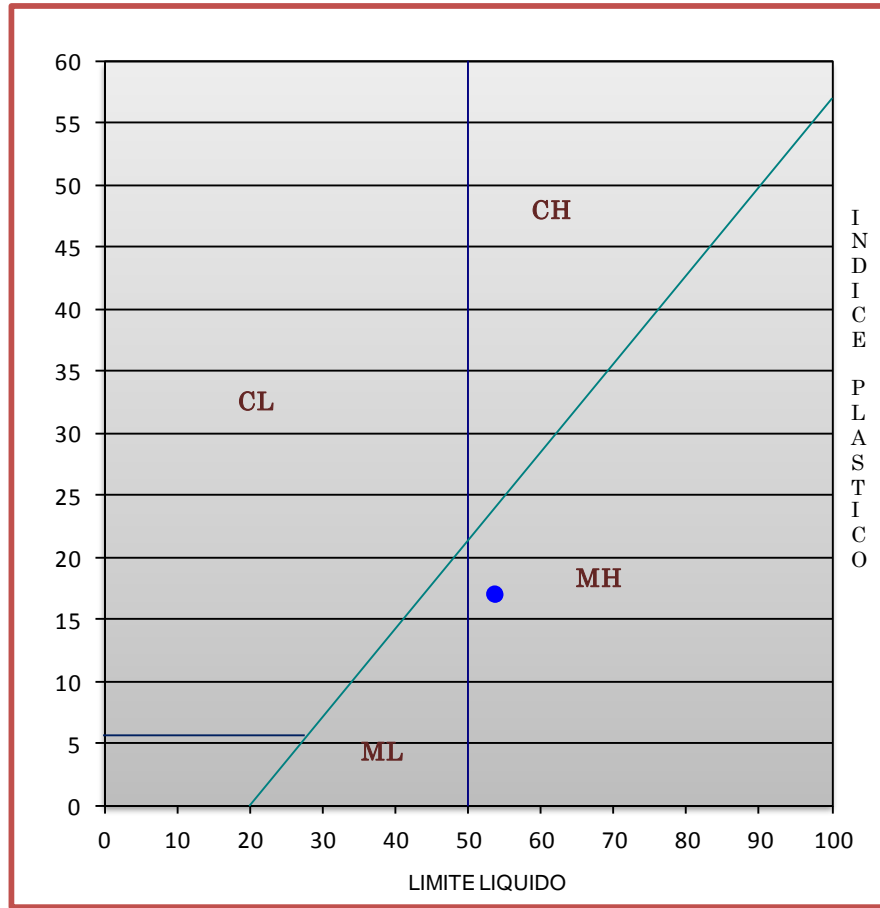
- Calidad de material tipo sub rasante extraído de los pozos realizados

INFORME TÉCNICO DE CALIDAD DE MATERIALES PÉTREOS PARA TERRACERÍAS					
Material:	tipo sub rasante	Obra:	Camino Tahuácaro - La Presa		
Muestra No. :	1	Lugar:	Chucándiro, Mich.		
Banco:	Tomado de camino				
Características del material	Tamaño máximo (mm)	50			76 Max
	Retenido en la malla de 75 mm	0.0			
	Porcentaje que pasa la malla de 4.75 mm	45.3			
	Porcentaje que pasa la malla de 0.425 mm	25.6			
	Porcentaje que pasa la malla de 0.075 mm	18.7			
	Equivalente de arena (%)	52			
	Límite líquido (%)	38.50	50 Max.	50 Max	40 Max
	Índice plástico (%)	21.10			12 Max
	Contracción lineal (%)	4.50			
	Peso volumétrico seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1005			
	Peso volumétrico seco máximo (kg/m <sup>3</sup> )	1280			
	Peso volumétrico seco del lugar (kg/m <sup>3</sup> )	-			
	Humedad óptima (%)	23.50			
	Humedad natural (%)	-			
	Compactación del lugar (%)	-			
	VRS Estandar saturado (%)	39.50	5 Min	10 Min	20 Min
	Expansión (%)	3.80	5 Max	3 Max	2 Max
Clasificación SUCS	GP				

- Calidad de material tipo terreno natural extraído de los pozos realizados

Tabla de resultados de los ensayos realizados en terreno natural			
Proyecto:	Camino Tahuácaro - La Presa		
Ubicación:	Chucándiro, Mich.		
<b>Determinación de las pruebas índice</b>			
<b>Granulometria</b>			
Pozo No.	-	Tramo en estudio	0+000 al 1+000
Estrato No	-	Sondeo	-
Malla No.	Pasa en (%)	Lado	-
2"	100.0		
1-1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
<b>Limites de consistencia</b>			
		Prueba	
4	85.5	Humedad natural (%)	20.80
10		Limite liquido (%)	53.6
20		Limite plastco (%)	36.5
40	45.6	Índice plástico (%)	17.1
60		Contraccion lineal (%)	6.5
100		Clasificación SUCS	<b>SM</b>
200	33.5		<b>Arena limosa</b>
<b>Porcentaje del suelo</b>			
Grava %	14.5		
Arena %	52.0		
Finos %	33.5		
<b>Resultados de las pruebas mecánicas</b>			
<b>Compresión sin confinar</b>			
Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> ) qu		-	
Cohesión (Kg/Cm <sup>2</sup> ) c		-	
<b>Compresión triaxial rápida</b>			
Angulo de fricción interna (°)		-	
Cohesión (Kg/Cm <sup>2</sup> )		-	
Peso volumetrico natural (Kg/M <sup>3</sup> )		-	
<b>Valor relativo de soporte estándar</b>			
V.R.S. 90 %			
Expansión 90%			
V.R.S. 95 %			
Expansión 95%			
V.R.S. 100 %		6.38%	
Expansión 100 %		4.20%	
<b>Pesos volumétricos</b>			
Peso volumetrico suelto (kg/m <sup>3</sup> )		1.084.20	
Peso volumetrico máximo (kg/m <sup>3</sup> )		1.212.00	
Humedad optima (%)		25.40	

Carta de plasticidad



- Calidad de material tipo sello muestreado en el tramo del km 0+060.

Sello: 3 - E  
 Banco: Tomado del sondeo realizado en el km 0+060.  
 Ubicación: Chucándiro, Mich.  
 Tipo de agregado: Volcanico  
 Camino: Tahuácaro - La Presa, Chucándiro Mich.

## Informe del estudio de calidad del sello

Propiedades físicas del sello				
Tipo de sello:	3-E		Especificacion N-CMT-4-04/08	
Peso volumétrico seco suelto:	1370 Kg/m <sup>3</sup>			
Densidad :	-			
Absorción:	- %			
Partículas Alargadas	- %		35.00% Máximo	
Partículas Lajeadas	- %		35.00% Máximo	
Intemperismo Acelerado:	%		12.00% Máximo	
Desprendimiento por Friccion:	%		25.00% Máximo	
Desgaste de Los Angeles:	%		30.00% Máximo	
	<b>Granulometría</b>		<b>Especificacion</b>	
	Malla	Pasa en		
	No.	%		
	1/2"	100.0	100%	
	3/8"	97.2	95%	Mínimo
	4	62.6	5%	Máximo
	10	37.7	0	

- Calidad de material tipo sello muestreado en el tramo del km 1+320.

Sello: 3 - E  
 Banco: Tomado del sondeo realizado en el km 1+320  
 Ubicación: Chucándiro, Mich.  
 Tipo de agregado: Volcanico  
 Camino: Tahuácaro - La Presa, Chucándiro Mich.

## Informe del estudio de calidad del sello

Propiedades físicas del sello				
Tipo de sello:	3-E		Especificacion N-CMT-4-04/08	
Peso volumétrico seco suelto:	1370 Kg/m <sup>3</sup>			
Densidad :	-			
Absorción:	- %			
Partículas Alargadas	- %		35.00% Máximo	
Partículas Lajeadas	- %		35.00% Máximo	
Intemperismo Acelerado:	%		12.00% Máximo	
Desprendimiento por Friccion:	%		25.00% Máximo	
Desgaste de Los Angeles:	%		30.00% Máximo	
	<b>Granulometría</b>		<b>Especificacion</b>	
	Malla	Pasa en		
	No.	%		
	1/2"	98.8	100%	
	3/8"	94.0	95%	Mínimo
	4	53.6	5%	Máximo
	10	32.7	0	

## 4.5 Evaluación estructural de pavimento existente

### 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.

El método (DISPAV-5) está basado en el extenso programa de investigación patrocinado por la actual Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT, y el Instituto de Ingeniería, UNAM. Los conceptos generales, desarrollados en las investigaciones realizadas de 1965 a la fecha (informes 325 y 444) son compatibles con el nuevo método de diseño, que incluye tanto carreteras de altas especificaciones como carreteras normales.

El método comprende los dos modelos mecanicistas establecidos en el informe 325: (a) deformación permanente y (b) fatiga. En lo que se refiere a fatiga de las capas asfálticas se considera la investigación internacional así como la realizada en el Instituto, de 1985 a la fecha, en la cual se basan las ecuaciones de fatiga. Para el cálculo de fatiga, los esfuerzos y deformaciones unitarias se estiman con el programa CHEV5, que es una modificación del II del programa CHEV4, desarrollado por la compañía petrolera CHEVRON. El CHEV4 fue proporcionado al II en 1977 por el NITRR de Sudáfrica (M.- P4).

Se agradece la colaboración recibida en el desarrollo de este método por numerosas instituciones, nacionales y extranjeras, y en especial se señala el apoyo y patrocinio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT, y del Instituto de Ingeniería, UNAM.

Para continuar oprima cualquier tecla

### *Programa interactivo de Cómputo dispav-5*

1. Entrada de datos: espesores, características mecánicas de cada capa como módulos de rigidez, Vrs z, 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.

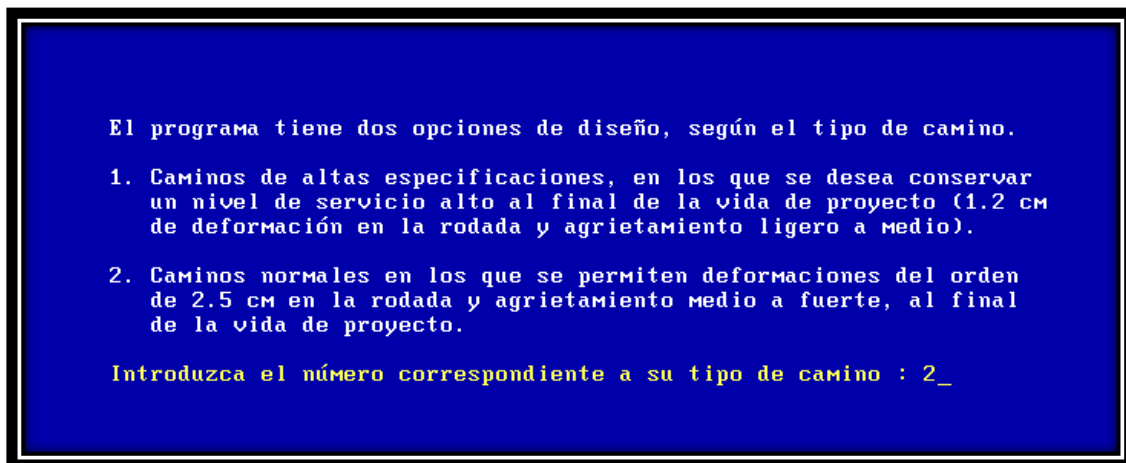
### 1.1.- Tipo de carretera

#### 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.



*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

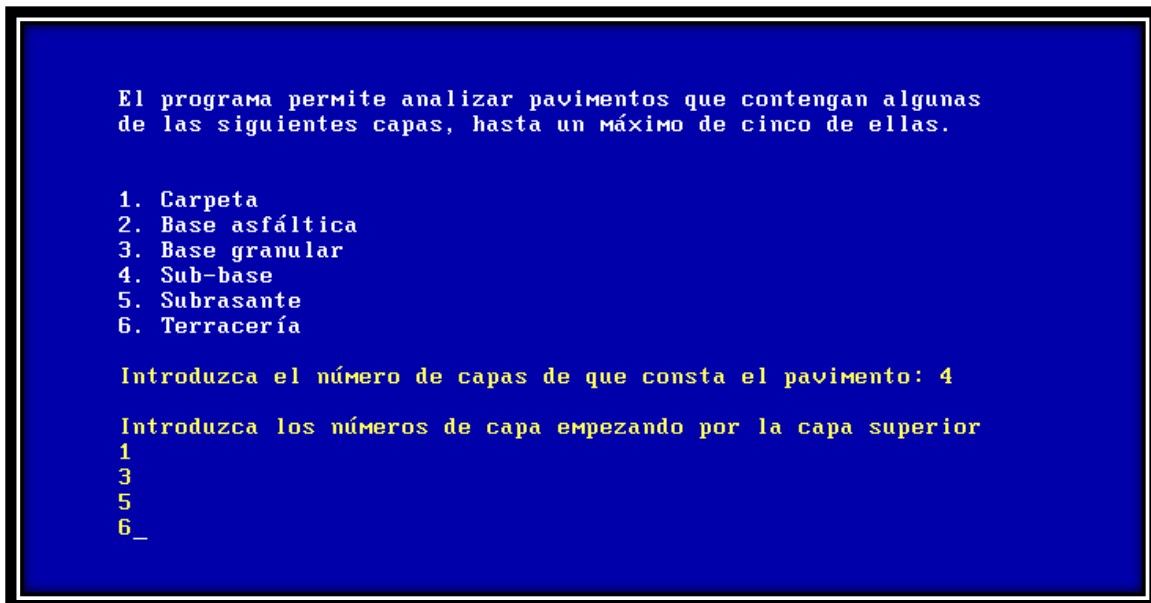
Para la revisión se debe introducir las capas que se encuentran en el pavimento a revisión. Sus opciones de capa son:

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, sub rasante y terreno natural.





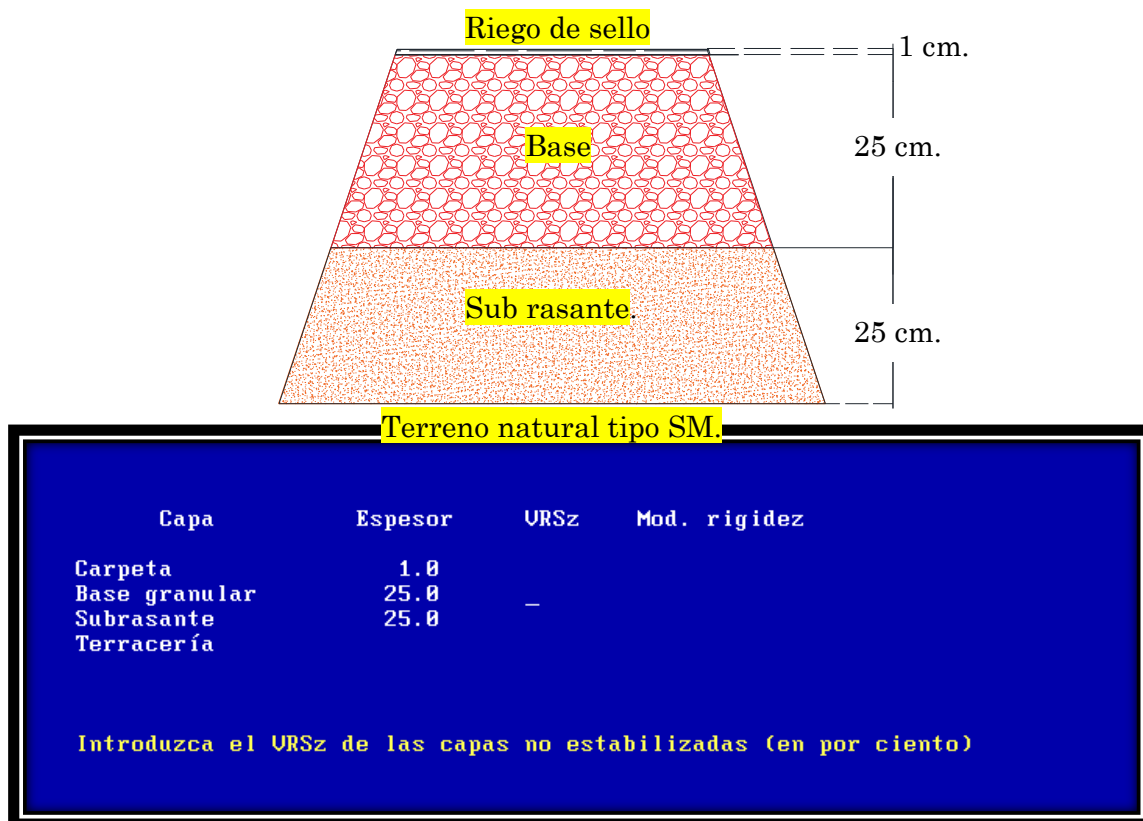
*Para nuestro camino solo utilizaremos capas, las cuales son carpeta asfáltica, base hidráulica, subrasante y terracerías. Esto debido a que el cuerpo de terraplén no es constante en todo el tramo en estudio.*

### 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 Tahuácaro – La Presa Municipio de Chucándiro en el Estado de Michoacán.

Espesor promedio es:



### 1.4.- Valores relativos de soporte críticos (VRSz).

A continuación se piden los valores relativos de soporte críticos de cada una de las capas no estabilizadas encontradas en el pavimento actual. El **VRSz** 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 **VRSz max** (máximo de proyecto) el programa considera este último valor en el diseño por deformación (**VRSz**), para obtener proyectos más confiables; pero guarda el valor del **VRSz** para emplearlo en la estimación del módulo de rigidez de esa capa.

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

Terreno natural = 6%

Sub rasante = 40%

Base hidráulica = 98%

Capa	Espesor	URSz	Mod. rigidez
Carpeta	1.0		
Base granular	25.0	98	
Subrasante	25.0	40	
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  $\text{kg/cm}^2$ . 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 módulo de rigidez para la carpeta de 25,000 a 35,000  $\text{kg/cm}^2$ .

***Para nuestro caso se utilizará módulo dinámico para la carpeta asfáltica de 25000  $\text{kg/cm}^2$***

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 éste se obtiene con la siguiente fórmula, donde se estima el modulo a partir del VRSz crítico del lugar

$$E = 130 \text{ VRSz}^{0.70}$$

Con la anterior fórmula, se obtuvieron los siguientes resultados:

Módulo de rigidez de terreno natural =	456
Módulo de rigidez de la Sub rasante =	1719
Módulo de rigidez de la base hidráulica=	3228

Capa	Espesor	URSz	Mod. rigidez
Carpeta	1.0		25,000
Base granular	25.0	98	3,220
Subrasante	25.0	40	1,719
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 URSz crítico del material.

Se han sugerido algunos valores como módulos de rigidez de capas no estabilizadas. Esos valores se obtuvieron de:  $E=130 (\text{URSz}^{.7})$ . 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 máquinas 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	1.0		25,000	0.35
Base granular	25.0	98	3,220	0.35
Subrasante	25.0	40	1,719	0.45
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 ésta manera se puede determinar cual 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	URSz %	E kg/cm <sup>2</sup>	U	Vida previsible	
					Def	Fatiga
Carpeta	1.0		25000	0.35		
Base granular	25.0	98.0	3220	0.35	0.6	
Subrasante	25.0	40.0	1719	0.45	3.8	
Terracería	Semi-inf	6.0	456	0.45	1.9	
Deformación		Vida previsible		0.6		
¿Quiere hacer otro cálculo? (s/n) n_						

De los resultados anteriores se tiene que por deformación se tiene una vida previsible de 0.6 millones de ejes equivalentes mientras que por fatiga el programa no arroja ningún resultado.

Con los resultados anteriores, se compararán 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 comparará 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 <sup>6</sup> )					
1	300	2.01	365	0.040	0.032	0.042	0.052	0.055	0.057
2	300	2.01	737	0.081	0.065	0.085	0.106	0.112	0.114
3	300	2.01	1117	0.122	0.099	0.129	0.161	0.170	0.173
4	300	2.01	1505	0.165	0.133	0.174	0.216	0.228	0.233
5	300	2.01	1900	0.208	0.168	0.219	0.273	0.288	0.294
6	300	2.01	2303	0.252	0.203	0.266	0.331	0.350	0.357
7	300	2.01	2714	0.298	0.240	0.313	0.390	0.412	0.420
8	300	2.01	3134	0.344	0.277	0.362	0.451	0.476	0.485
9	300	2.01	3562	0.390	0.315	0.411	0.512	0.541	0.552
10	300	2.01	3998	0.438	0.353	0.461	0.575	0.607	0.619
11	300	2.01	4444	0.487	0.393	0.513	0.639	0.675	0.688
12	300	2.01	4898	0.537	0.433	0.565	0.704	0.743	0.759
13	300	2.01	5362	0.588	0.474	0.619	0.771	0.814	0.831
14	300	2.01	5834	0.640	0.515	0.673	0.839	0.886	0.904
15	300	2.01	6317	0.693	0.558	0.729	0.909	0.959	0.979

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** con base en los resultados de laboratorio de materiales encontrados y la composición vehicular, el método arroja un resultado de 0.6 millones de ejes equivalentes para una vida previsible por deformación; comparando éste resultado con la suma de ejes equivalentes a una profundidad  $z=90$ , se encontró que el pavimento actual tiene una vida previsible de 10 años

**Se concluye que por deformación el pavimento actual requiere refuerzo**

*\* Revisión por fatiga:*

Por la metodología del **dispav** con base en los resultados de laboratorio de materiales encontrados y la composición vehicular, el método no arroja un resultado.

**Se concluye que por fatiga el pavimento actual 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.- Cálculo 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 compactando el material existente para posteriormente conformar una base hidráulica de 20 cm y sobre ésta la colocación de una micro carpeta asfáltica de 3.5 cm de espesor 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	URSz %	E kg/cm <sup>2</sup>	U	Uida previsible Def	Fatiga
Carpeta	3.5		25000	0.35		11.0
Base granular	20.0	100.0	3265	0.35	1.1	
Subrasante	25.0	98.0	3220	0.45	3.7	
Terracería	Semi-inf	6.0	456	0.45	1.9	
Uida previsible						
Deformación	1.1					
Fatiga	11.0					
¿Quiere hacer otro cálculo? (s/n) n_						

De los resultados anteriores se tiene que por deformación se tiene una vida previsible mayor de 1.1 millones de ejes equivalentes y por fatiga se tiene una vida previsible de 11.0 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 <sup>6</sup> )					
1	300	2.01	365	0.040	0.032	0.042	0.052	0.055	0.057
2	300	2.01	737	0.081	0.065	0.085	0.106	0.112	0.114
3	300	2.01	1117	0.122	0.099	0.129	0.161	0.170	0.173
4	300	2.01	1505	0.165	0.133	0.174	0.216	0.228	0.233
5	300	2.01	1900	0.208	0.168	0.219	0.273	0.288	0.294
6	300	2.01	2303	0.252	0.203	0.266	0.331	0.350	0.357
7	300	2.01	2714	0.298	0.240	0.313	0.390	0.412	0.420
8	300	2.01	3134	0.344	0.277	0.362	0.451	0.476	0.485
9	300	2.01	3562	0.390	0.315	0.411	0.512	0.541	0.552
10	300	2.01	3998	0.438	0.353	0.461	0.575	0.607	0.619
11	300	2.01	4444	0.487	0.393	0.513	0.639	0.675	0.688
12	300	2.01	4898	0.537	0.433	0.565	0.704	0.743	0.759
13	300	2.01	5362	0.588	0.474	0.619	0.771	0.814	0.831
14	300	2.01	5834	0.640	0.515	0.673	0.839	0.886	0.904
15	300	2.01	6317	0.693	0.558	0.729	0.909	0.959	0.979

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** con base en los resultados de laboratorio de materiales encontrados y la composición vehicular, el método arroja un resultado mayor de 1.1 millones de ejes equivalentes para una vida previsible por deformación; comparando éste 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 0.959 millones, inferior a los más de 1.1 millones requeridos.

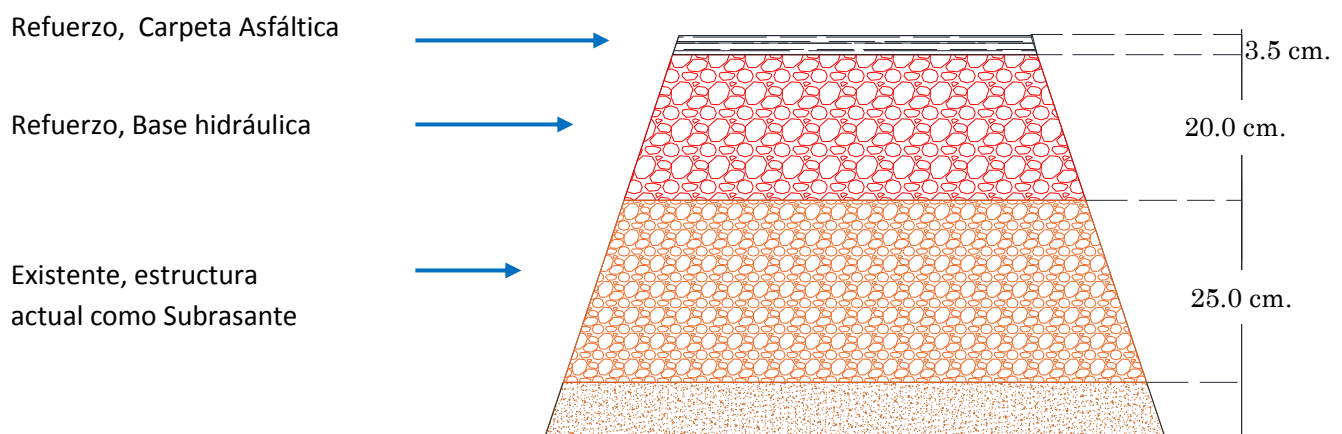
**Se concluye que por deformación el refuerzo es adecuado**

*\* Revisión por fatiga:*

Por la metodología del **dispav** con base en los resultados de laboratorio de materiales encontrados y la composición vehicular, el método arroja un resultado de 11.0 millones de ejes equivalentes para una vida previsible por fatiga; comparando éste 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 0.558 millones, inferior a los 11.0 millones requeridos.

**Se concluye que por fatiga, el refuerzo es adecuado**

Por lo tanto, una vez hecho el análisis con un refuerzo de una base hidráulica de 20 cm y una carpeta de 3.5 cm, se concluye que con éste 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:

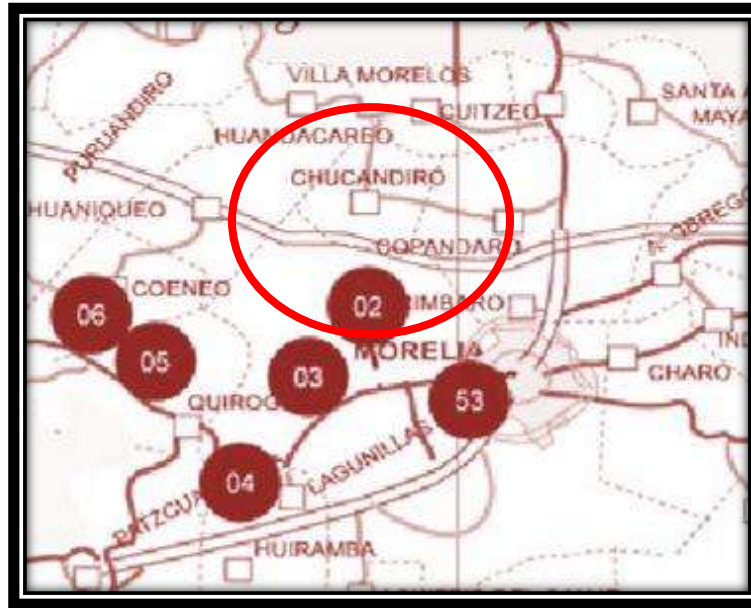




# Capítulo 5.

## Estudio de bancos de materiales (casos existentes)

## 5. Estudio de bancos de materiales (casos existentes)



### CARRETERA: MORELIA - JIQUILPAN

BCC. NUM.	NOMBRE	KILOMETRO	DESVIACION	FECHA ESTUDIO	FECHA DE ACT.	TIPO PROP.	TIPO MATERIAL	TRATAMIENTO	VOLUMEN X 1000 m <sup>3</sup>	ESPESOR DESPALME (m)	USOS PROB.	USO EXPL.	RESTRICC. ECOLÓG.	ASPEC. ECONÓM.
0002	JOYITAS	014+500	D 08000	ENE-95	JUL-09	PART.	TEZONTLE	TPC	0075	00.5	1-2-5-10	NR.	NO EXISTEN	ACEP.
0003	CERRITOS	016+000	D 00500	FEB-95	AGO-08	EJID.	TEZONTLE	TPC	0080	01.0	1-2-5-10	NR.	NO EXISTEN	REC.
0004	EL TIGRE	032+000	I 02000	JUN-95	AGO-06	PART.	TEZONTLE	TPC	0100	01.0	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0005	SANTA FE	047+000	D 01000	ABR-95	AGO-08	EJID.	TEZONTLE	TPC	0090	01.0	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	REC.
0006	COMANJA	064+500	D 00500	ABR-95	AGO-06	EJID.	TEZONTLE	TPC	0100	01.0	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	REC.
0007	LAS CABRAS	094+000	D 02000	MAR-95	JUL-09	EJID.	TEZONTLE	TPC	0020	00.6	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0008	LOS NOGALES	122+700	I 03000	JUL-95	MAY-07	EJID.	TEZONTLE	TPC	0100	01.0	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0009	CERRO COLORADO	177+800	I 01800	AGO-95	AGO-08	EJID.	TEZONTLE	TPC	0100	01.0	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0043	LA BEATILLA	133+100	D 01600	MAY-04	MAY-07	PART.	BASALTO	TTC	0090	00.5	8-8-10	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0053	SAN LORENZO	007+100	I 03200	MAY-04	MAY-04	PART.	BASALTO	TTC	0090	00.5	8-8-10	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0054	TOTALAN	198+500	I 03500	FEB-88	MAY-07	PART.	TEZONTLE	TPC	0100	01.0	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0059	LA MOJONERA	074+000	I 05000	OCT-85	JUL-09	PART.	TEZONTLE	TPC	0100	00.5	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	ACEP.
0103	EL PUEBLITO	095+000	D 00050	JUN-01	JUL-09	EJID.	TEZONTLE	TPC	0080	02.0	2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.

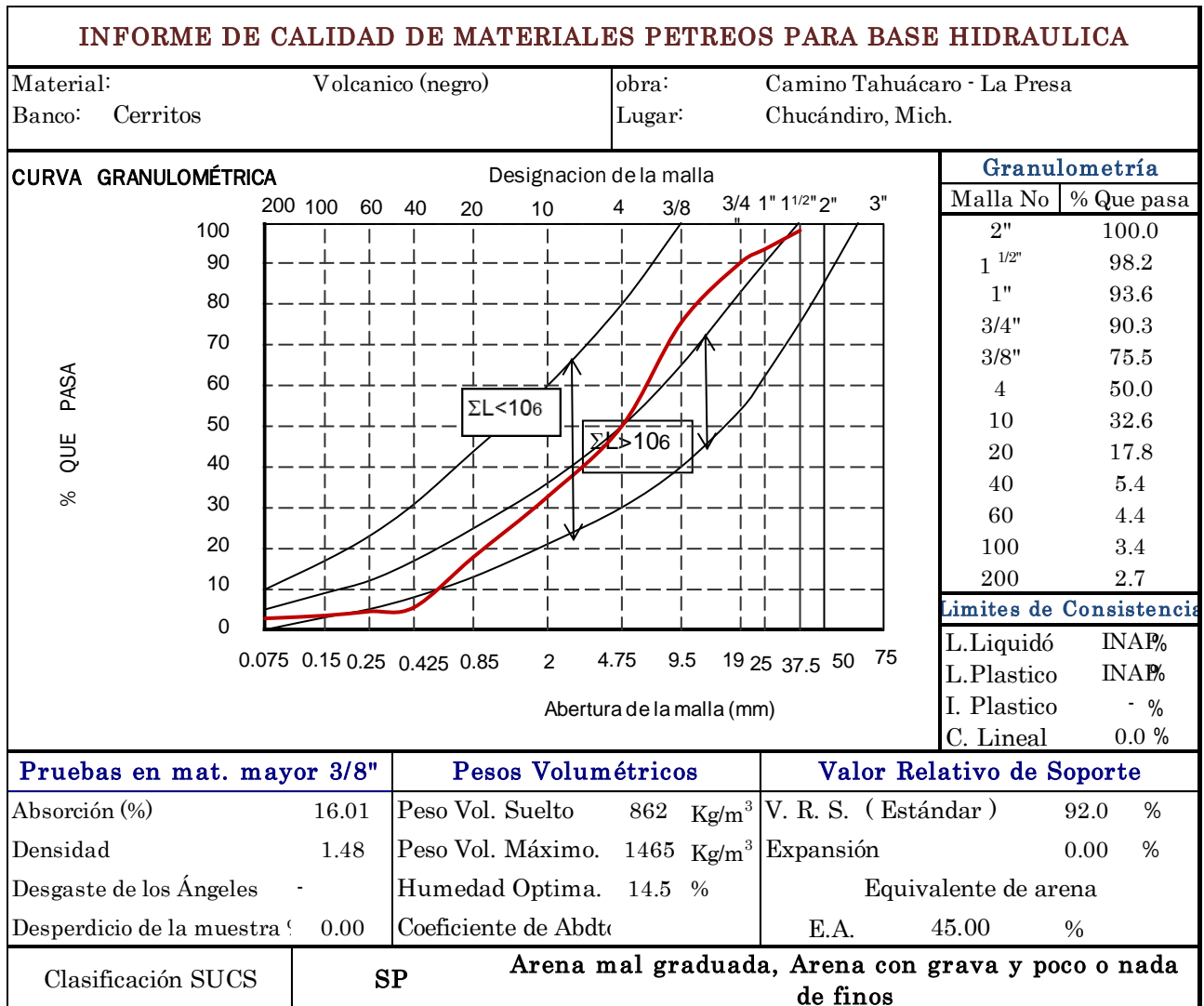
NOMENCLATURA Y ABREVIATURAS UTILIZADAS:			
- FECHA DE ACTUALIZACION (FECHA DE ACT.)	- TIPO DE MATERIAL CONG.- CONGLOMERADO VOLC.- VOLCANICO	- TRATAMIENTO NR.- NO REQUIERE D.- DISREGACION C.- CRIBADO TP.- TRITURACION PARCIAL TT.- TRITURACION TOTAL L.- LAVADO TFC.- TRITURACION PARCIAL Y CRIBADO	- TIPO DE MATERIAL TTC.- TRITURACION TOTAL Y CRIBADO CL.- CRIBADO Y LAVADO TFL.- TRITURACION PARCIAL Y LAVADO TTL.- TRITURACION TOTAL Y LAVADO TPCL.- TRITURACION PARCIAL, CRIBADO Y LAVADO EA.- ESTABILIZACION CON ASFALTO ECP.- ESTABILIZACION CON CEMENTO PORTLAND
- TIPO DE PROPIEDAD FED.- FEDERAL MPL.- MUNICIPAL PART.- PARTICULAR EJID.- EJIDAL	- USO DE EXPLOSIVOS EXPL.- EXPLOSIVOS NR.- NO REQUIERE SR.- SIN RESTRICCIONES	- USOS PROBABLES 1.- REVESTIMIENTO 2.- SUB-BASE 3.- SUB-BALASTO 4.- BALASTO 5.- BASE 6.- CONCRETO ASFALTICO 7.- MEZCLA ASFALTICA EN EL LUGAR	- RESTRICCIONES ECOLÓGICAS CONSIDER.- CONSIDERABLE - ASPECTOS ECONÓMICOS CONVE.- CONVENIENTE ACEP.- ACEPTABLE REC.- RECOMENDABLE NO REC.- NO RECOMENDABLE
			8.- SELLO 9.- MAQUISTERIA 10.- CONCRETO HIDRAULICO 11.- ESCOLLERAS

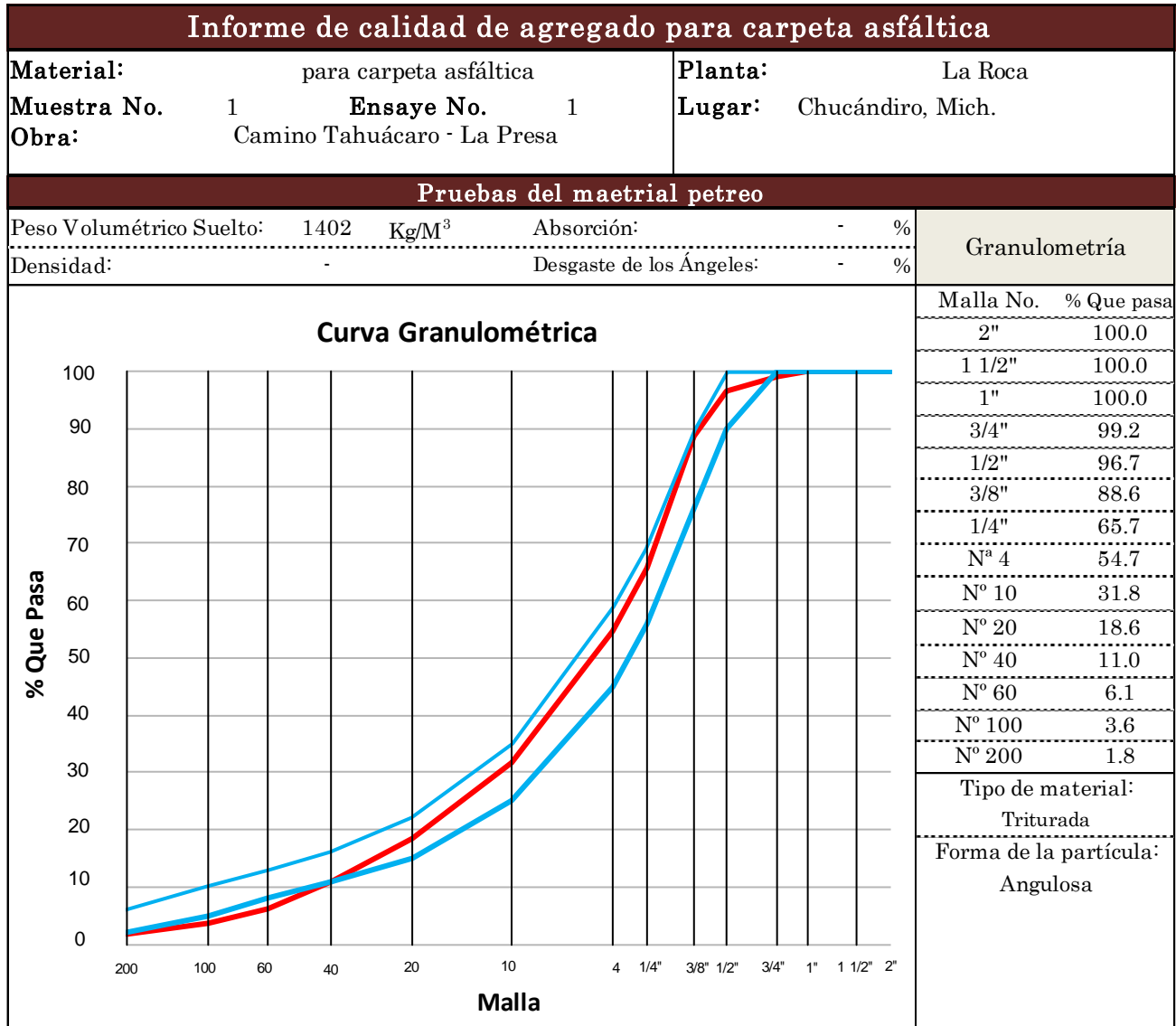


CARRETERA: MORELIA – SALAMANCA														
0022	EL COLEGIO	008+000	I 01200	DIC-02	OCT-08	PART.	BASALTO	TT	0050	00.7	1-2-5-8-8	SR	NO EXISTEN	CONVE.
0041	EL MELON	045+000	I 04500	JUN-95	AGO-06	PART.	TEZONTLE	TPC	0050	01.0	1-2-5	NR	NO EXISTEN	CONVE.
0080	MESÓN NUEVO	014+250	I 00300	MAY-04	OCT-09	PART.	BASALTO	TTC	0050	00.5	1-2-5-8-8	SR	NO EXISTEN	CONVE.
0061	SAN JUAN TARARAMEO	026+800	D 01500	MAY-04	OCT-09	EJID.	CONG. CALZO	TPC	0050	00.5	1-2-5	NR	NO EXISTEN	CONVE.
0106	STA. ANA MAYA	047+200	D 04500	MAY-04	MAY-04	PART.	BASALTO	TTC	0050	00.7	1-2-5-8-8	SR	NO EXISTEN	CONVE.
0111	DRL MIGUEL SILVA	033+180	I 02900	ABR-05	ABR-05	PART.	BASALTO	TTC	0050	00.7	1-2-5-8-8	SR	NO EXISTEN	CONVE.
0118	AGREGADOS DE MÉXICO	022+000	D 00100	OCT-88	OCT-09	PART.	BASALTO	TT	0080	00.5	1-2-5-8-8	SR	NO EXISTEN	CONVE.

NOMENCLATURA Y ABREVIATURAS UTILIZADAS:				
- FECHA DE ACTUALIZACION (FECHA DE ACT.)	- TIPO DE MATERIAL CONG.- CONGLOMERADO VOLC.- VOLCANICO	- 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
- TIPO DE PROPIEDAD FED.- FEDERAL MPL.- MUNICIPAL PART.- PARTICULAR EJID.- EJIDAL	- USO DE EXPLOSIVOS EXPL.- EXPLOSIVOS NR.- NO REQUIERE SR.- SIN RESTRICCIONES			
				- RESTRICCIONES ECOLOGICAS CONSIDER.- CONSIDERABLE - ASPECTOS ECONOMICOS CONVE.- CONVENIENTE ACEP.- ACCEPTABLE REC.- RECOMENDABLE NO REC.- NO RECOMENDABLE
				8.- SELLO 9.- MAMPOSTERIA 10.- CONCRETO HIDRAULICO 11.- ESCOLLERAS

A continuación se muestra la calidad del material del banco Cerritos para su posible utilización en la estructura de pavimento propuesta.





# Capítulo 6.

# Informe Fotográfico

## 6. Informe fotográfico



**Foto. 1** Comienzo del tramo carretero km 0+000.



**Foto. 2** Letrero del tramo carretero realizado en Tahuácaro la presa.



**Foto. 3** Vista del camino realizado km 0+490.



**Foto. 4** Vista del tramo con cunetas 0+500.



**Foto. 5** Vista del tramo carretero donde existe corte km 0+800.



**Foto. 6** Vista donde existen cunetas 0+520



**Foto. 7** Vista del letrero y entrada del tiradero de Chucándiro km 0+700.



**Foto. 8** Vista de fin del tramo carretero con dirección a la presa km 1+500.



A continuación se muestra la elaboración y ubicación del sondeo 1 realizado en el km 0+060 lado derecho, calculando el grado de compactación y estratigrafía de los materiales existentes.

- Sondeo 1



**Foto. 9** Se observa la ubicación donde se realizó el sondeo 1.



**Foto. 10** Elaboración del sondeo para determinar el grado de compactación en km 0+060 lado derecho.



**Foto. 11** Determinación de grado de compactación en la capa de base en el sondeo 1.



**Foto. 12** Vista general al sondeo 1 con su respectiva identificación.

- Sondeo 2



**Foto. 13** Elaboración del sondeo 2, ubicado en km 0+650.



**Foto. 14** Se determinó el grado de compactación en cada una de las capas encontradas.



**Foto. 15** Se observa el espesor y estratigrafía del sondeo realizado en el km 0+650.



**Foto. 16** Vista del sondeo 2 realizado con su respectiva identificación.

- Sondeo 3



**Foto. 17** Vista del sondeo 3 determinando el grado de compactación en el km 1+320.



**Foto. 18** Se observa el espesor de la capa de rodadura encontrada en el sondeo 3.



**Foto. 19** Determinación del grado de compactación de la capa de Subrasante



**Foto. 20** Vista e identificación del sondeo 3.

# Capítulo 7.

## Alternativas de Conservación del Pavimento Existente.

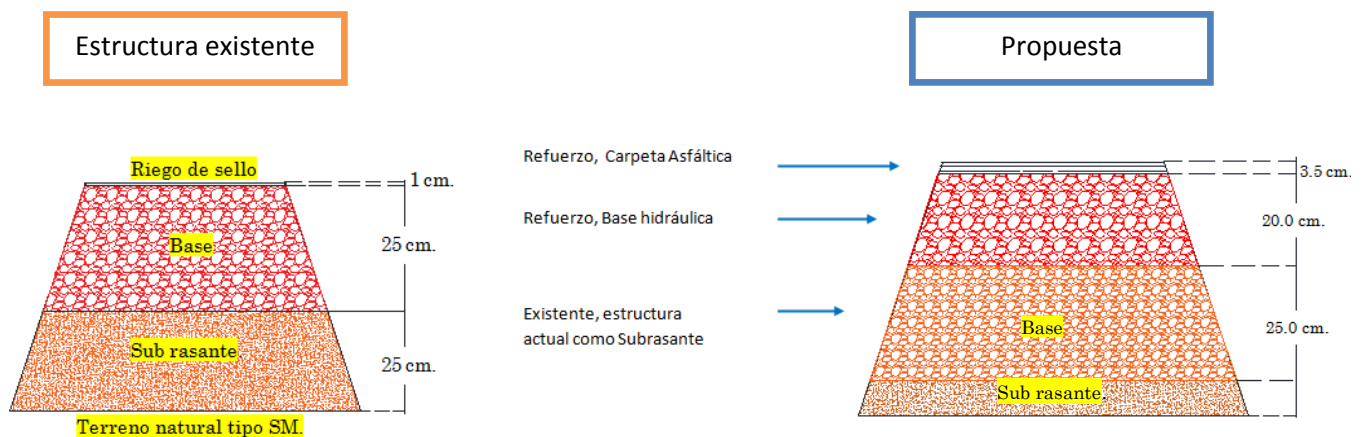
## 7. Alternativas de conservación del pavimento existente, obras de drenaje y señalamiento

Debido al desgaste causado a través del tiempo por el Intemperismo, 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, se propone la siguiente alternativa de conservación.

### PROPUESTA

Actualmente el camino en estudio está compuesto por una estructura de 1 cm de espesor de carpeta asfáltica, 25 cm de base hidráulica, 25 cm de Subrasante 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 es necesario un **refuerzo por deformación y 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**, 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 y principalmente a la falta de mantenimiento, se estima lo siguiente:



## 7.1 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 ésta actividad, la cual deberá tener un residuo asfáltico de sesenta por ciento (60%). La cantidad de emulsión aplicada será de 1.5 lts. /m<sup>2</sup>. 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 ésta actividad, la cual deberá tener un residuo asfáltico de sesenta por ciento (60%). La cantidad de emulsión aplicada será de 0.5 lts. /m<sup>2</sup>. Según Norma: *N-CTR-CAR-1-04-005/00*.
8. Elaborar en planta la mezcla asfáltica en caliente con material pétreo tamaño máximo de 3/8" 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 3.5 cm. con asfalto PG 64-22 y material pétreo tamaño máximo 3/8", 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.

# Capítulo 8.

# Presupuesto de las propuestas

## 8. Presupuesto de las propuestas.

### 8.1 Números generadores, Catálogo de conceptos y presupuesto.

- Números generadores

No.	Clave	concepto	Unidad	lado		Longitud	Ancho	Espesor	Cantidad	Observaciones
				der.	izq.					
<b>TERRACERIAS.</b>										
		Deshierve, Por Unidad de Obra Terminada (P.U.O.T) Incluye: Visita de inspección; delimitación de la zona de deshierve; tala, roza, desenraice y limpia; carga, acarreo, descarga y colocación de los residuos del deshierve; los tiempos de los vehiculos empleados en los transportes de todos los residuos del deshierve, durante las cargas y las descargas; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.								
1	DESH	Deshierve de obras de drenaje	Ha	ambos		1000	1	0.10	0.01	
		Desasolve, Por Unidad de Obra Terminada (P.U.O.T) Incluye: Visitas de inspección; delimitaciones de las zonas de desasolve; corte, extracción, remoción, carga, acarreo, descarga y colocación del material producto del desasolve								
2	DESS	Para obras de drenaje alcantarillas	m <sup>3</sup>			2.5	1.8	1.20	16.20	3 alcantarillas
		para cunetas	m <sup>3</sup>	ambos		800	1	0.15	120.00	
		Cortes, P.U.O.T. (N•CTR•CAR•1•01•003/00) Incluye: Ubicación y delimitación de la zona de corte; en su caso, valor de adquisición de los explosivos y sus artificios; cargas, transportes y descargas hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento; corte, extracción y remoción de los materiales producto de la excavación; afinamiento del corte, conforme a lo indicado en la norma N•CTR•CAR•1•01•006, <i>Afinamiento</i> , y amacice de los taludes; carga, acarreo, descarga y colocación de los materiales producto de la excavación que no se utilicen en la construcción de terraplenes; los tiempos de los vehiculos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas de los materiales producto de la excavación que no se utilicen en la construcción de terraplenes; la conservación del corte hasta que haya sido recibido por la secretaria; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.								
3	CRT	Cualesquiera que sea su clasificación cuando el material se aproveche para conformar el arripe de taludes.	m2	ambos		1500	6	0.01	90.00	El corte que se considera es de 1 cm. De espesor.



PAVIMENTACION.									
		Sub base y base, P.U.O.T. (N•CTR•CAR•1•04•001/11 y N•CTR•CAR•1•04•002/11) Incluye: Desmonte y despalme de los bancos, extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones, cribados y desperdicios de los cribados, trituración parcial o total, disgregado, separación y recolección de los desperdicios, cargas, descargas y todos los acarrees locales necesarios para los tratamientos así como de los desperdicios y formación de los almacenamientos; instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas; permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo al lugar de utilización, descarga y almacenamiento del agua, así como su aplicación e incorporación; cargas en los almacenamientos de los materiales al equipo de transporte, acarreo al lugar de tendido y descarga; operaciones de mezclado, tendido y compactación al grado fijado en el proyecto; escarificación de la superficie compactada para recibir una nueva capa; afinamiento para dar el acabado superficial; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; la conservación de la sub-base o base hidráulica hasta que sea recibida por la Secretaría; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.							
		Recompactación.							
1	PRSB	Escarificación, acamellonado, tendido y compactado para cien por ciento (100%) de la base hidráulica con espesor mínimo de 0.2m.	m <sup>3</sup>	ambos	1500	6	0.20	1,800.00	
		Riego de impregnación con proporción de 1.5 l/m <sup>2</sup> , P.U.O.T., (N•CTR•CAR•1•04•004/00) Incluye: Valor de adquisición o producción del material asfáltico, limpieza del tanque en que se transporte, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas, barrido y limpieza de la superficie sobre la que se aplica el riego; protección de las estructuras o parte de ellas, precauciones para no mancharlas con el material asfáltico y para evitar traslapes excesivos; cargas en el depósito del material asfáltico al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización; aplicaciones del material asfáltico en la forma que fije el proyecto; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes y riego de los materiales durante las cargas y las descargas, y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto; la arena o cualquier otro material que se haya utilizado para cubrir el riego de impregnación, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. incluye lo que corresponda por desmonte y despalme de los bancos, extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones, instalación y desmantelamiento de la planta, alimentación de la planta, cribados y desperdicios de los cribados, trituración total, lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales, cargas, descargas y todos los acarrees locales necesarios para los tratamientos así como de los desperdicios, y formación de los almacenamientos, cargas en los almacenamientos de los materiales al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización, tendido del material, recolección, remoción, depósito en la forma y en el sitio indicado en el proyecto, del material excedente, los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas, y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.							

2	PRIE	Emulsión asfáltica ECI-60 para riego de Impregnación.	l	ambos	1500	6	1.50	13,500.00	
3	PRIB	Barrido, aplicación y pereo.	m <sup>2</sup>	ambos	1500	6	1.00	9,000.00	
		Riego de liga con proporción de 0.5 l/m <sup>2</sup> , P.U.O.T., (N-CTR-CAR-1-04-005/00) Incluye: Valor de adquisición o producción de los materiales asfálticos para el riego de liga, así como aditivos y, en su caso, las fibras que se requieran. Limpieza del tanque en que se transporten, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas. Barrido y limpieza de la superficie donde se aplicará el riego de liga, cargas en la planta al equipo de transporte y acarreo al lugar de colocación, aplicación del riego de liga, los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.							
4	PRLE	Emulsión asfáltica ECR-60 (RR2K) para riego de liga.	l	ambos	1500	6	0.50	4,500.00	
5	PRLB	Barrido y aplicación.	m <sup>2</sup>	ambos	1500	6	1.00	9,000.00	
		Carpetas asfálticas con mezcla en caliente, P.U.O.T., (N-CTR-CAR-1-04-006/09), (N-CMT-4-05-003/08). Incluye: Valor de adquisición o producción de los materiales asfálticos para la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, así como de los aditivos y, en su caso, las fibras que se requieran, limpieza del tanque en que se transporten, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas; desmonte y despalle de los bancos, extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones, cribados y desperdicios de los cribados, trituración parcial o total, lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales, cargas, descargas y todos los acarreos de los materiales y de los desperdicios, formación de los almacenamientos; instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas; secado del material pétreo, dosificación, calentamiento y mezclado de los materiales pétreos, asfálticos, aditivos y, en su caso, fibras; cargas en la planta de la mezcla asfáltica al equipo de transporte y acarreo al lugar de tendido; tendido y compactación de la mezcla asfáltica; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales, durante las cargas y las descargas; la conservación de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente hasta que sea recibida por la Secretaría, y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.							
6	PCA	De Granulometría densa compactada al noventa y cinco por ciento (95%) Marshall.	m <sup>3</sup>	ambos	1500	6	0.035	315.00	El espesor de la carpeta recomendada es de 3.5 cm.

**SEÑALAMIENTO**

	Marcas en el Pavimento, P.U.O.T. (NOM-0.34-SCT2-2011) Incluye: Valor de adquisición de la pintura y microesferas retrorreflejantes o de las marcas preformadas y sus adhesivos, así como carga, transporte y descarga de todos ellos hasta el sitio de su aplicación colocación, y cargo por almacenamiento; limpieza de la superficie donde se aplicarán o colocarán las marcas; ubicación y premarcado o delineado de las marcas; aplicación o colocación de las marcas; incorporación de las microesferas retrorreflejantes; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; la conservación de las marcas hasta que hayan sido recibidas por la Secretaría; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.							
SRAD	Raya amarilla en la orilla derecha (M-3.1) 10cm. ancho	m	ambos	1500			3,000.00	
SRAI	Raya amarilla en la orilla izquierda (M-3.1) 10cm. ancho	m						
SRB	Raya blanca separadora de sentidos de de circulación (M 1) 10cm ancho	m	centro	1500			1,500.00	
	Señales verticales bajas con película reflejante Tipo A de Alta Intensidad, P.U.O.T. (N-CTR-CAR-1-07-005/00) (N-CMT-5-03-001/05) (NOM-034-SCT2-2011) Incluye: Valor de adquisición o fabricación de las señales, estructuras de soporte y demás materiales necesarios para su instalación. Carga, transporte y descarga de las señales y de todos los materiales hasta el sitio de su instalación, y cargo por almacenamiento; ubicación de las señales; excavación; colocación de la estructura de soporte y relleno de la excavación; suministro y colocación de concreto hidráulico; instalación de las señales; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; la conservación de las señales hasta que hayan sido recibidas por la Secretaría; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.							
SVP	Preventivas de 71cm x 71cm	pza	ambos				10.00	
SPV1	Restrictivas de 71cm x 71cm	pza	ambos				5.00	
SPI	Informativa de 30cm x 122cm	pza	ambos				3.00	
	Dispositivos diversos, P.U.O.T.							
SIA	Indicadores de alineamiento OD-6 concreto (N-CTR-CAR-1-07-007/00) (NOM-034-SCT2-2011) Incluye: Valor de adquisición o fabricación de los indicadores de alineamiento y demás materiales necesarios para su instalación. Carga, transporte y descarga de los indicadores de alineamiento y de todos los materiales hasta el sitio de su instalación, y cargo por almacenamiento; ubicación de los indicadores de alineamiento; excavación; colocación de los indicadores de alineamiento y relleno de la excavación; suministro y colocación de concreto hidráulico; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; la conservación de los indicadores de alineamiento hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.	pza	ambos				40.00	COLOCADOS A UNA SEPARACION 5 M.
SBR	Botones reflejantes trapezoidales de dos caras color amarillo (NOM-034-SCT2-2011) Valor de adquisición de lasBotones trapezoidales, así como los adhesivos y demás materiales necesarios para su instalación, incluyendo mermas y desperdicios, carga, transporte y descarga de los Botones trapezoidales y de todos los materiales hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento; limpieza de la superficie donde se instalarán los Botones trapezoidales; ubicación, premarcado e instalación de los Botones trapezoidales; suministro y utilización de agua; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; la conservación de los Botones trapezoidales hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.	pza	ambos				100.00	COLOCADOS A UNA SEPARACION MAX DE 30 M.
SBRB	Botones reflejantes trapezoidales de una cara color blanco (NOM-034-SCT2-2011) Valor de adquisición de lasBotones trapezoidales, así como los adhesivos y demás materiales necesarios para su instalación, incluyendo mermas y desperdicios, carga, transporte y descarga de los Botones trapezoidales y de todos los materiales hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento; limpieza de la superficie donde se instalarán los Botones trapezoidales; ubicación, premarcado e instalación de los Botones trapezoidales; suministro y utilización de agua; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; la conservación de los Botones trapezoidales hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.	pza	ambos				50.00	COLOCADOS A UNA SEPARACION MAX DE 30 M.

- **Presupuesto**

NO.	CLAVE DE CONCEPTO	DESCRIPCION	CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNIT. CON NUMERO	IMPORTE EN \$
<b>TERRACERIAS.</b>						
		<b>Deshierve, Por Unidad de Obra Terminada (P.U.O.T) Incluye:</b> Visita de inspección; delimitación de la zona de deshierve; tala, roza, desenraice y limpia; carga, acarreo, descarga y colocación de los residuos del deshierve; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los residuos del deshierve, durante las cargas y las descargas; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.				
1	DESH	Deshierve de obras de drenaje	0.01	Ha	\$ 1,493.81	\$ 14.94
		<b>Desasolve, Por Unidad de Obra Terminada (P.U.O.T) Incluye:</b> Visitas de inspección; delimitaciones de las zonas de desasolve; corte, extracción, remoción, carga, acarreo, descarga y colocación del material producto del desasolve				
2	DESS	Para obras de drenaje alcantarillas	16.20	m <sup>3</sup>	\$ 53.87	\$ 872.69
		para cunetas	120.00	m <sup>3</sup>	\$ 53.87	\$ 6,464.40
		<b>Cortes, P.U.O.T. (N•CTR•CAR•1•01•003/00) Incluye:</b> Ubicación y delimitación de la zona de corte; en su caso, valor de adquisición de los explosivos y sus artificios; cargas, transportes y descargas hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento; corte, extracción y remoción de los materiales producto de la excavación; afinamiento del corte, conforme a lo indicado en la norma N•CTR•CAR•1•01•006, <i>Afinamiento</i> , y amacice de los taludes; carga, acarreo, descarga y colocación de los materiales producto de la excavación que no se utilicen en la construcción de terraplenes; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas de los materiales producto de la excavación que no se utilicen en la construcción de terraplenes; la conservación del corte hasta que haya sido recibido por la secretaría; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.				
3	CRT	Cualesquiera que sea su clasificación cuando el material se aproveche para conformar el arroje de taludes.	90.00	m <sup>2</sup>	\$ 45.63	\$ 4,106.70
<b>ACUMULADO TERRACERIAS</b>						<b>\$ 11,458.73</b>

PAVIMENTACION.						
		Sub base y base, P.U.O.T. (N•CTR•CAR•1•04•001/11 y N•CTR•CAR•1•04•002/11) Incluye: Desmante y despalme de los bancos, extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones, cribados y desperdicios de los cribados, trituración parcial o total, disgregado, separación y recolección de los desperdicios, cargas, descargas y todos los acarrees locales necesarios para los tratamientos así como de los desperdicios y formación de los almacenamientos; instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas; permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo al lugar de utilización, descarga y almacenamiento del agua, así como su aplicación e incorporación; cargas en los almacenamientos de los materiales al equipo de transporte, acarreo al lugar de tendido y descarga; operaciones de mezclado, tendido y compactación al grado fijado en el proyecto; escarificación de la superficie compactada para recibir una nueva capa; afinamiento para dar el acabado superficial; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; la conservación de la sub-base o base hidráulica hasta que sea recibida por la Secretaría; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.				
		Recompactación.				
1	PRSB	Escarificación, acamellonado, tendido y compactado para cien por ciento (100%) de la base hidráulica con espesor mínimo de 0.2m.	1,800.00	m <sup>3</sup>	\$ 58.91	\$ 106,038.00
		Riego de impregnación con proporción de 1.5 l/m <sup>2</sup> , P.U.O.T., (N•CTR•CAR•1•04•004/00) Incluye: Valor de adquisición o producción del material asfáltico, limpieza del tanque en que se transporte, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas, barrido y limpieza de la superficie sobre la que se aplica el riego; protección de las estructuras o parte de ellas, precauciones para no mancharlas con el material asfáltico y para evitar traslapes excesivos; cargas en el depósito del material asfáltico al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización; aplicaciones del material asfáltico en la forma que fije el proyecto; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes y riego de los materiales durante las cargas y las descargas, y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto; la arena o cualquier otro material que se haya utilizado para cubrir el riego de impregnación, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. incluye lo que corresponda por desmante y despalme de los bancos, extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones, instalación y desmantelamiento de la planta, alimentación de la planta, cribados y desperdicios de los cribados, trituración total, lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales, cargas, descargas y todos los acarrees locales necesarios para los tratamientos así como de los desperdicios, y formación de los almacenamientos, cargas en los almacenamientos de los materiales al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización, tendido del material, recolección, remoción, depósito en la forma y en el sitio indicado en el proyecto, del material excedente, los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas, y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.				

2	PRIE	Emulsión asfáltica ECI-60 para riego de Impregnación.	13,500.00	l	\$	12.39	\$	167,265.00
3	PRIB	Barrido, aplicación y poreo.	9,000.00	m <sup>2</sup>	\$	10.43	\$	93,870.00
		Riego de liga con proporción de 0.5 l/m <sup>2</sup> , P.U.O.T., (N-CTR-CAR-1-04-005/00) Incluye: Valor de adquisición o producción de los materiales asfálticos para el riego de liga, así como aditivos y, en su caso, las fibras que se requieran. Limpieza del tanque en que se transporten, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas. Barrido y limpieza de la superficie donde se aplicará el riego de liga, cargas en la planta al equipo de transporte y acarreo al lugar de colocación, aplicación del riego de liga, los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.						
4	PRLE	Emulsión asfáltica ECR-60 (RR2K) para riego de liga.	4,500.00	l	\$	12.39	\$	55,755.00
5	PRLB	Barrido y aplicación.	9,000.00	m <sup>2</sup>	\$	10.43	\$	93,870.00
		Carpetas asfálticas con mezcla en caliente, P.U.O.T., (N-CTR-CAR-1-04-006/09), (N-CMT-4-05-003/08). Incluye: Valor de adquisición o producción de los materiales asfálticos para la carpeta asfáltica con mezcla en caliente, así como de los aditivos y, en su caso, las fibras que se requieran, limpieza del tanque en que se transporten, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas; desmonte y despalle de los bancos, extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones, cribados y desperdicios de los cribados, trituración parcial o total, lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales, cargas, descargas y todos los acarreos de los materiales y de los desperdicios, formación de los almacenamientos; instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas; secado del material pétreo, dosificación, calentamiento y mezclado de los materiales pétreos, asfálticos, aditivos y, en su caso, fibras; cargas en la planta de la mezcla asfáltica al equipo de transporte y acarreo al lugar de tendido; tendido y compactación de la mezcla asfáltica; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales, durante las cargas y las descargas; la conservación de la carpeta asfáltica con mezcla en caliente hasta que sea recibida por la Secretaría, y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.						
T-F001		De Granulometría densa compactada al noventa y cinco por ciento (95%) Marshall.	315.00	m <sup>3</sup>	\$	2,741.82	\$	863,673.30
<b>ACUMULADO PAVIMENTOS</b>							<b>\$</b>	<b>1,380,471.30</b>

SEÑALAMIENTO							
		Marcas en el Pavimento, P.U.O.T. (NOM-034-SCT2-2011) Incluye: Valor de adquisición de la pintura y microesferas retrorreflejantes o de las marcas preformadas y sus adhesivos, así como carga, transporte y descarga de todos ellos hasta el sitio de su aplicación colocación, y cargo por almacenamiento; limpieza de la superficie donde se aplicarán o colocarán las marcas; ubicación y premarcado o delineado de las marcas; aplicación o colocación de las marcas; incorporación de las microesferas retrorreflejantes; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; la conservación de las marcas hasta que hayan sido recibidas por la Secretaría; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.					
1	SRAD	Raya amarilla en la orilla derecha (M-3.1) 10cm ancho	3,000.00	m	\$	9.67	\$ 29,010.00
2	SRAI	Raya amarilla en la orilla izquierda (M-3.1) 10cm ancho	0.00	m			
3	SRB	Raya blanca separadora de sentidos de circulación (M I) 10cm ancho	1,500.00	m	\$	9.51	\$ 14,265.00
		Señales verticales bajas con película reflejante Tipo A de Alta Intensidad, P.U.O.T. (N-CTR-CAR-1-07-005/00) (N-CMT-5-03-001/05) (NOM-034-SCT2-2011) Incluye: Valor de adquisición o fabricación de las señales, estructuras de soporte y demás materiales necesarios para su instalación. Carga, transporte y descarga de las señales y de todos los materiales hasta el sitio de su instalación, y cargo por almacenamiento; ubicación de las señales; excavación; colocación de la estructura de soporte y relleno de la excavación; suministro y colocación de concreto hidráulico; instalación de las señales; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; la conservación de las señales hasta que hayan sido recibidas por la Secretaría; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.					\$ -
	X-C001	Preventivas de 71cm x 71cm	10.00	pza	\$	1,315.76	\$ 13,157.60
	X-C1001	Restrictivas de 71cm x 71cm	5.00	pza	\$	1,321.37	\$ 6,606.85
	X-C2001	Informativa de 30cm x 122cm	3.00	pza	\$	1,025.90	\$ 3,077.70
		Dispositivos diversos, P.U.O.T.					
4	SIA	Indicadores de alineamiento OD-6 concreto (N-CTR-CAR-1-07-007/00) (NOM-034-SCT2-2011) Incluye: Valor de adquisición o fabricación de los indicadores de alineamiento y demás materiales necesarios para su instalación. Carga, transporte y descarga de los indicadores de alineamiento y de todos los materiales hasta el sitio de su instalación, y cargo por almacenamiento; ubicación de los indicadores de alineamiento; excavación; colocación de los indicadores de alineamiento y relleno de la excavación; suministro y colocación de concreto hidráulico; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; la conservación de los indicadores de alineamiento hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.	40.00	pza	\$	216.15	\$ 8,646.00

5	X-E001	Botones reflejantes trapezoidales de dos caras color amarillo (NOM-034-SCT2-2011) Valor de adquisición de las Botones trapezoidales, así como los adhesivos y demás materiales necesarios para su instalación, incluyendo mermas y desperdicios, carga, transporte y descarga de los Botones trapezoidales y de todos los materiales hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento; limpieza de la superficie donde se instalarán los Botones trapezoidales; ubicación, premarcado e instalación de los Botones trapezoidales; suministro y utilización de agua; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; la conservación de los Botones trapezoidales hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.	100.00	pza	\$	30.05	\$	3,005.00	
	X-E020	Botones reflejantes trapezoidales de una cara color blanco (NOM-034-SCT2-2011) Valor de adquisición de las Botones trapezoidales, así como los adhesivos y demás materiales necesarios para su instalación, incluyendo mermas y desperdicios, carga, transporte y descarga de los Botones trapezoidales y de todos los materiales hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento; limpieza de la superficie donde se instalarán los Botones trapezoidales; ubicación, premarcado e instalación de los Botones trapezoidales; suministro y utilización de agua; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; la conservación de los Botones trapezoidales hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.	50.00	pza	\$	30.05	\$	1,502.50	
<b>ACUMULADO SEÑALAMIENTO</b>							<b>\$</b>	<b>79,270.65</b>	
SUMA TERRACERIAS								\$	11,458.73
Y OBRAS DE DRENAJE									
SUMA PAVIMENTOS								\$	1,380,471.30
SUMA SEÑALAMIENTO								\$	79,270.65
<b>SUB TOTAL</b>								<b>\$</b>	<b>1,471,200.68</b>
<b>I.V.A.</b>								<b>\$</b>	<b>235,392.11</b>
<b>AJUSTE</b>								<b>\$</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL</b>								<b>\$</b>	<b>1,706,592.79</b>



# Capítulo 9.

## Procedimiento de las alternativas propuestas.

## 9. Procedimiento de las alternativas propuestas

### 9.1 Especificaciones generales y particulares.

#### 1. 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.*

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

Los agregados 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*

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.*

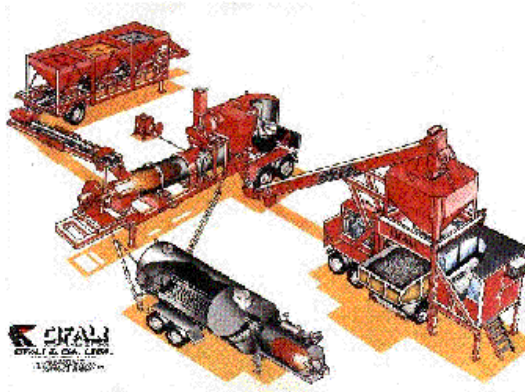
## Mezcla en planta.

Mezcla en planta es la mezcla de agregado 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: ac - 20, que deben cumplir con las especificaciones y dependiendo del proyecto deberá cumplirse lo especificado en las normas s.c.t. vigentes



Planta Móvil

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.

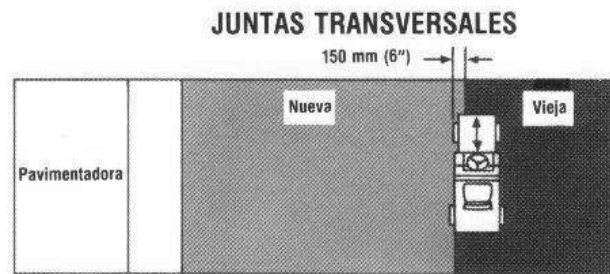
Las mezclas deberán extenderse sobre superficies secas y previamente imprimadas. Sólo deberán colocarse y compactarse mezclas cuando la temperatura ambiental sea de por lo menos 10°C, sin bruma ni lluvia.

- Compactación

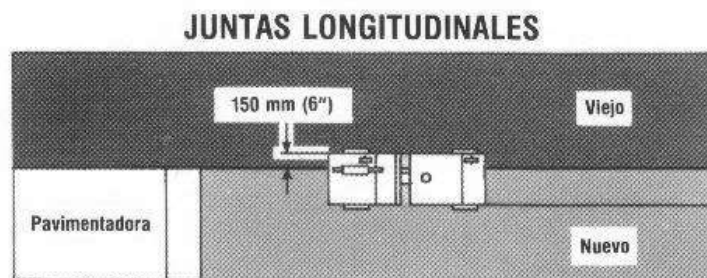
Antes de iniciar la compactación la mezcla deberá esparcirse, enrasarse y perfilarse. Deberá alcanzar el nivel de densificación requerido y una textura uniforme. Para lograr estos efectos se podrá iniciar la compactación utilizando un compactador de ruedas de acero tipo tándem, para luego continuar con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

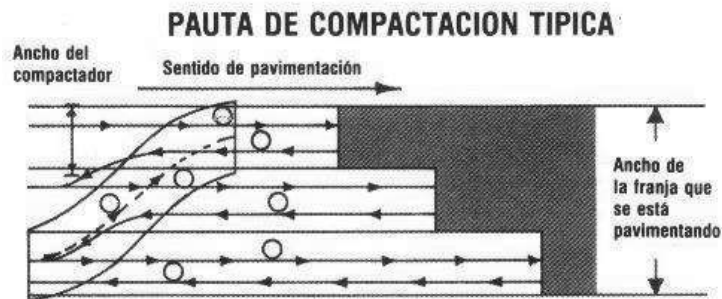


**Compactación inicial:** la compactación inicial debe seguir inmediatamente al de las juntas longitudinales y bordes. Los rodillos deben trabajar lo más cerca de la terminadora para obtener la densidad adecuada sin causar un desplazamiento indebido.

**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.

➤ **Calidad de materiales:**

**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 $\Sigma L$ [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)
Vacios en la mezcla asfáltica (VMC); %	3 – 5	3 – 5
Vacios ocupados por el asfalto (VFA); %	65 – 75	65 - 75

[1]  $\Sigma L$  = 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 Mm (in)				
Abertura mm	Designación	9.5 (3/8)	12.5 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	37.5 (1 1/2)
Porcentaje que pasa						
50	2"	---	---	---	---	100
37.5	1 1/2"	---	---	---	100	90 – 100
25	1"	---	---	100	90 – 100	76 – 90
19	3/4"	---	100	90 – 100	79 – 82	66 – 83
12.5	1/2"	100	90 – 100	76 – 89	64 – 81	53 – 74
9.5	3/8"	90 – 100	79 – 92	67 – 82	56 – 75	47 – 68
6.3	1/4"	76 – 89	66 – 81	56 – 71	47 – 65	39 – 59
4.75	Nº 4	68 – 82	59 – 74	50 – 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  $\Sigma L$** ). Norma *N-CMT-4-04/08*

Malla		Tamaño nominal del material pétreo Mm (in)				
Abertura mm	Designación	9.5 (3/8)	12.5 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	37.5 (11/2)
		Porcentaje que pasa				
50	2"	---	---	---	---	100
37.5	1 1/2"	---	---	---	100	90 – 100
25	1"	---	---	100	90 – 100	74 – 90
19	3/4"	---	100	90 – 100	79 – 90	62 – 79
12.5	1/2"	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	1/4"	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  $\Sigma L$** ). 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



EmulsiónEmulsión 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°
---------------------	-------------

### 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 Siguiete Tabla y Figura:

**Figura 1.-** Regiones geográficas para la utilización recomendable de cementos asfálticos Grado PG. Zona de estudio: Chucándiro, Mich. (Zona 1, PG 64-22)



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

**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 ( $\Sigma L_{10}$ )[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 (cruceos)
$\Sigma L_{10} < 10^6$	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]  $\Sigma L_{10}$  = Numero de ejes equivalentes de 8.2 t (ESAL), esperado durante un periodo de servicio del pavimento de 10 años.

## 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
<b>Asfalto original</b>																	
Punto de inflamación Cleveland <sup>(1)</sup> , °C, mín.	230																
Viscosidad dinámica a 135°C <sup>(2)</sup> , Pa·s (P <sup>(2)</sup> ), máximo	3																
Módulo reológico de corte dinámico (G*/sen δ) <sup>(1)(3)</sup> , kPa, mínimo	1																
• Temperatura de prueba @ 10 rad/s; °C	64				70				76			82			88		
<b>Después de prueba de película delgada y aire de horno <sup>(1)</sup></b>																	
Pérdida por calentamiento; %, máximo	1																
Módulo reológico de corte dinámico (G*/sen δ) <sup>(1)</sup> , kPa, mínimo	2,2																
• Temperatura de prueba @ 10 rad/s; °C	64				70				76			82			88		
<b>Después de envejecimiento en vasija de presión temperatura y aire</b>																	
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 <sup>(4)</sup> , máximo	Reportar																
Rigidización (G* sen δ) <sup>(1)</sup> , 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) <sup>(5)</sup> , 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.

# Capítulo 10. Conclusiones

**Conclusiones:**

Una vez realizados los estudios de campo, gabinete y laboratorio antes mencionados y expuestos en cada uno de los capítulos anteriores, se puede concluir que el camino de Tahuácaro – La presa del km 0+000 al 1+500 se encuentra en condiciones desfavorables para transitar, de acuerdo 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 de los resultados del Índice de servicio actual.

Se procedió a revisar la estructura existente, realizando calas o sondeos a lo largo del tramo para analizar los materiales de que consta la estructura actual y el espesor de cada capa.

Se revisó por medio del programa DISPAV si el objeto de estudio cumple con el esfuerzo por deformación y fatiga; el cual nos arrojó que *requiere un refuerzo por deformación y por fatiga*, así que se propone una nueva estructura que cumpla con dichos esfuerzos y el servicio que debe de brindar dicha vialidad.

Los resultados obtenidos son: 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 3.5 cms. de espesor. Con esto se asegura 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](mailto:normas@imt.mx)
- **Sistema de evaluación de pavimentos versión 2.0**  
Instituto Mexicano del Transporte  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes
- **Catálogo de deterioros en pavimentos flexible de carreteras mexicanas**  
Instituto Mexicano del Transporte  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes
- **Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil**  
Joseph E. Bowles  
Ed. Mc Graw-Hill