



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE  
TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN  
Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL  
CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE  
TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL  
KM 8+300.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:**

**ISAID CAMPA DOMÍNGUEZ**

**ASESOR:**

**DR. MARIO SALAZAR AMAYA**

**Morelia Michoacán; Noviembre 2012**



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**

Morelia, Mich a 13 de Agosto de 2012

C. ISAID CAMPA DOMÍNGUEZ  
PRESENTE

Asunto: Carta de Aceptación  
de Inicio de Trabajo.

Por medio de la presente y en atención a su solicitud para iniciar el desarrollo de su trabajo relativo a la Licenciatura en Ingeniería Civil, una vez analizado el tema propuesto, se le comunica la aceptación a fin de que lleve a cabo el desarrollo del trabajo denominado "MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN, DEL KM 5+800 AL KM 8+300.", mismo que será asesorado por el profesor Mario Salazar Amaya.

Si no más por el momento, me despido enviándole un cordial saludo.

ATENTAMENTE

---

JOAQUÍN CONTRERAS LOPEZ  
DIRECTOR  
Facultad de Ingeniería Civil

## RESUMEN

En este trabajo de tesis se describe el proceso constructivo desde cero para la construcción a base de modernización para un tramo carretero localizado en el municipio de Tuzantla, en el estado de Michoacán. El cual consiste básicamente en analizar desde el inicio del proyecto ejecutivo fundamental para conocer en qué condiciones se encuentra el camino para con ello tener los parámetros de diseño que nos faciliten un diseño eficaz y su posterior construcción acorde a las necesidades actuales y futuras para las que se diseña el nuevo camino. Enseguida se abordan temas importantes como: características geométricas del proyecto, localización y análisis de los diferentes materiales a emplear en la construcción. Con lo anterior dando paso a la etapa del proceso constructivo partiendo con la vista de obra al lugar de los trabajos, el trazo y nivelación fundamentales para partir con el frente de trabajo en obra, despalme y desmonte en el eje del proyecto, los cortes y terraplenes que se van generando acorde al proyecto y aquellos que aunque no estaban contemplados en proyecto pero que como todo proyecto constructivo generan algunas correcciones en obra y se deben hacer para la correcta ejecución de la misma dando paso a la construcción de la capa de terracería (cortes y terraplenes), enseguida o la par como actividad simultanea la construcción de obras de drenaje menor y la ampliación de las existentes, toda vez que lo anterior se encuentre terminado se coloca la capa de base hidráulica en la cual a su término se impermeabilizará con un riego de impregnación con material asfáltico (emulsión asfáltica), para posteriormente colocar el riego de liga y la carpeta asfáltica, quedando así constituida casi a su totalidad la estructura del camino dando paso a la elaboración de las cunetas, bordillos y lavaderos para dar fin a la estructura del camino y entonces se suministra y coloca el señalamiento horizontal y vertical en nuestro camino para dar fin a esta obra de infraestructura carretera.

## DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

*“Lo importante no es lo que han hecho de nosotros, sino lo que hacemos con lo que nos han hecho de nosotros”*

Jean Paul Sartre

**A mis padres** por quienes soy, tengo y seré, a ustedes por brindarme su apoyo incondicional, no hay palabras para agradecerles todo lo que han hecho por mí, son fuente de inspiración y la luz de mi vida, muchas gracias.

**A mis hermanos y hermanas** ustedes quienes son compañeros de vida, de experiencias y demás alegrías que pasamos y vendrán, más que mis hermanos son parte de mí, ustedes cada uno aporta alegría a mi vida, gracias por ser y estar ahí a cada paso.

Para **mis padrinos** Pedro García Osornio y Silvia Campa Hernández, por su bondad y aliento en cada etapa de mi carrera.

**Fernanda Lázaro Oribio** aun guardo cada palabra y el pincel con el que pinta mis días de color cuando son grises, ella quien me dio la fuerza para iniciar y terminar esta tesis, te debo mucho espero poder pagarlo algún día.

*“Uno recuerda con aprecio a los maestros brillantes, pero con gratitud a los que tocaron nuestros sentimientos”*

Carl Jung

**Dr. Mario Salazar Amaya** más que mi jefe, profesor y asesor de tesis, mi amigo a quien admiro por ser una noble persona que no ve obstáculos sino oportunidades.

**Dra. Elia Mercedes Alonso Guzmán** mi tutora quien ha inculcado en mí el sentido del trabajo y sus recompensas, una persona no nace siendo ni sabiendo lo que tiene lo consigue con su trabajo, ella ha sido un ejemplo.

**MA. Wilfrido Martínez Molina** quien predica con el ejemplo, sus palabras, enseñanzas y virtudes fueron y serán clave para mi formación.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	I
DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS.....	II
ÍNDICE.....	III
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	3
II.1 Marco descriptivo del proyecto.....	3
II.1.1 Entorno geográfico.....	3
II.1.2 Ubicación del tramo carretero.....	4
II.1.3 Orografía general.....	5
II.1.4 Hidrografía general.....	5
II.1.5 Clima.....	5
II.2 Descripción de la zona donde se desarrolla el proyecto.....	5
II.2.1 Topografía.....	5
II.2.2 geología general.....	6
II.2.3 Principales ecosistemas.....	6
II.2.4 Recursos naturales.....	7
II.3 Características del camino.....	7
II.4 Estudios preliminares.....	8
II.5 Vista de la zona de beneficio social.....	11
II.5.1 Informes técnicos con los resultados de los estudios realizados.....	12
	III

II.5.2 Hidrología.....	14
II.5.3 Obras hidráulicas con las que se contaba en el camino.....	15
II.5.4 Mapa de isoyetas.....	16
II.5.5 Estudio de drenaje de las obras complementarias.....	17
II.5.6 Estudios de subdrenaje.....	19
II.5.7 Estudios de estabilidad de taludes en cortes y terraplenes.....	19
II.5.8 Señalamiento.....	20
II.5.9 Catalogo de conceptos y cantidades de obra.....	20
II.5.10 Especificaciones técnicas particulares.....	21
II.6 Diseño.....	23
II.6.1 Generalidades.....	23
II.6.1.1 Características del camino.....	23
II.6.2 Planta del camino.....	24
II.6.3 Perfil del camino.....	25
II.6.4 Secciones del camino.....	26
III. PRUEBAS DE LABORATORIO Y MATERIALES UTILIZADOS.....	28
III.1 Estudios preliminares.....	28
III.2 Pruebas de laboratorio en proceso constructivo.....	30
III.2.1 Terreno natural.....	30
III.2.2 Sub-rasante.....	31
III.2.3 Base hidráulica.....	32
III.2.4 Informe técnico del comportamiento a compresión para muestras de mortero-arena.....	33

III.2.5 Capa de rodamiento (carpeta asfáltica).....	35
III.2.6 Informe técnico sobre la calidad de pintura para tráfico pesado base solvente.....	37
IV. PROCESO CONSTRUCTIVO.....	38
IV.1 Visita de obra.....	38
IV.2 Trazo y nivelación.....	40
IV.3 Identificación y muestreo en bancos de material.....	41
IV.3.1 Bancos de materiales.....	41
IV.4 Despalme y deshierbe de la zona de trabajo así como de la zona federal que la SCT, condicione con la población.....	43
IV.5 Corte en terreno natural y acarreo del material fuera de la obra.....	44
IV.6 Nivelación y compactación de terreno natural.....	45
IV.7 Construcción de obras de drenaje menor, nuevas y ampliación de las existentes, excavaciones, plantillas, tubería de concreto, cabezales, apostillado de tubería, losas de concreto armado y rellenos.....	46
IV.7.1 Excavación para obras de drenaje.....	46
IV.7.2 Rellenos.....	47
IV.7.3 Mampostería.....	48
IV.7.4 Plantillas de concreto simple.....	50
IV.7.5 Alcantarillas de tubo.....	52
IV.8 Suministro, colocación y compactación de capa de material de banco, con calidad de subrasante, para recibir posteriormente la capa de base hidráulica.....	54
IV.9 Suministro, colocación y compactación de la capa de material de banco, con calidad de base hidráulica, e impregnación de la misma, para recibir posteriormente la carpeta asfáltica.....	56

IV.10 Suministro, colocación y compactación de carpeta asfáltica como superficie de rodamiento.....	59
IV.11 Construcción de cunetas y bordillos de concreto hidráulico.....	62
IV.12 Suministro y colocación de señalamiento vertical y horizontal.....	64
IV.13 Señalamientos y dispositivos de protección de obras.....	66
V. TIPO DE MAQUINARIA EMPLEADA.....	67
V.1 Desmonte y cortes.....	67
V.2 Terraplenes.....	68
V.3 Estructuras y obras de drenaje.....	70
V.4 Subrasante y base.....	73
V.5 Carpeta asfáltica.....	76
V.6 Señalamiento horizontal.....	79
V.7 Señalamiento vertical.....	79
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
VII. BIBLIOGRAFIA.....	82

ANEXO



## I. INTRODUCCION.

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo fundamental dar a conocer el cómo se realizó la construcción de un tramo carretero cuya longitud es de 2.5 km. El cual se realizó en el año 2011 en el municipio de Tuzantla, Michoacán, como parte del programa federal de modernización de obras carreteras alimentadoras, siendo así que la obra de infraestructura de la cual se trata el presente trabajo fue de índole federal y por ende su supervisión por parte de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) sede Michoacán la cual licito la obra mediante invitación restringida a tres empresas siendo la empresa ganadora el contratista Ulises Campa Duran, quien fungió como responsable directo de los trabajos encomendados en la obra. Un servidor participó en el proyecto mediante supervisión en obra, siendo responsable en aspectos técnico-administrativos de la misma, siendo así que al tener una participación directa en la obra me es grato transmitir el conocimiento de campo que se adquiere en la práctica profesional y que ciertamente se complementa en su totalidad con lo aprendido en el aula, así pues el presente trabajo de recopilación, organización e interpretación de la información que esta obra carretera brinda me resulta benéfico para el aquel alumno de ingeniería civil que se encuentra estudiando alguna materia relacionada a caminos y que necesita material de consulta acerca del cómo se hacen los trabajos, que son estos y la importancia del orden de los mismos.

De manera personal resulta interesante que este trabajo lleva de la mano a quien lo consulte desde los trabajos primeros que son fundamentales para el proyecto ( proyecto de gabinete), los estudios necesarios para elaborar el diseño del pavimento, los estudios de impacto ambiental y demás importantes que en su conjunto nos dan paso a tener un proyecto constructivo y poder elaborar los programas de ejecución de la obra y de los montos financieros de los que comprende el costo de la obra tanto en costo directo como indirecto así como el impacto del beneficio social que la obra tendrá en la zona.

A partir del tema de pruebas de laboratorio y materiales utilizados podremos analizar netamente la importancia de una buena planeación en la obra y de lo importante que resulta el uso y correcta interpretación de las normas que la SCT brinda a nosotros los constructores ya que son herramientas básicas para la correcta elaboración de los conceptos de trabajo y también nos sirven como amparo en caso de presentarse incertidumbre al momento de la supervisión por parte de la misma secretaria, estos casos donde por falta de criterio o bien experiencia en campo no se sabe con exactitud el cómo y con que se van a realizar los trabajos, las normas son fundamentales y llegan a fungir como la última palabra

en obra, debido a ello un ingeniero civil y para este caso un ingeniero caminero tiene la responsabilidad y tarea de conocer las normas, si bien no al pie y de memoria, si al menos saber donde consultar y de cómo aplicar dicha normativa y es una tarea que él como profesional de la construcción debe hacer sin necesidad de que su superior lo indique, ya que con ello asegura la calidad de la obra y su correcta ejecución.

En el apartado de proceso constructivo usted podrá apreciar a bien los trabajos de la obra en su totalidad desde cero hasta la entrega de la obra a los usuarios, se presenta etapa por etapa acorde al catalogo de conceptos elaborados y entregados por parte de la secretaria, siendo así entonces que usted no pierde detalle de los que se está haciendo y como hace, un aspecto fundamental para quien no ha tenido contacto directo en obra debido a la facilidad con que se ha elaborado este trabajo no tiene mayor complicación que leer la explicación de que parte o concepto se elabora y por otro lado complementar de lo que se está hablando con el apoyo visual de cada una de las actividades que se describen.

Por su parte en el siguiente tema del trabajo en lo referente a la maquinaria empleada para la construcción del tramo carretero usted tiene de manera global el quipo y maquinaria que se utilizo en la obra, se presenta de manera que para cada etapa del proceso se tiene que maquinaria y equipo es necesario o bien el recomendado por la propia dependencia, que para este caso se ha presentado en formatos de calendario o programación de la maquinaria y equipo por parte de la secretaria y que debe tener a bien el contratista de seguir, sin embargo cabe hacer la mención que muchas de las veces no se cuenta con el equipo exacto que marca la secretaria y se hace uso de algún otro con características similares y esto no podría ocasionar mayor problema siempre y cuando se cuide la calidad y el avance en tiempos y recursos por ambas partes siempre cuidando la correcta ejecución de la obra.

Para finalizar el trabajo se cuenta con un apartado donde se hacen las conclusiones y recomendaciones técnicas de los detalles constructivos que se presentaron en obra, propiamente de los atrasos y motivos por los que se pueden presentar problemas en cuanto a tiempos y recursos económicos, las recomendaciones que aquí se hacen son a bien para que usted una vez que se encuentre trabajando en una obra carretera similar o cualquier otra donde se presenten problemas de esta índole usted tenga al menos una idea del por qué y el posible como solucionar dicho problema.

## II. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### II.1 Marco descriptivo del proyecto.

#### II.1.1 Entorno geográfico.

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, su extensión de 59,864 km<sup>2</sup> representa el 3% de la superficie total del país. Al Norte colinda con Guanajuato; al Noroeste con Querétaro; al Oriente con el Estado de México; al Sur y Sureste con Guerrero y con el Océano Pacífico y, al Oeste con Colima y Jalisco. El municipio de Tuzantla, tiene una extensión territorial de 1,018.49 kilómetros cuadrados y representa el 1.73 % del estado, está ubicado en las coordenadas  $19^{\circ}12'$  de latitud norte y  $100^{\circ}34'$  de longitud oeste, a una altura de 580 metros sobre el nivel del mar, limita al Norte con Jungapeo e Hidalgo, al Este con Juárez y Susupuato, al Sur con el Estado de México y Tiquicheo. Su distancia a la capital del Estado es de 215 km.



Figura 2.1. Macro localización de la zona de proyecto.

## II.1.2 Ubicación del tramo carretero.

El tramo en estudio tiene como, inicio el km 0+000 en la población Paso de la Virgen, hasta llegar a la salida de la población El Olivo en el km 17+020. Para la presente solo se hablara del km 5+800 al 8+300, que corresponde a la segunda etapa del proyecto.



Figura 2.2. Micro localización de la zona del proyecto.

### **II.1.3 Orografía general.**

Su relieve los constituyen el sistema volcánico transversal, los cerros Picos de Cucha, Cabildo y Mesa Rica.

### **II.1.4 Hidrografía general.**

Su hidrografía la constituyen los ríos Tuzantla, Chiquito y Copándaro, los arroyos de Chiranganguo, del Manzano, del Chile, Grande y Cascalote cuenta además con algunos manantiales de aguas termales.

### **II.1.5 Clima.**

Su clima es tropical con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1.184.5 milímetros y temperaturas que oscila entre 19.9 a 36.7° centígrados.

## **II.2 Descripción de la zona donde se desarrolla el proyecto.**

### **II.2.1 Topografía.**

Como ya se comento, el proyecto global se inicia en el entronque situado en el cadenamamiento 0+000, con la carretera Tuzantla – Zitácuaro, en las salida de la población de Tuzantla, lugar conocido como Paso de la Virgen, iniciamos con una pendiente longitudinal ascendente pronunciada y curvas horizontales cerradas, un tramo en planicie, y un pendiente descendente hasta la población de Caña Quemada, dentro de este mismo poblado tenemos nuevamente un pendiente ascendente (km 2+520) hasta el km 2+840, llegando a un zona en lomerío en ubicada en las faldas del cerro el tecolote, esta zona se presenta hasta el km 3+960, donde se inicia el descenso hasta el km 4+600 donde se ubica una obra de drenaje mayor representada por un vado de concreto de aprox. 50 ml, e inmediatamente se tiene la población de Tiripitio, donde tenemos pendientes ascendentes fuertes las mismas que se mantienen hasta el km 5+700 para posteriormente tener pendientes ascendentes más ligeras hasta el km 7+600, donde se inicia un nuevo descenso con pendientes medias a fuertes hasta la población de Tamata , km 8+200, donde nuevamente iniciamos con pendientes ascendentes medias a fuertes hasta el km 8+700, donde se tiene el cambio a pendientes descendentes de un orden medio, hasta el km 10+300, donde tenemos un puente de concreto de aprox. 80 ml, a 700 m de este puente nos encontramos con la población de Taracatio, manteniendo una topografía en lomerío hasta el km 13+500, donde se inicia un nuevo ascenso con pendientes del orden medio hasta la población de El Olivo en el km 17+120,(kilometrajes referidos a el levantamiento topográfico).

## II.2.2 Geología general.

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, terciario inferior y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo de pradera y chernozem. Su uso es primordialmente ganadero y en menor proporción forestal y agrícola.

Los principales suelos que podemos encontrar son:

- TeCgp-Ar.-  
Conglomerado policimítico – arenisca, de la era Cenozoico, del Periodo terciario, paleógeno.
- Kare-Cgo-Cz.-  
Conglomerado Oligomictico - Caliza, de la era Mesozoica, del Periodo Cretacito Inferior y parte del Superior, Apitano y Albiano.

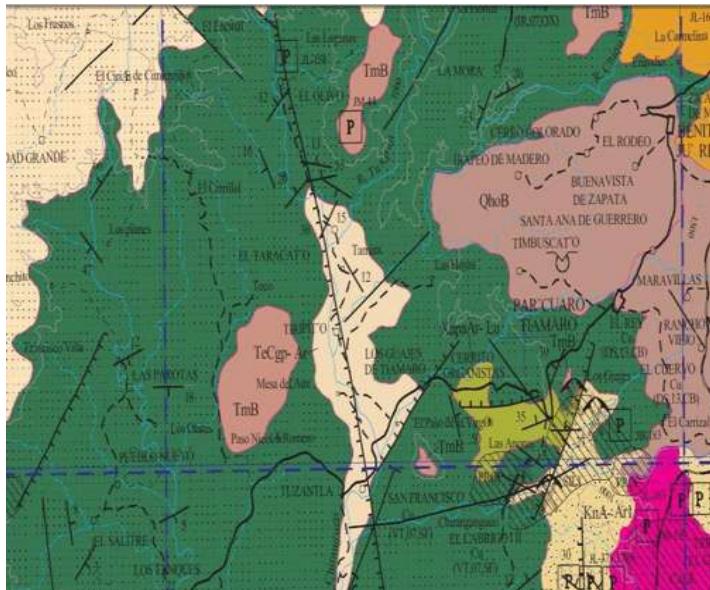


Figura 2.3. Tipos de suelos en la zona de proyecto. Fuente: INEGI

Así mismo la geología muestra varias fracturas que cruzan en camino de forma perpendicular y una falla de tipo normal a lo largo del camino.

## II.2.3 Principales ecosistemas.

En el municipio domina el bosque tropical deciduo con especies de cuéramo, palo dulce, cacto y huisache. Su fauna la conforman la zorra, tejón, armadillo, tlacuache, mapache y zorrillo.

## **II.2.4 Recursos naturales.**

La explotación forestal maderable es ocupada por pino y encino, la no maderable por matorrales diversos y especies de selva baja. El municipio cuenta con yacimiento de cobre.

## **II.3 Características del camino.**

Por las condiciones generales del camino, y conforme las características de la topografía, se decide conjuntamente la proyección de un camino rural y alimentador con las especificaciones de la SCT, para tipo “C”, a reserva que en algunos tramos por el tipo de topografía y ubicación de poblaciones se tendrán consideraciones como camino tipo “D”, de las cuales son:

- Tipo: “C”
- TDPA: de 500 a 1500 vehículos.
- Tipo de Terreno: Montaña, Lomerío y Plano.
- Velocidad de Proyecto: 40 – 70 KPH.
- Grado Máximo de curvatura: 30° (algunas curvas en 60°)
- Pendiente Gobernadora y Máxima: 8% y 12%
- Ancho de Calzada y Corona: 7.0 m. y 7.0 m.
- Sobreelevación Máxima: 10 %
- Bombeo: 2%.

Los vehículos que normalmente transitan por este camino, en su mayoría son vehículos ligeros tipo “A” y tipo “B”, y en menor cantidad de tipo “C”, vehículos de los pobladores de la región y utilizados para el traslado de mercancía y servicios, así mismo debemos considerar el tránsito que se tendrá con la modernización de esta vía y estimar un porcentaje para vehículos del tipo T-S [1].

## II.4 Estudios preliminares.

Los estudios y proyectos de caminos alimentadores en la red de carreteras del estado tienen como finalidad ofrecer al usuario y a los habitantes de la población comunicada, vías de comunicación más seguras y eficientes, permitiendo el incremento de los servicios de salud, educación, alimentos, y turismo en este caso, que al final benefician la calidad de vida de los habitantes del estado de Michoacán.

Como ya se planteó en incisos anteriores, el objetivo principal es el de proveer de una vía de comunicación eficiente y segura, permitiendo el flujo de los habitantes de la región. Al realizar este proyecto se está contribuyendo con el beneficio directo de las poblaciones de Tuzantla, Paso de la Virgen, Caña Quemada, Tiripitio, Tamata, Taracatio y El Olivo, así como de las poblaciones aledañas; el camino en general ya existe pero se mejorara en condiciones de proyecto geométrico y obras hidráulicas, al considerar una estructura de pavimento nueva y varias correcciones geométricas.

Los resultados de los estudios practicados a este camino se resumen en los siguientes párrafos.

- **Topografía:** proyecto se inicia en el entronque situado en el cadenamamiento 0+000, con la carretera Tuzantla – Zitácuaro, en las salida de la población de Tuzantla, lugar conocido como Paso de la Virgen, iniciamos con una pendiente longitudinal ascendente pronunciada y curvas horizontales cerradas, un tramo en planicie y un pendiente descendente hasta la población de Caña Quemada, dentro de este mismo poblado tenemos nuevamente un pendiente ascendente (km 2+520) hasta el km 2+840, llegando a un zona en lomerío en ubicada en las faldas del cerro el tecolote, esta zona se presenta hasta el km 3+960, donde se inicia el descenso hasta el km 4+600 donde se ubica una obra de drenaje mayor representada por un vado de concreto de aprox. 50 ml, e inmediatamente se tiene la población de Tiripitio, donde tenemos pendientes ascendentes fuertes las mismas que se mantienen hasta el km 5+700 para posteriormente tener pendientes ascendentes más ligeras hasta el km 7+600, donde se inicia un nuevo descenso con pendientes medias a fuertes hasta la población de Tamata , km 8+200, donde nuevamente iniciamos con pendientes ascendentes medias a fuertes hasta el km 8+700, donde se tiene el cambio a pendientes descendentes de un orden medio, hasta el km 10+300, donde tenemos un puente de concreto de aprox. 80 ml, a 700 m de este puente nos encontramos con la población de Taracatio, manteniendo una topografía en lomerío hasta el km 13+500, donde se inicia un nuevo ascenso con pendientes del orden medio hasta la población de El Olivo en el km 17+120,(kilometrajes establecidos en el levantamiento topográfico).



- **Geotecnia:** Para este caso se realizaron exploraciones a lo largo del eje de trazo, perforando hasta una profundidad de 1.50 m, sobre los costados de la carretera actual, encontrando principalmente como mejoramiento para la carretera actual, suelos de tipo gravas bien y mal graduadas GW y GP, en algunos sondeos arenas, y como terreno natural, gravas bien y mal graduadas GW y GP, arenas bien y mal graduadas SW y SP con suelos finos de tipo limosos.
- **Hidrología:** En este proyecto lo sobresaliente serían los flujos intermitentes que se tendrán de las partes altas, como flujos temporales y la concentración que se tendrá de estos escurrimientos en las obras complementarias, para posteriormente desalojar los flujos mediante alcantarillas, existiendo dos cruces importantes donde se tiene un vado con de concreto y un puente que no entrarían dentro de nuestro proyecto pero si en algunas consideraciones generales.
- **Geometría:** Representada por curvas horizontales y verticales para un camino tipo “C”, y en algunos subtramos con características de tipo “D”, con sobreelevaciones y ampliaciones en curvas, bombeo en su sección transversal, indicación de tramos de cunetas y bordillos, señalamiento vertical y horizontal, que se propone para mejorar la funcionalidad del camino, y obras complementarias de drenaje menor en las cuales se realizaran las ampliaciones correspondientes y si es necesario se propondrán otras.
- **Obstáculos especiales:** De manera general; no hay líneas de fibra óptica telefónica, gasoductos, red eléctrica subterránea que se consideren como obstáculos especiales.

La situación al inicio de la obra en términos generales es regular, se considera transitable en un 70%, aunque el camino no presenta deformaciones en su superficie, si presenta grandes daños en la carpeta asfáltica como degradaciones, baches y zonas generales en donde ya no se tiene esta capa, así como deslaves y/o erosiones en secciones en balcón del camino, no se encontró una estructura de pavimento constante en el camino. Los valores relativos de soporte del terreno natural encontrado se pueden notar en los informes generales de laboratorio anexos. Las características del tránsito que circularán por este nuevo camino, fueron tomados de los aforos realizados en campo, así como de una revisión de los datos Viales de la SCT más cercano, para este caso tomaremos un TPDA establecido en las características para el tipo de camino que va de 903 en el carril de diseño, con una distribución principal de, tipo “A” en un 96.6%, de tipo “B” en un 0.6%, de tipo “C” en un 1.3%, y el resto de tipo T-S, La visibilidad en general es regular a buena en algunos tramos, y los puntos de conflicto se resolverán con la corrección de la geometría.

Para la búsqueda de la mejor alternativa de solución, según los términos de referencia, de manera general se trabajara según los datos de diseño, con una carpeta asfáltica colocada en caliente sobre una base hidráulica y una Subrasante, existen áreas de corte a lo largo del camino que se podrá utilizar para el área de terraplén. No se tendrá que utilizar capa de mejoramiento para el terreno ya que la construcción se realizara sobre un terreno natural bueno en otras sobre el camino existente. Para la construcción de los elementos de concreto para las obras de drenaje y complementarias de drenaje se usarán agregados de la zona de proyecto, mientras que cumplan con las especificaciones de proyecto así como con la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la SCT.

Las estrategias de mantenimiento estarán regidas por la conservación rutinaria aplicando limpieza de obras de drenaje menor como son alcantarillas, cunetas, lavaderos, etc.; así como limpieza de la vegetación en exceso que tapa las alcantarillas, y posteriormente el cuidado de la carpeta asfáltica con un riego de sello para aumentar la rugosidad de la misma al paso de dos años; y revisión de problemas por algún tipo de erosión en la carpeta. Finalmente y dependiendo del TPDA y de la tasa de crecimiento, la colocación de una sobre-carpeta de concreto asfáltico para aumentar la capacidad de la estructura y cumplir con los parámetros del diseño del pavimento.

Con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental, como son: control de labores de construcción, manejo de residuos peligrosos, y de sólidos no peligrosos, arroje de taludes, diseño adecuado de obras hidráulicas, rehabilitación de sitios de abandono de material, instalación de sanitarios portátiles y el programa de reforestación; y con el programa de monitoreo, considerando los resultados de la evaluación de impacto ambiental que generará el proyecto; se determina que es factible ambientalmente realizar la modernización del proyecto ya mencionado.

La relación beneficio-costos, es totalmente positiva, pues los beneficios recibidos directamente por la población, como son educación, salud, comunicación, comercio y empleo, mejoran de manera sustancial el nivel de vida de los habitantes del Municipio de Tuzantla, y principalmente de las poblaciones involucradas, Tuzantla, Paso de la Virgen, Caña Quemada, Tiripitio, Tamata, Taracatio y El Olivo, mejorando el tránsito vehicular y aumentando la velocidad de traslado de esta zona.

## II.5 Vista de la zona de beneficio social.

Como se muestra en la figura anterior (figura. 2.4), la zona de impacto o beneficio social que tiene el proyecto abarca gran parte del municipio de Tuzantla, Michoacán, así como siendo la mayor parte de la producción agropecuaria del municipio se traslada por medio de este camino así como que también gran parte de su población utiliza esta vía de comunicación, podemos decir entonces que esta obra generara un avance favorable tanto en lo económico como en el bienestar social en este municipio michoacano.

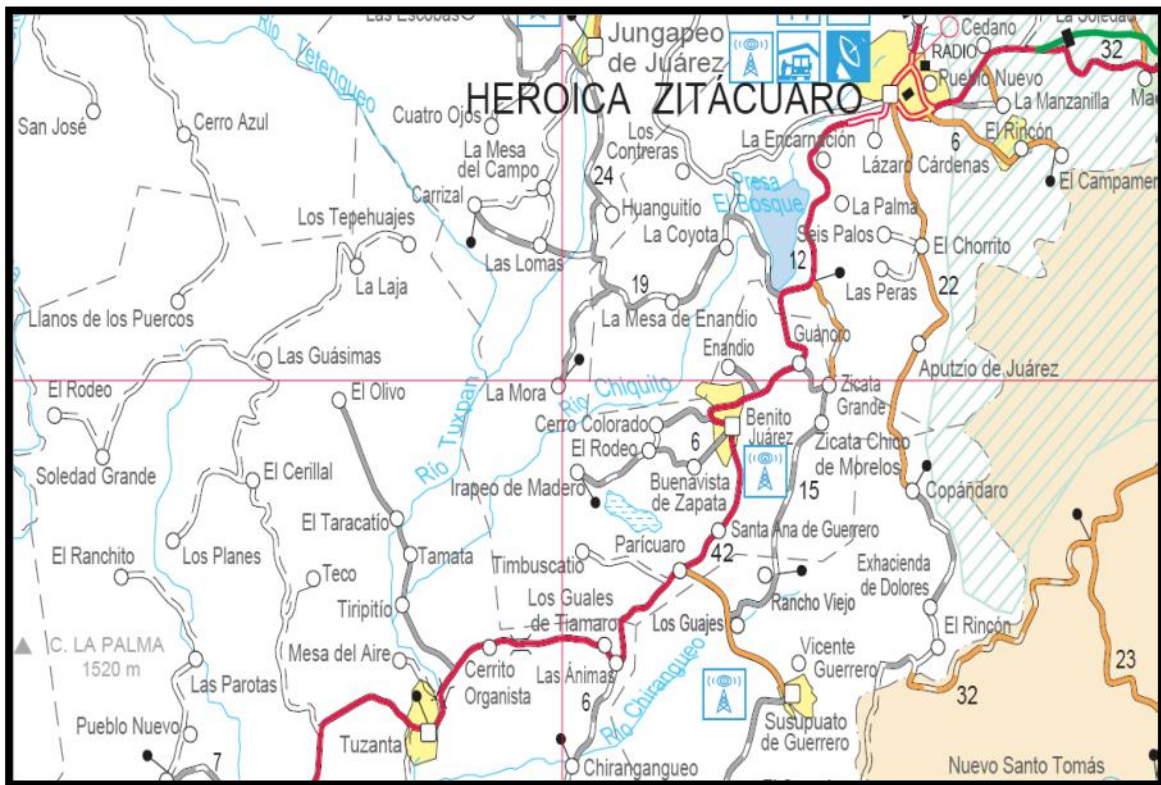


Figura 2.4. Zona de beneficio social.

### **II.5.1 Informes técnicos con los resultados de los estudios realizados.**

En este concepto se concentran las características que apoyaron la alternativa de solución seleccionada; considerando los siguientes aspectos:

- Geotecnia: Tenemos un suelo de desplante que está en general conformado por gravas y arenas bien y mal graduadas, con arena limosa en algunas partes, con un VRS saturado promedio de 15%, lo cual lo define como Subrasante de buena calidad. Además se entregaron los reportes de estratigrafías de los sondeos realizados sobre el eje actual de la carretera, también los resultados de las calidades de los materiales de la zona, así como de los nuevos materiales a utilizar para la estructura de pavimento.
- Estructura de Pavimento: Propuesta Subrasante con espesor de 30 cm. base hidráulica con espesor de 20 cm. y carpeta asfáltica de 5 cm, según el TPDA y la tasa de crecimiento de la zona.

Se recomienda carpeta de mezcla asfáltica en caliente para asegurar así la homogenización de la mezcla y su calidad.

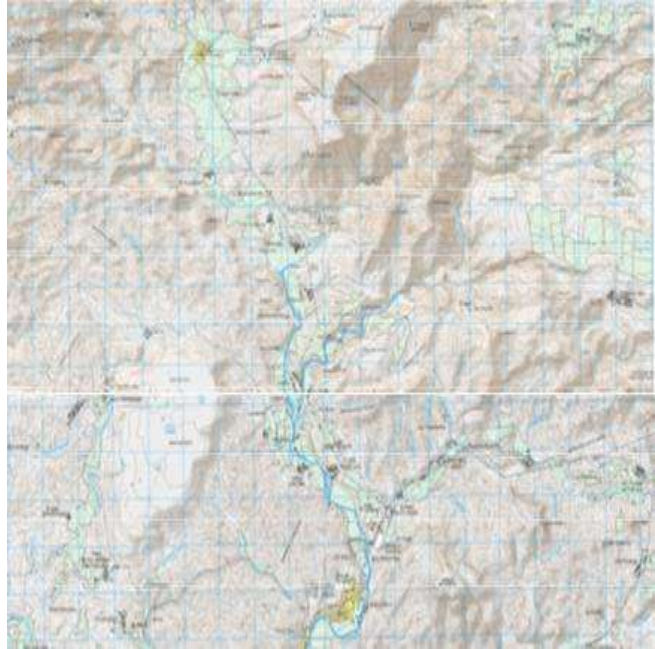
- Hidrología: Revisando principalmente los cauces intermitentes de temporadas de lluvias, donde se necesitan obras de drenaje menor las cuales se analizaran individualmente indicando el tipo de sección requerido en cada una de ellas. Por normativa de la SCT, el diámetro mínimo para las alcantarillas es 1.20 m, construidas con tubo de concreto simple o reforzado según sea el caso, aunque por la facilidad de colocación, recomendaremos el usar tubería de polietileno de alta densidad, la cual disminuye costos y nos brinda el mismo resultado que las de concreto reforzado. Dependiendo del nivel de la rasante, y del tipo de flujo que se tenga, es decir flujos pluviales sin arrastre de vegetación o los mismos flujos pero con arrastres de suelo; se determinará el área necesaria de seguridad para diseñar losas de concreto reforzado en vez de tuberías de concreto; el objetivo es impedir que los mantenimientos de estas alcantarillas sea más espaciado y que en época de lluvias constantes, no se obstruyan y la estructura de pavimento sufra daños por los encharcamientos o flujos laterales que se destruyen el cuerpo de la alcantarilla.
- Tráfico: En este apartado corroboramos el tránsito de proyecto utilizado y la tasa de incremento del mismo por la ampliación del camino en cuestión y la importancia del mismo en la zona. Se consideró una TC de 1.75 %, así mismo el diseño de la estructura de pavimento fue considerando un camino tipo "C", además de que la

consideración del TPDA (transito diario promedio anual) del camino de proyecto, en este caso aplicamos el TPDA del camino de 903 (en el carril de proyecto), considerando el incremento de vehículos que se esperan en la nueva vía de comunicación. Así mismo incluye en el tráfico de vehículos tipo TS-S2, de acuerdo a la Normativa del Transporte y las especificaciones del proyecto que permiten que este tipo de vehículos transiten con seguridad en este camino, además de respetar el espacio vehicular de los demás elementos que transitarán por el mismo.

- Socioeconómico: La vida útil de proyecto marcada en 20 años involucra el desarrollo de un proyecto de visión futura de crecimiento de la población y bienestar social no sólo de las poblaciones comunicadas sino de toda la zona en general. Los beneficios principales de salud, educación, comunicación, comercio y empleo son positivos en todos los aspectos. Estos informes que se desarrollan de manera particular dentro de esta memoria, soportan la alternativa de solución seleccionada para este tipo de proyecto. Otro desarrollo importante es en algunos casos la generación de nuevos comercios y pequeñas o medianas empresas que finalizan en la generación de empleos para la población.

## II.5.2 Hidrología.

Con respecto a este punto, la hidrología que se presta en la zona de proyecto principalmente estará relacionada con los escurrimientos naturales de las partes altas, cerros y lomeríos, (Fig. 2.5) así como de flujos temporales bien definidos, así mismo de la concentración de los escurrimientos superficiales que se tendrán en el camino a construir y de las obras de drenaje complementaras como cunetas y contracunetas que se coloquen.



**Figura 2.5.** Carta hidrológica de la zona en estudio.

Se tendrán obras de drenaje menor, de tipo tubular y en algunos casos obras rectangulares, principalmente, además de la incorporación de las obras complementarias de drenaje; las cuales tendrán un papel muy importante pues son las encargadas de conducir el agua hasta las obras menores que desalojan el agua pluvial debajo de la carretera impidiendo el daño de la misma. En la siguiente imagen podemos ver, en general, la topografía de la zona en proyecto así como los principales flujo de escurrimiento que se tienen (líneas punteadas en color azul) y su sentido de escurrimiento.

Datos para diseño:

- Precipitación pluvial anual 800 a 1,000 milímetros.
- Período de retorno de diseño, 25 años.
- Región Hidrológica: Río Cutzamala (región Balsas).

### II.5.3 Obras hidráulicas con las que se contaba en el camino.

Existían inicialmente 32 alcantarillas circulares, con diámetros entre 90 y 150 m de diámetro, y 17 rectangulares con claros menores a 4 m, en el proyecto general, la mayoría de estas obras se encontraban azolvadas. Con material de arrastre, como piedras, ramas y basura. Adicionalmente a las obras de drenaje menor existen dos obras de drenaje mayor las cuales no están contempladas dentro de este proyecto. (Fig. 2.6).



**Figura 2.6.** Antecedentes de obras de drenaje en el camino.

Conforme los términos de referencia de ese proyecto, se delimitaron las cuencas hidrológicas de cada corriente drenada con una obra menor y se obtendrán los gastos para un periodo de retorno de 25 años, a continuación se presenta el mapa de isoyetas correspondiente conforme un tiempo de concentración de una hora, de donde se extrajeron los datos para la revisión y/o diseño de las obras hidráulicas.

## II.5.4 Mapa de Isoyetas.

Se utilizó el Método Racional Americano para calcular los gastos de diseño de las alcantarillas, se revisarán sus áreas hidráulicas y posteriormente se definirá la solución más adecuada para cada alcantarilla. Se anexarán las imágenes de la obtención de las cuencas hidrológicas de cada alcantarilla así como el cálculo de revisión de las mismas.

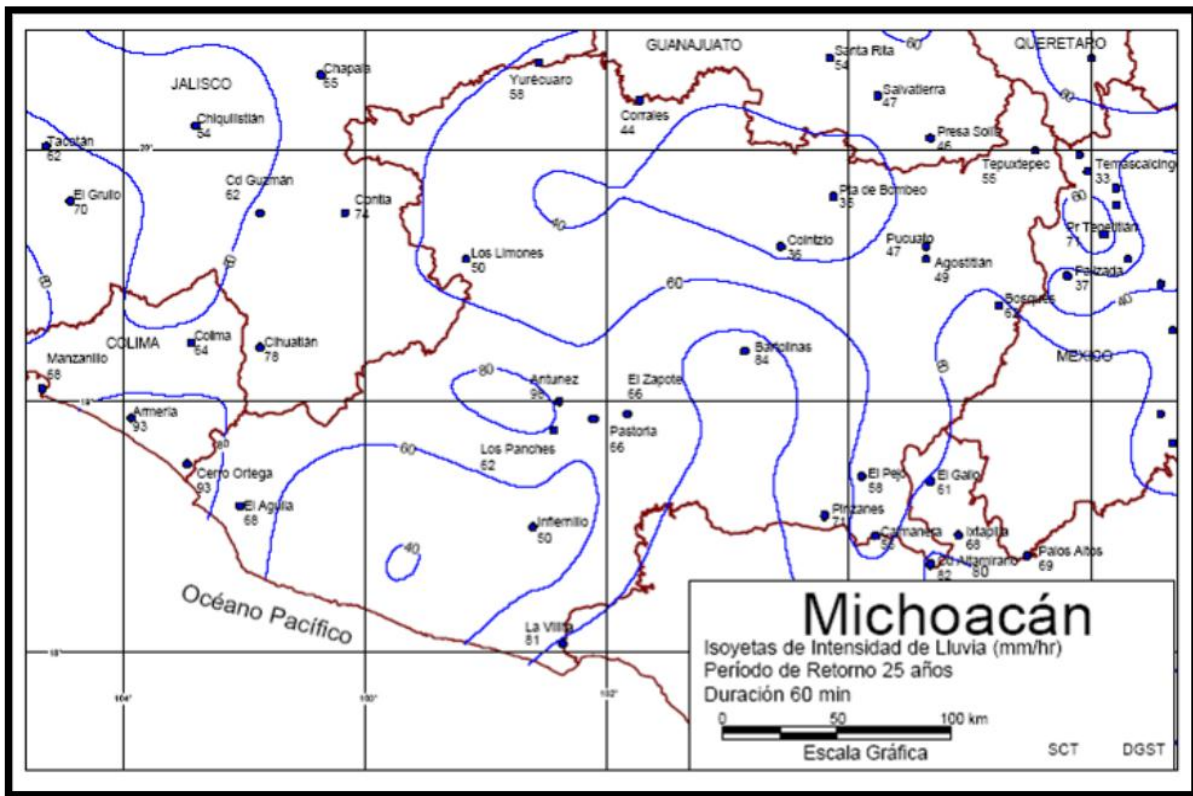


Figura 2.7. Mapa de isoyetas.



### II.5.5 Estudio de drenaje de las obras complementarias.

Considerando la condición de la topografía de la zona del proyecto, será necesaria la implementación de las obras complementarias de drenaje como son los bordillos, cunetas, contracunetas, lavaderos, etc. De manera general colocamos a continuación las obras complementarias más generales que se usarán en este proyecto (Fig. 2.8).

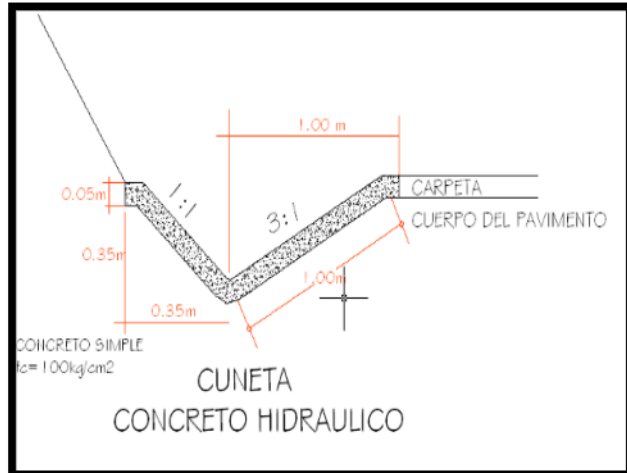


Figura 2.8. Diagrama de sección para construcción de cuneta.

Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos, cunetas y guarniciones a lugares donde no cause daño a la superficie de rodamiento así como la estructura del pavimento. Pueden ser de mampostería, concreto hidráulico o metálicos (Fig. 2.9).

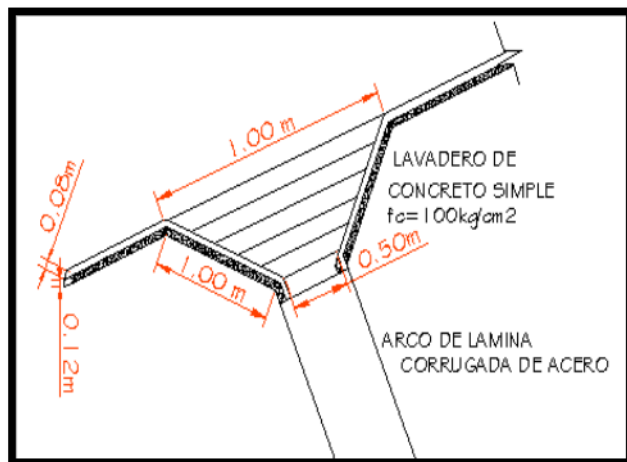


Figura 2.9. Diagrama de sección para construcción de lavadero.

Los bordillos son elementos de concreto hidráulico, asfáltico ó mezcla de suelo cemento que interceptan y conducen el agua que por efecto del bombeo corre sobre la corona del camino; descargándola en los lavaderos; evitando así erosión en los taludes de los terraplenes. Estos normalmente se colocan durante el tiempo el cual el talud vuelva a generar vegetación para evitar su erosión, posteriormente deben de ser retirados (Fig. 2.10).

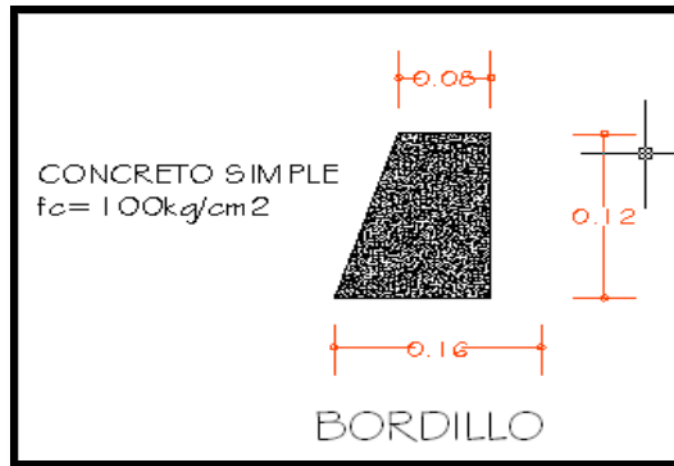


Figura 2.10. Diagrama para construcción de bordillo.

Las contracunetas son zanjas o bordos que se construyen en las laderas localizadas aguas arriba de los taludes de los cortes, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie del terreno natural, conduciéndola a una cañada inmediata o a una parte baja del terreno, para evitar el saturamiento hidráulico de la cuneta y el deslave o erosión del corte. Según lo indique el proyecto o la SCT, las zanjas pueden estar recubiertas o no y los bordos pueden ser de tierra, concreto o suelo-cemento (Fig. 2.11).

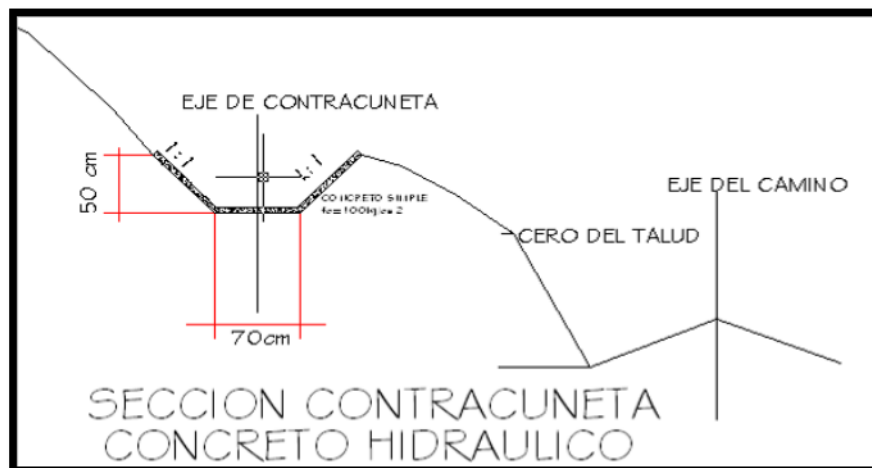


Figura 2.11. Diagrama para construcción de contracunetas.

### II.5.6 Estudios de subdrenaje.

El subdrenaje es una técnica que permite recoger, canalizar y eliminar las aguas que pueden dañar la superficie o la estructura de un camino; las aguas superficiales provocan erosión en cortes y terraplenes; llevándose al material hacia las cañadas o puntos topográficos bajos; las aguas que se infiltran en el terreno tienden a brotar en los cortes o en la corona de un camino amenazando la estabilidad de estos, por la causa de disminuir la resistencia al esfuerzo cortante del suelo por motivo de la saturación del suelo; provocando daños severos a los pavimentos que cubren las terracerías. El subdrenaje no se necesita en todos los tramos de la carretera, son sólo zonas localizadas donde el agua subterránea se concentra y comienza a saturar el suelo de desplante de la carretera; los métodos más comunes usados para la disminución del efecto de el agua subterránea son: los subdrenes de zanja y capa permeable, las trincheras estabilizadoras, los drenes transversales, los pozos de alivio, y galerías filtrantes. Considerando la geología, la geotecnia y la hidrología del sitio de proyecto, no se presentaran problemas por causa de flujos de agua.

### II.5.7 Estudios de estabilidad de taludes en cortes y terraplenes.

Dentro de la zona de trabajo del presente proyecto, y en base a la geología encontrada, los taludes que se tienen presentan una buena estabilidad aun estando caso verticales, la relación utilizada para los taludes que se proyecten en terraplén será con una relación de 1.5:1 (horizontal : vertical) como lo establece el departamento de servicios técnicos de la SCT, con esta relación para los taludes de terraplén no se tendrá problemas de estabilidad, en taludes en sección de corte, se utilizará una relación de inclinación de talud de 0.75:1 (horizontal : vertical), garantizando con ello la estabilidad del material que conforma el terreno natural en estas zonas de corte (Fig. 2.12).



**Figura 2.12.** Condiciones iniciales del camino (vista de taludes).

En las imágenes anteriores podemos observar algunas zonas con taludes, dentro del camino actual los cuales presentan una buena estabilidad, la relación que mantienen actualmente estos taludes es mucho mayor a la proyectada en las secciones, asegurando la estabilidad de los mismos.

### II.5.8 Señalamiento.

Se realizó el proyecto de señalamiento horizontal y vertical y de los dispositivos de seguridad vial conforme a lo dispuesto en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la SCT, Manual de Señalamiento Turístico y de Servicios y lo aplicable para el diseño del Señalamiento en la Norma N-PROY-CAR-10, “Proyecto de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en Calles y Carreteras, de la Normativa para la Infraestructura del Transporte (SCT)”. Las normas que se aplican para el diseño de señalamiento (Tabla 2.1).

**Tabla 2.1.** Normativa SCT para señalamiento empleada en el proyecto.

Capítulo	Designación	
001.	Ejecución de Proyectos de Señalamiento	N·PRY·CAR·10·01·001/99
002.	Diseño de Señalamiento Horizontal	N·PRY·CAR·10·01·002/05
003.	Diseño de Señales Preventivas	N·PRY·CAR·10·01·003/99
004.	Diseño de Señales Restrictivas	N·PRY·CAR·10·01·004/99
005.	Diseño de Señales Informativas	N·PRY·CAR·10·01·005/99
006.	Diseño de Señales Turísticas y de Servicios	N·PRY·CAR·10·01·006/99

### II.5.9 Catalogo de conceptos y cantidades de obra.

Se entrega en las siguientes páginas el documento que contiene el catálogo de conceptos, incluyendo las hojas que marcan la ubicación de cada concepto específico y que fueron los elementos para definir los generadores de las cantidades de obra. Se utilizará en el estudio, como base para la medición, el dado por el Sistema Internacional de Pesos y Medidas (SI), y sus abreviaciones normalizadas, o el Sistema Métrico Decimal; así mismo se utiliza el formato más generalizado por la SCT para la hoja de llenado de la forma E-7.

## II.5.10 Especificaciones técnicas particulares.

En el caso de que este proyecto está regido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, las especificaciones estarán regidas por la Normativa para la Infraestructura del transporte de la SCT, la cual tiene el propósito de que el sector transporte cuente con una normativa técnica permanentemente actualizada, que incluya los últimos avances tecnológicos y jurídicos que se desarrollen en el país y en el extranjero, proponiendo los criterios, métodos y procedimientos para la correcta ejecución de los trabajos que se realizan en materia de infraestructura para el transporte, con seguridad, calidad, economía y eficiencia. El libro a usar de esta normativa corresponde a CTR. CONSTRUCCIÓN, que contiene los conceptos de obra para la construcción de la infraestructura del transporte y los conceptos de mitigación del impacto ambiental, incluyendo definiciones, criterios básicos de ejecución, acabados, medición y base de pago, así como los métodos generales para el control de tiempos, volúmenes y costos; por lo que las normas que se aplicarán serán las siguientes:

### Normativa en construcción.

- En materiales

**Tabla 2.2.** Normativa en materiales para construcción empleada en el proyecto.

#### Materiales para terracerías

<b>Título</b>	<b>Designación</b>	
<b>01</b>	Materiales para Terraplén	N·CMT·1·01/02
<b>02</b>	Materiales para Subyacente	N·CMT·1·02/02
<b>03</b>	Materiales para Subrasante	N·CMT·1·03/02

#### Materiales para estructuras

<b>Título</b>	<b>Designación</b>	
<b>01</b>	Materiales para Mamposterías	N-CMT-2-01-003/02
<b>02</b>	Materiales para Concreto Hidráulico	N-CMT-2-02-005/04

### Materiales para obras de drenaje y subdrenaje

<b>Título</b>	<b>Designación</b>	
<b>02</b>	Tubos de Concreto con Refuerzo	N·CMT·3·02/04

### Materiales para pavimentos

<b>Título</b>	<b>Designación</b>	
<b>01</b>	Materiales para Revestimiento	N·CMT·4·01/02
<b>02</b>	Materiales para Subbases y Bases	N-CMT-4-02-002/11
<b>04</b>	Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	N-CMT-4-04/08
<b>05</b>	Materiales Asfálticos, Aditivos y Mezclas	N-CMT-4-05-003/08

### Materiales para señalamiento y dispositivos de seguridad

**Tabla 2.3.** Normativa en materiales para señalamiento y dispositivos de seguridad empleada en el proyecto.

<b>Título</b>	<b>Designación</b>	
<b>01</b>	Pinturas	N-CMT-5-01-001/05
<b>02</b>	Acero para Señales y Dispositivos de Seguridad	N-CMT-5-02-001/05
<b>03</b>	Materiales Reflejantes	N-CMT-5-03-001/05
<b>04</b>	Vialetas y Botones	N-CMT-5-04/08

## **II.6 Diseño.**

### **II.6.1 Generalidades.**

Para diseño del proyecto geométrico del camino, se utilizaron las normas y especificaciones aplicables, marcadas en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, y las Normas de Servicios Técnicos para Proyecto Geométrico de Carreteras, ambos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes “SCT”; en sus versiones más recientes.

El tramo en general se apegará a un tipo de camino “C”, a reserva que en algunos tramos se tendrán consideraciones como camino tipo “D”:

#### **II.6.1.1 Características del camino.**

Tipo: “C”

TDPA: de 500 a 1500 vehículos.

Tipo de Terreno: Montaña, Lomerío y Plano.

Velocidad de Proyecto: 40 – 70 KPH.

Grado Máximo de curvatura: 30° (algunas curvas en 60°)

Pendiente Gobernadora y Máxima: 8% y 12%

Ancho de Calzada y Corona: 7.0 m. y 7.0 m.

Sobreelevación Máxima: 10 %

Bombeo: 2%.

Véase anexo A

## II.6.2 Planta del camino.

Los estudios topográficos y en particular el levantamiento topográfico son un conjunto de trabajos necesarios para levantar y nivelar en el campo, todos los quiebres notables del terreno, transversalmente a los ejes preliminares y definitivos de la carretera, de las obras menores de drenaje y de los diversos elementos de las obras especiales, ubicar los caminos, carreteras y vías férreas; cableados, torres de alta tensión y postes; ductos superficiales y subterráneos; colindancias y cercas, etc.

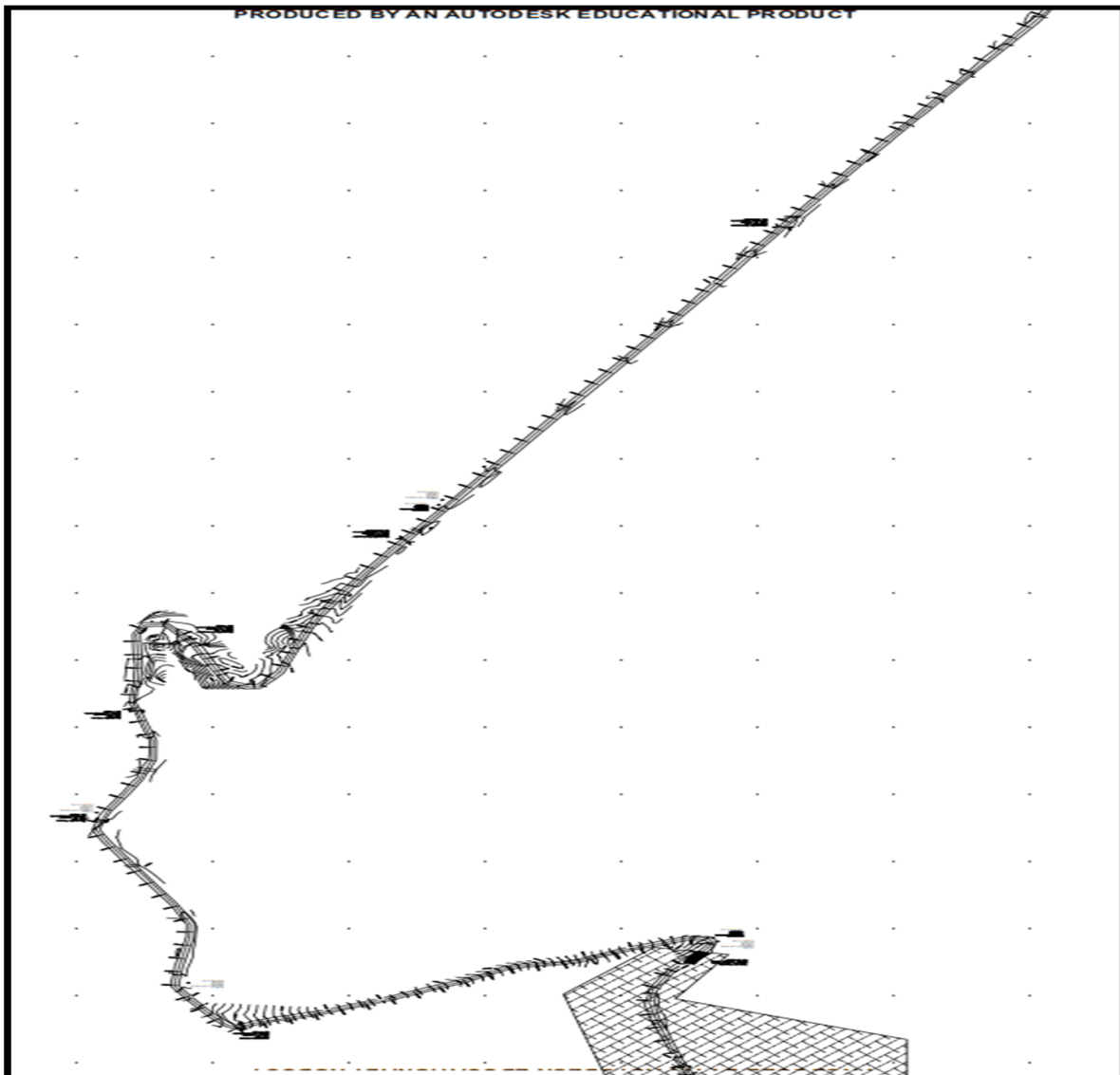


Figura 2.13. Planta topográfica del camino.



### II.6.3 Perfil del camino.

Una vez trazado y nivelado el eje, como se indica en la Norma N.PRY.CAR.1.01.002, Trazo y Nivelación de Ejes para el Estudio Topográfico, se levantarán en el campo, a ambos lados y perpendicularmente al eje, las secciones topográficas del terreno sustentadas en los puntos característicos marcados en el campo, tales como los puntos sobre tangente (PST) si el eje es preliminar, si es definitivo, en los puntos de principio de espiral (TE), de principio de curva circular (PC o EC), de término de curva circular (PT o CE), de término de espiral (ET), sobre tangente (PST), sobre espiral (PSE) y sobre curva (PSC), según corresponda, así como en las estaciones cerradas cada veinte (20) metros y en los puntos singulares que caractericen cambios en la pendiente del terreno cuando se presenten desniveles mayores de cincuenta (50) centímetros, determinados durante la nivelación del eje, considerando lo especificado en normativa y proyecto.

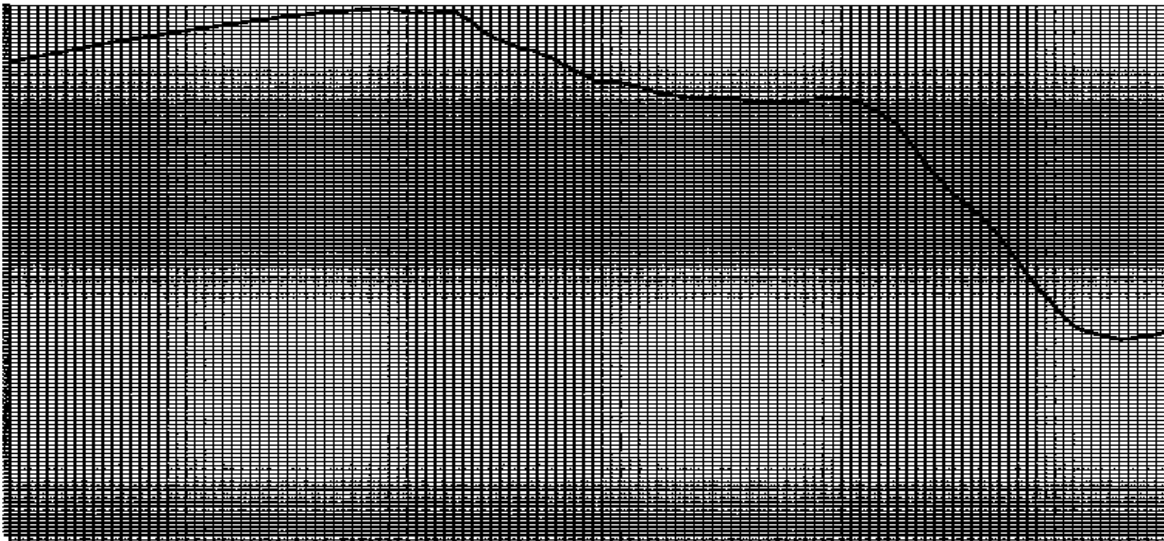


Figura 2.14. Perfil topográfico del camino.

## II.6.4 Secciones del camino.

Las secciones transversales se levantarán a ambos lados del eje hasta los límites de la franja en estudio del camino o del área previamente seleccionada donde se proyectará la obra especial, según corresponda, cuando el eje sea preliminar.

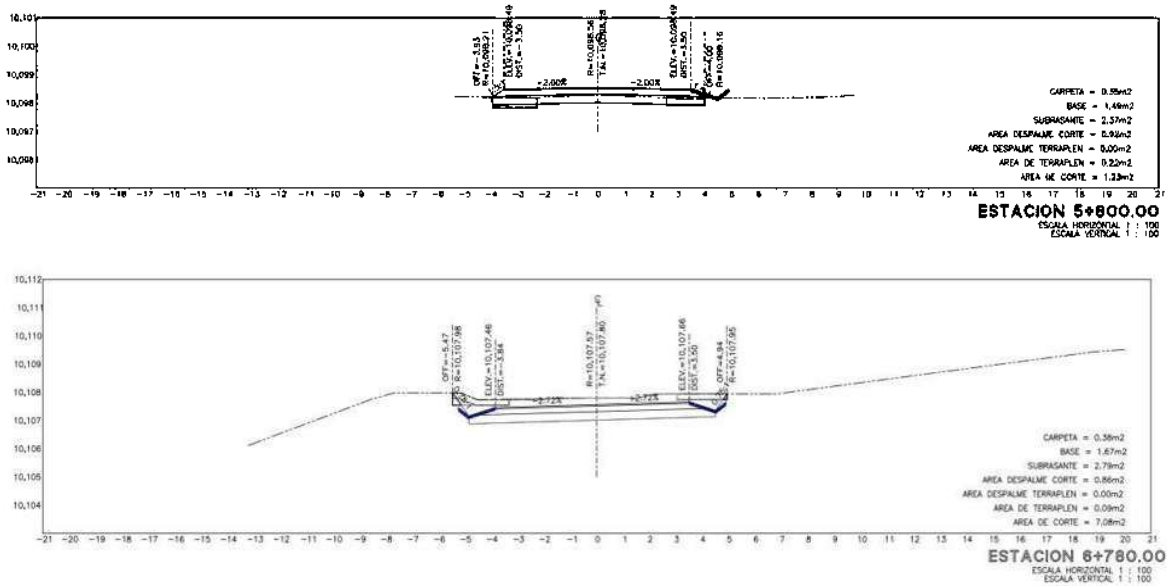


Figura 2.15. Secciones transversales del camino.

Cada sección transversal tendrá su origen en su intersección con el eje trazado y las distancias horizontales a los puntos donde se observen los quiebres notables del terreno, serán positivas a la derecha del eje, en el sentido de su cadenamiento y negativas a la izquierda. Se seleccionan todos aquellos puntos del terreno que definan cambios en la pendiente del mismo y formen parte de los accidentes topográficos naturales o artificiales.

MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.

Si la pendiente del terreno en una sección transversal es sensiblemente uniforme, la sección constará como mínimo de siete (7) puntos: los correspondientes al eje trazado, a los límites de la sección y del probable derecho de vía, y a los puntos intermedios entre estos últimos y el eje.

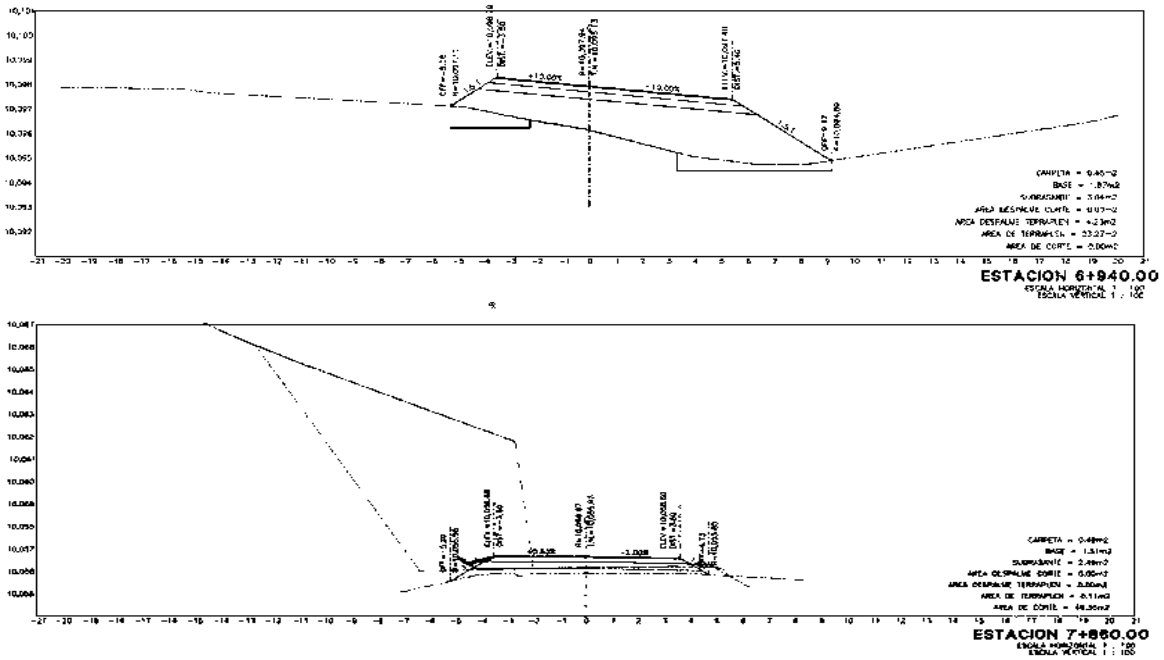


Figura 2.15. Secciones transversales del camino.

Cada sección se denominará con el cadenamiento del eje trazado que le corresponda. Todas las distancias horizontales y las elevaciones se medirán con una aproximación de un (1) centímetro.

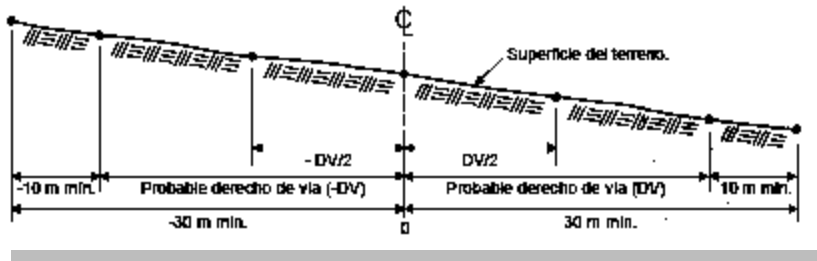


Figura 2.16. Ubicación de los puntos que como minimo se requieren para integrar una sección transversal.

### **III. PRUEBAS DE LABORATORIO Y MATERIALES EMPLEADOS.**

#### **III.1 Estudios preliminares del proyecto.**

Se realizaron los sondeos de exploración sobre la línea de proyecto, para conocer el tipo de suelo que tendremos como desplante de la estructura de pavimento. Terminado los trabajos de campo, se procedió a realizar las pruebas de laboratorio con la finalidad de conocer la calidad del material muestreado, a continuación de resume en una tablas los resultados obtenidos de los sondeo o PCA realizados para el estudio geotécnico de este proyecto, su ubicación, espesor, descripción y características principales de cada unos de los estratos encontrados, anexando en paginas posteriores los informes de calidad de material de cada estrato.

Así mismo, se realizó la ubicación de los bancos de material más cercanos a la zona, esto con la finalidad de hacer las recomendaciones para la extracción de los diferentes materiales que constituirán la estructura de pavimento, en este tramo tenemos los bancos de materiales denominado Bejucatillo y Ejido Tamata, así mismo los cortes que se tendrán podrán ser utilizados para la conformación de alguna de las capas de pavimento, esto siempre y cuando se les de un proceso previo de triturado y cribado.

Dentro del período para la elaboración del proyecto, se realizaron las visitas al tramo en estudio, con la finalidad de realizar el reconocimiento detallado de las condiciones del mismo, identificar los problemas especiales o particulares, así como la realización de las excavaciones en pozos a cielo abierto (PCA), realizando uno por cada 1000 m en promedio, dichos sondeos se realizaron en las costados del camino, esto para no entorpecer el transito del mismo, la profundidad que se alcanzo en los PCA fue como mínimo de 1.50 m., de cada uno de los estratos encontrados en los PCA, se obtuvieron muestras alteradas y representativas con el fin de realizar posteriormente los ensayos de laboratorio y poder conocer las características del material, su clasificación y uso final en este proyecto.

La estratigrafía encontrada a lo largo de la línea de proyecto, presenta un primer estrato comprendido por un carpeta asfáltica de entre 2 y 3 cm de espesor, un segundo estrato de entre 10 y 40 cm. en general con arenas mal graduadas y grava bien y mal graduada (SP, GW y GP), un tercer estrato conformado por arena mal graduada y grava bien graduada (SP y GW), con espesor variable entre 10 y 80 cm, como cuarto estrato tenemos materiales de tipo gravas bien y mal graduadas, así como arena mal graduada y material fino de tipo arcilloso GW, GP, SP y CH, como estrato final en el sondeos se presentaron boleas empacadas en arena con finos plásticos, así como afloramientos de roca.

Para efectos de presupuesto el tipo de material que se tiene en los estratos uno y dos se considerara como tipo “B” en la estructura de pavimento actual, con un coeficiente de variación volumétrica (Tabla 3.1).

**Tabla 3.1.** Tipos de suelos y grado de compactación en el camino.

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Abundamiento</b>	<b>Compacto al 90%</b>	<b>Compacto al 95%</b>	<b>Compacto al 100%</b>
GW y GP	1.25	1.10	0.90	0.85
SW y SP	1.20	1.03	0.98	0.93
CL	1.20	0.95	0.90	0.85

Recomendando para las secciones de proyecto, una relación de talud en terraplén de 1.5: 1 (Horizontal: Vertical), y para las secciones en corte se recomienda realizarlos con una relación de 0.75:1 (Horizontal: Vertical), esto apegado a las recomendaciones generales de la SCT para este tipo de proyectos.

Se colocaran cunetas en las secciones en corte y bordillos en los hombros de la corona cuando los terraplenes excedan los 1.50 m de altura, además de considerar los lavaderos necesarios para el correcto funcionamiento del drenaje superficial de la carretera.

### III.2 Pruebas de laboratorio en proceso constructivo.

#### III.2.1 Terreno natural.

Grado de compactación.

Los materiales para terraplén son suelos y fragmentos de roca, producto de los cortes o de la extracción de bancos, que se utilizan para formar el cuerpo de un terraplén hasta el nivel de desplante de la capa subyacente [2].

Requisitos de calidad.

Los materiales que se utilicen para la formación de terraplenes cumplirán con los requisitos de calidad que se establecen en la tabla 1 de la norma correspondiente (figura 3.1).

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Límite líquido; %, máximo	50
Valor Soporte de California (CBR) <sup>[1]</sup> ; %, mínimo	5
Expansión; %, máxima	5
Grado de compactación <sup>[2]</sup> ; %	90 ± 2

**Figura 3.1.** Requisitos de calidad de materiales para terraplén.

Acorde a las pruebas realizadas por el laboratorio en obra por parte del contratista y revisado por la Secretaria, se tiene que el grado de compactación de los ensayos para esta capa es aceptable de acuerdo a normativa vigente en la elaboración de la obra.

El grado de compactación que se obtuvo fue de 90 ± 1.

Acorde a normativa SCT N-CMT-1-01-02.

Véase anexo B

### III.2.2 Subrasante.

Los materiales para la capa Subrasante son los suelos naturales, seleccionados o cribados, producto de los cortes o de la extracción en bancos, que se utilizan para formar dicha capa inmediatamente encima de la cama de los cortes, de la capa subyacente o del cuerpo de un terraplén cuando ésta última no se construya, para servir de desplante a un pavimento [3].

Los parámetros que se presentan en la hoja de resultados para esta capa son los siguientes:

- Granulometría.
- Limite líquido.
- Limite plástico.
- PVSS.
- Humedad.
- VRS.
- Clasificación SUCS.
- Grado de compactación.

Acorde a los resultados obtenidos de las pruebas de material analizado nos dice que es un suelo tipo SP (arena mal graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos) y cumple con la calidad de los materiales acorde a la normativa de la secretaria para su uso en capa sub-rasante (figura 3.2).

Característica	Valor
Tamaño máximo; mm	76
Límite líquido; %, máximo	40
Índice plástico; %, máximo	12
Valor Soporte de California (CBR) <sup>[1]</sup> ; %, mínimo	20
Expansión máxima; %	2
Grado de compactación <sup>[2]</sup> ; %	100 ± 2

**Figura 3.2.** Requisitos de calidad de materiales para capa Subrasante SCT N-CMT-1-03/02.

Del grado de compactación se tiene que para esta capa la secretaria obliga a que cumpla con un grado de compactación de 100 y para nuestro caso fue de 100 ± 2.

Acorde a normativa SCT N-CMT-1-03/02.

Véase anexo B

### **III.2.3 Base Hidráulica.**

Los materiales para constituir la base hidráulica son materiales granulares, que se colocan sobre la subbase o la Subrasante, para formar una capa de apoyo para una carpeta asfáltica o para una carpeta de concreto hidráulico [4].

Dentro del informe del laboratorio por parte del contratado por la empresa y que a su vez será entregado a la secretaria para su aprobación y posterior pago, encontramos los siguientes datos.

- Granulometría.
- Absorción.
- Densidad.
- Desgaste de los ángeles.
- Forma de la partícula.
- Equivalente de arena.
- Limite plástico
- Limite líquido
- Clasificación SUCS
- Grado de compactación

De esos resultados entregados en el formato correspondiente, se analizan e interpretan comparándolos con la norma correspondiente tanto por parte del que construyo como de quien supervisa para que se libere el pago a esa etapa, siempre y cuando la calidad de los materiales sea adecuada.

Para el caso del material analizado tenemos que es un suelo SP (arena mal graduada) que cumple con la calidad de los materiales estipulada por la normativa SCT para su uso como base hidráulica en un camino con una intensidad de tránsito para caminos tipo C.



Correspondiente al grado de compactación se tiene un valor de  $100 \pm 2$ . Por lo tanto cumple acorde a la tabla 2 de requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico SCT N-CMT-4-02-002-04 (figura 3.3).

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

Figura 3.3. Requisitos de calidad de los materiales para bases hidráulicas en pavimentos asfálticos.

Acorde a normativa SCT N-CMT-4-02-002-04.

Véase anexo B

### III.2.4 Informe técnico del comportamiento a compresión para muestras de mortero-arena.

Materiales para mamposterías.

Los fragmentos de roca para mamposterías son aquellos de basalto, de granito o de arenisca, entre otros, que se usan en la construcción de cimentaciones superficiales, muros de retención, estribos, bóvedas y otros elementos estructurales.

Morteros.

Los morteros son mezclas plásticas aglomeradas que resultan de combinar arena y agua con uno o dos materiales cementantes, que pueden ser cemento Portland y cal, cemento Portland y cemento de albañilería (cementante premezclado que contiene cemento Portland, cal y aditivos plastificadores) [5].

En nuestra obra se utilizó el mortero en los siguientes elementos:

- En muros de obras de drenaje
- Cabezotes
- Cunetas
- Bordillos
- Lavaderos
- Losa

De ahí que se tiene el análisis del mismo para cada elemento conforme a lo solicitado por la secretaria, a resistencia a 28 días para verificar su calidad y aprobación.

El mortero utilizado es tipo II conforme a la tabla 1 de la norma, N-CMT-2-01-004-02 (figura 3.4).

Tipo	Partes de cemento Pórtland	Partes de cemento de albañilería	Partes de cal	Partes de arena
I	1	0	0 a ¼	No menos de 2,25 ni más de 4 veces la suma de cementantes en volumen
	1	0 a ½	0	
II	1	0	¼ a ½	
	1	½ a 1	0	
III	1	0	½ a 1¼	

Figura 3.4. Tipos de morteros.

De los resultados entregados por parte del laboratorio de control de calidad del contratista se obtuvo que según proyecto la resistencia al esfuerzo de ruptura debería no ser menor de 80 Kg/Cm<sup>2</sup>, y se tiene que en promedio las resistencias rondan valores entre 85-88 Kg/Cm<sup>2</sup>, con ello se acepta el material y se realizó el pago del mismo.

Acorde a normativa SCT: N-CMT-2-01-003-02, N-CMT-2-01-004-02, N-CMT-2-02-001-02, N-CMT-2-02-002-02, N-CMT-2-02-003-02.

Véase anexo B

### **III.2.5 Capa de rodamiento (carpeta asfáltica).**

Una mezcla asfáltica es el producto obtenido de la incorporación y distribución uniforme de un material asfáltico en uno pétreo [6].

Mezcla asfáltica en caliente.

Son aquellas elaboradas en caliente, utilizando cemento asfáltico y materiales pétreos, en una planta mezcladora estacionaria o móvil, provista del equipo necesario para calentar los componentes de la mezcla [7].

Los materiales pétreos y asfálticos que se utilicen en la elaboración de dichas mezclas, deberán cumplir con lo establecido en la norma N-CMT-4-04 y N-CMT-4-05-002 comparados los resultados de ensayos en laboratorio para verificar su calidad y aprobación por parte de la supervisión y pago posterior, las pruebas a realizar nos arrojan valores para los siguientes parámetros:

- Tipo de C.A.
- % de residuo
- Granulometría del agregado pétreo
- Contenido de C.A. en la mezcla
- Peso volumétrico máximo
- Temperatura en obra
- Estabilidad Marshall
- Flujo Marshall
- % de vacíos
- %V.A.M.
- % V.A.F.
- Grado de compactación

Para nuestro tramo según los ensayos realizados los materiales presentan características aceptables para emplearse en la elaboración de concreto asfáltico, en proporción adecuada según el diseño de la mezcla. Estos datos fueron comparados con la tabla 1 (requisitos de calidad para mezclas de granulometría densa, diseñadas mediante el método Marshall) de la norma N-CMT-4-05-003-02 (figura 3.5).

Características	Número de ejes equivalentes de diseño $\Sigma L$ [1]	
	$\Sigma L \leq 10^6$	$10^6 < \Sigma L \leq 10^7$ [2]
Compactación; número de golpes en cada cara de la probeta	50	75
Estabilidad; N (lb <sub>r</sub> ), mínimo	5 340 (1 200)	8 000 (1 800)
Flujo; mm (10 <sup>-2</sup> in)	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 - 78	65 - 75

Figura 3.5. Requisitos de calidad para mezclas asfálticas de granulometría densa.

Haciendo la comparación tenemos en la tabla 3.2.

Características	Datos obtenidos
Contenido de C.A. %	7.5
PVM (Ton/m <sup>3</sup> )	2.2
Estabilidad	1112
Vacios %	3.4
Flujo (mm)	3.47
V.A.M %	18.48
Golpes al compactar	75
Golpes del pistón a temperatura de:	140°C

Se observa que la carpeta asfáltica cumple con lo especificado con la normativa vigente.

Acorde a normativa SCT N-CMT-4-05-003/02

Véase anexo B

### III.2.6 Informe técnico sobre la calidad de pintura para tráfico pesado base solvente.

Las pinturas para señalamiento horizontal son mezclas constituidas por pigmentos, vehículos y esferas que pueden agregarse durante su aplicación como elementos retrorreflejantes. Al secarse forman una película sólida de apariencia específica que se emplea para marcar sobre el pavimento, guarniciones, estructuras de concreto y mampostería, rayas, símbolos y letras que tienen por objeto delinear las características geométricas estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía [8].

Los datos obtenidos de las pruebas realizadas o bien en su caso cuando el proveedor proporcione las características técnicas de la pinturas deberán ser acordes a la normativa vigente, para nuestro caso tenemos los siguientes resultados en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3.** Resultado de análisis de laboratorio para la pintura empleada en señalamiento horizontal.

<b>Características</b>	<b>Especificación SCT</b>	<b>Resultado pintura blanca</b>	<b>Resultado pintura amarilla</b>
<b>Finura, en unidades Hegman, mínimo</b>	2.5	2.5	2.5
<b>Contenido de sólidos totales, % mínimo</b>	68	68.0	68
<b>Contenido de volátiles totales, % máximo</b>	32	32.0	32
<b>Tiempo de secado, en minutos al tacto, mínimo</b>	5	5	5
<b>Viscosidad, en unidades Krebs</b>	65-75	68.4	65-75
<b>Masa específica, en Kg/dm<sup>3</sup>, mínimo</b>	1.4	1.42	1.4

Por lo anterior se sabe entonces que la pintura empleada para el señalamiento horizontal tanto color blanco como amarillo son adecuadas para su uso en nuestro tramo.

Acorde a normativa SCT N-CMT-5-03-001/05.

Véase anexo B

## IV. PROCESO CONSTRUCTIVO.

De manera general se describen a continuación las etapas de construcción para cada concepto. Comenzando por la identificación del lugar de trabajo en visita de obra para comenzar con los trabajos establecidos para el proyecto y posterior realización de conceptos posteriores.

### IV.1 Visita de obra.

La visita se realizó en el mes de Abril del 2011, con la finalidad de dar a conocer las condiciones iniciales del camino para que la empresa contratista pueda planear la ejecución de los trabajos.



**Figura 4.1.** Llenado del acta de asistencia a la vista de obra.

MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.



**Figura 4.2.** Recorrido por el tramo a construir por parte de los representantes de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y las empresas constructora.



**Figura 4.3.** Inicio del tramo en construcción Km 5+800.

En base a los resultados de los estudios topográficos, geotécnicos, proyecto geométrico, y diseño de la estructura de pavimento y los niveles de rasante actual del camino, se propone el siguiente procedimiento constructivo:

#### **IV.2 Trazo y nivelación.**

El trazo y la nivelación se realizarán para delimitar áreas y verificar las elevaciones que marca el proyecto para la correcta ejecución de los trabajos, además de ser fundamental para llevar un buen control de los volúmenes para la presentación de los generadores requeridos para efectos de cobranza de los trabajos realizados.



**Figura 4.4.** Trazo y nivelación acorde a proyecto.



### IV.3 Identificación y muestreo en bancos de material.

#### IV.3.1 Banco de materiales.

En lo que se refiere a los bancos de material que se proponen para este proyecto, se tiene los siguientes bancos, mismo que se encuentran dentro del inventario de bancos de la SCT.

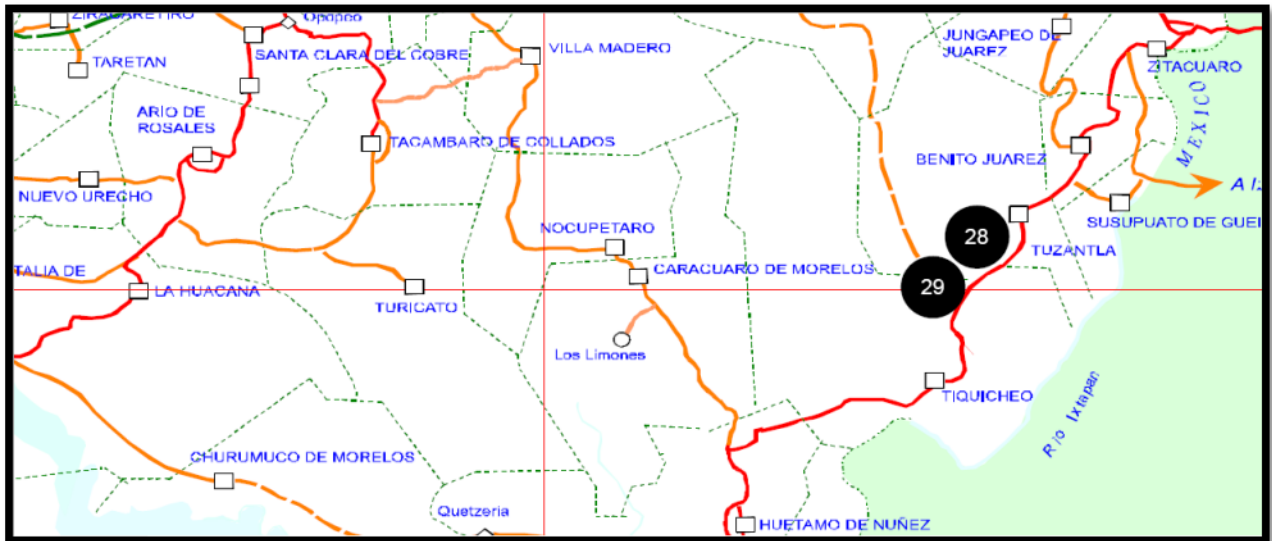


Figura 4.5. Bancos de material.

Descripción:

B.EJIDO TAMATA. (No.28 Inv. SCT) Carretera: Camino Paso La Virgen – El Olivo.

Tipo de propiedad; Federal Tipo de material; Grava-Arena

- Tratamiento previo: Triturado Parcialmente Cribado Volumen aprovechable: (20x 1000 m3).
- Usos probables: Revestimiento, Sub-base, Base y Mezcla asfáltica en el lugar.
- Sin restricciones ecológicas. B.

BEJUCALILLO. (No. 29 Inv. SCT) Carretera: Zitácuaro –Ent. El Limón de papatzindan, Km 074+500 Desviación: Derecha 300 m.

- Tipo de propiedad; Federal Tipo de material; Grava-Arena
- Tratamiento previo; Triturado Parcialmente Cribado
- Volumen aprovechable: (20x 1000 m3).
- Usos probables: Revestimiento, Sub-base y Base.

- Sin restricciones ecológicas.

El banco de elección para suministro de los materiales en la obra fue por su cercanía y recomendación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el banco de materiales “Ejido Tamata”.

El muestreo consiste en obtener una porción representativa del material con que se pretende construir una terracería o bien del material que ya forma parte de la misma. El muestreo incluye además las operaciones de envase, identificación y transporte de las muestras, las que se clasifican en: muestras cúbicas inalteradas, muestras representativas y muestras integrales [9].



**Figura 4.6.** Banco de material “Ejido Tamata”, muestreo.

#### **IV.4 Despalme y deshierbe de la zona de trabajo así como de la zona federal que la SCT, condicione con la población.**

Se procederá a efectuar la excavación en caja para el retiro de la capa vegetal, de acuerdo a las secciones de construcción, con el espesor que demande el proyecto, del orden de 20 cm. El material producto de la excavación deberá depositarse directamente en las unidades de acarreo para su transporte al sitio de retiro indicado. Para dar por terminado el despalme, se verificarán el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto. En el fondo de la superficie descubierta en los tramos de excavación deberá mantenerse siempre en condiciones secas y no permitir la formación de tirantes de agua que lo perjudiquen.



**Figura 4.7.** Desmonte.



**Figura 4.8.** Despalme.

#### IV.5 Corte en terreno natural y acarreo de material fuera de la obra.

Se procederá a efectuar los cortes del terreno para dar alojamiento a la estructura del pavimento, de acuerdo a las secciones de construcción, con el espesor que demande el proyecto, de tal manera que las paredes finales de la excavación (taludes), queden de acuerdo con la inclinación del proyecto. El material producto de la excavación deberá depositarse directamente en las unidades de acarreo para su transporte y se depositará en los lugares donde se formaran los terraplenes que demanda el proyecto.



**Figura 4.9.** Excavación en corte.



**Figura 4.10.** Excavación en terraplén.

El material sobrante de los cortes, ya después de la formación de los terraplenes, se depositara en el sitio de tiro fijado. El equipo a utilizar será el adecuado de tal manera que se logren los rendimientos apropiados, conforme al período de ejecución establecido. Para dar por terminado el corte, se verificarán el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto, y/o lo ordenado por el Organismo. El acarreo del material producto del corte se realizara sin lugar a duda directamente al sitio de colocación (tiro) para materiales de desperdicio.

#### IV.6 Nivelación y compactación de terreno natural.

Se delimitará la zona de desplante del terraplén mediante estacas u otras referencias, de acuerdo con lo indicado en el proyecto. Para la formación y compactación de terraplenes se podrá utilizar el material producto del corte antes realizado siempre y cuando esté material se encuentre libre de contaminantes como pueden ser vegetación y basura, que cumpla con la normativa vigente de la secretaria para materiales de terracerías, para la ejecución de este trabajo se colocara material para compactar en capas no mayores a 0.20 m. de espesor. La compactación de este material se realizara hasta tener el 90+2% de compactación respecto al PVSM del material. Para esta etapa de trabajo se deberá contemplar que la humedad que en dado caso requiera sea la adecuada para poder obtener el grado de compactación requerido.



**Figura 4.11.** Capa de terraplen.

Una vez efectuado el corte de caja se procederá a compactar el terreno natural con el equipo adecuado al noventa por ciento (90+2%) de su P.V.S.M., determinado en la Prueba AASHTO Estándar a una profundidad de por lo menos 0.20 m. Se revisara que al ejecutar este proceso no exista sobre la superficie por compactar material contaminante, de la misma manera se revisara que la superficie no presente humedad en exceso.

#### **IV.7 Construcción de obras de drenaje menor, nuevas y ampliación de las existentes, excavaciones, plantillas, tubería de concreto, cabezales, apostillado de tubería, losas de concreto armado y rellenos.**

Se procederá conforme al proyecto particular de cada una de las dos obras de drenaje requeridas para este proyecto a realizar los siguientes conceptos.

##### **IV.7.1 Excavación para obras de drenaje.**

Previo al inicio de los trabajos, la zona por excavar estará debidamente despalmada, se realizara el corte del terreno natural hasta tener los niveles marcados para esta obra, señalando que son obras de drenaje a base de tubería de concreto de 1.20 m de diámetro por lo cual el ancho mínimo de la franja de corte para alojar esta tubería será de 2.20 mts, para dejar 50 cm en ambos lados de la tubería. En material producto de la excavación se podrá utilizar como material de relleno simple y cuando no presente contaminación con basura o raíces, que cumpla con la normativa vigente de la secretaria para materiales de terracerías. Durante la ejecución de la excavación ésta se protegerá de inundaciones y se asegurará su estabilidad, para evitar derrumbes, drenando toda el agua que afecte a la excavación.



**Figura 4.12.** Excavación para canales de entrada.



**Figura 4.13.** Excavaciones para estructuras de drenaje.

#### **IV.7.2 Rellenos.**

Los trabajos de relleno se podrán iniciar tan pronto sea posible, especialmente cuando las condiciones de desplante total o parcial de la estructura requieran protección, se podrán realizar utilizando el material producto de la excavación o en su defecto material de conformación de terraplenes. Los rellenos se realizaran en capas de 20 cm, compactándolas con medios mecánicos hasta tener un grado de compactación del 95% del PVSM del material, tomando las precauciones necesarias para evitar daños en las estructuras u obras de drenaje durante el relleno.



**Figura 4.14.** Relleno y compactación en estructuras de drenaje, (Aproches).

### IV.7.3 Mampostería.

Los cabezales de las alcantarillas se realizaron con mampostería de tercera y con las dimensiones marcadas en el proyecto para cada obra. Previo al inicio de los trabajos, la superficie de desplante estará totalmente terminada, nivelada y limpia de materias extrañas. El terreno de la zona de desplante se compactará al grado establecido en el proyecto y se colocará una plantilla de concreto simple con padecería de piedra o sin ella, con el espesor mínimo necesario para obtener una superficie uniforme.



**Figura 4.15.** Mampostería de tercera clase en alcantarilla de losa.



**Figura 4.16.** Suministro y armado del acero de refuerzo.



MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.



**Figura 4.17.** Suministro y colocación de concreto hidráulico  $F'c=250 \text{ kg/cm}^2$ .



**Figura 4.18.** Terminado de la losa de concreto hidráulico  $F'c=250 \text{ kg/cm}^2$ .

#### IV.7.4 Plantillas de concreto simple.

La plantilla de concreto simple se colocara en toda la longitud de la excavación, previamente compactada, esta plantilla se realizara con un concreto simple de resistencia a la compresión de  $F'c=150 \text{ kg/cm}^2$ , en un espesor de 5 cm, utilizando materiales de la región.



**Figura 4.19.** Vado: zampeado de mampostería de tercera clase.



**Figura 4.20.** Suministro y colado del concreto hidráulico.

MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.



**Figura 4.21.** Acabado y colado del concreto hidráulico.



**Figura 4.22.** Terminado del vado de concreto en concreto hidráulico.

#### IV.7.5 Alcantarillas de tubo.

El tipo de tubería a utilizar en este proyecto para la realización de las alcantarillas, será de tubería de polietileno de 120 cm de diámetro, en la cantidad necesaria para cumplir con las longitudes requeridas en cada proyecto particular de alcantarilla, los tubos de concreto se juntarán tomando en cuenta las recomendaciones de las especificaciones particulares de este proyecto.



**Figura 4.23.** Demolición de tubo de lámina.



**Figura 4.24.** Demolición de mampostería.



**Figura 4.25.** Colocación de tubo y relleno para estructuras de drenaje.



**Figura 4.26.** Mampostería de tercera clase en alcantarilla de tubo.



**Figura 4.27.** Terminado de alcantarilla de tubo.

#### **IV.8 Suministro, colocación, y compactación de capa de material de banco, con calidad de subrasante, para recibir posteriormente la capa de base hidráulica.**

Una vez concluida la compactación y nivelación de los cortes y terraplenes estipulados en las secciones de construcción, se construirá la capa de Subrasante la cual será conformada por material granular y fino con las características marcadas en las especificaciones de proyecto, esta capa tendrá un espesor compacto de 30 cm, y se deberá de compactar por medios mecánicos hasta tener un grado de compactación de 100% del PVSM según la prueba AASHTO Estándar.



**Figura 4.28.** Tendido de la capa Subrasante.



**Figura 4.29.** Afine de la capa Subrasante.

MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.



**Figura 4.30.** Compactación de la capa Subrasante.



**Figura 4.31.** Verificación en campo del grado de Compactación en capa Subrasante.



**Figura 4.32.** Capa Subrasante terminada, lista para recibir capa de base hidráulica.



**Figura 4.33.** Arrope de talud.

#### **IV.9 Suministro, colocación, y compactación de capa de material de banco, con calidad de base hidráulica, e impregnación de la misma, para recibir posteriormente la capa carpeta asfáltica.**

Inmediatamente después de haber construido la capa de Subrasante, verificar la nivelación y autorizado por el laboratorio de control de calidad, se procederá a colocar la capa de base hidráulica la cual será una mezcla de material granular cribado, granular triturado y fino con las características marcadas en las especificaciones de proyecto. Esta capa tendrá un espesor de 20 cm compactos, realizando los trabajos de compactación hasta lograr un grado de compactación del 100 % del PVSM según la AASHTO modificada.



**Figura 4.33.** Suministro y tendido de la base hidráulica.



**Figura 4.34.** Compactación de la base hidráulica.



MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.



**Figura 4.35.** Verificación del grado de compactación de la base hidráulica.



**Figura 4.36.** Base hidráulica lista para recibir riego de impregnación.

Previamente al riego de impregnación, se revisaran los niveles tanto longitudinales como transversales de cada sección del proyecto, Se verificara toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades. El riego de impregnación se aplicará con emulsión asfáltica de rompimiento lento a razón de uno punto seis litros por metro cuadrado (1.60 l/m<sup>2</sup>), utilizando petrolizadora, aplicación de la arena para poreo y el posterior barrido de la misma.



**Figura 4.37.** Aplicación de humedad a la base hidráulica.



**Figura 4.38.** Impregnación de la base hidráulica.

#### IV.10 Suministro, colocación, y compactación de carpeta asfáltica como superficie de rodamiento.

La superficie sobre la cual se aplicará el riego de liga, será cuidadosamente barrida con equipo adecuado hasta eliminar todo el polvo y material suelto; el riego de liga se aplicará con emulsión asfáltica de rompimiento medio a razón de cero punto siete litros por metro cuadrado (0.70 l/m<sup>2</sup>).



**Figura 4.39.** Riego de liga sobre capa de base hidráulica para recibir carpeta asfáltica.



**Figura 4.40.** Ligado de la base hidráulica.

Posteriormente a la aplicación del riego de liga, Se procederá a colocar una carpeta de concreto asfáltico de 5.0 cm de espesor compacto, sobre la base hidráulica. Se utilizará para su tendido una extendedora para el control de espesores que garantice una distribución y acomodo uniforme de la mezcla asfáltica, así como también las pendientes transversales y longitudinales indicadas en el proyecto. Se compactará al noventa y cinco por ciento (95%) del Peso Volumétrico Marshall. Para la realización de la mezcla asfáltica, se utilizará material pétreo triturado de banco, en la proporción establecida en el diseño de mezcla Marshall, para este proyecto.



**Figura 4.41.** Suministro y colocación de la carpeta asfáltica.



**Figura 4.42.** Rastrillado en la carpeta asfáltica.

MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.



**Figura 4.43.** Compactación en la carpeta asfáltica.



**Figura 4.44.** Muestreo de la carpeta asfáltica para control de calidad.



**Figura 4.45.** Terminado de la carpeta asfáltica.

#### IV.11 Construcción de cunetas y bordillos de concreto hidráulico.

El recubrimiento para las cunetas se realizara con concreto hidráulico simple de resistencia a la compresión de 150 kg/cm<sup>2</sup>, y un espesor de 10 cm., se construirá con juntas frías cada metro, mediante el colado de las losas en forma alternada y con longitud mínima de un (1) metro, con las dimensiones marcadas dentro del proyecto y en los tramos requeridos estipulados dentro del mismo.



Figura 4.46. Colocado de cerchas para el zampeo de cunetas.



Figura 4.47. Zampeado de cunetas con concreto hidráulico.



**Figura 4.48.** Terminado de cunetas.

- Los bordillos se realizara con concreto hidráulico simple de resistencia a la compresión de 150 kg/cm<sup>2</sup>, con una base de 16 cm, una corona de 8 cm. y una altura de 12 cm, se construirá con longitud de tramo máximo de 50 m, donde se colocara un lavadero para el desalajo del agua que se acumulada, lo anterior en los tramos requeridos estipulados dentro del proyecto.



**Figura 4.49.** Terminado de construcción de bordillos.

- Los lavaderos serán de concreto hidráulico con resistencia a la compresión de 150 kg/cm<sup>2</sup>, con un espesor de losa de 10 cm la cual se colocara el corte o terraplén requerido para dar sección de proyecto, la superficie sobre la cual se colocaran las losas del lavadero deberá ser previamente despalmada, cortada o terraplenada según el caso y compactada al 95% del PVSM del material.

#### IV.12 Suministro y colocación de señalamiento vertical y horizontal.

Terminados los trabajos de colocación de carpeta asfáltica, se realizara la colocación de las señales verticales bajas estipuladas en el plano de proyecto de señalización, en donde se marca el tipo o clave estandarizada de señal a utilizar con las dimensiones y ubicación en donde se colocaran dichas señales.

- Señales informativas
- Señales restrictivas
- Señales preventivas



**Figura 4.50.** Señalamiento horizontal y vertical (SP).

Terminados los trabajos de colocación del riego de sello, se procederá a la realización del señalamiento horizontal, el cual está conformado por la realización de los trabajos de pintura en rayas sobre el pavimento, con las características y dimensiones marcadas en los planos de proyecto de señalización y las recomendaciones establecidas en las especificaciones particulares.



MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.



**Figura 4.51.** Señalamiento horizontal y vertical (SIG).



**Figura 4.52.** Señalamiento horizontal y vertical (SR).



**Figura 4.53.** Señalamiento horizontal y vertical (SP).



**Figura 4.54.** Señalamiento horizontal y vertical (OD-12 y Defensa metálica).

#### **IV.13 Señalamientos y dispositivos de protección de obras.**

Antes de iniciar cualquier trabajo, se tendrá la precaución de colocar el señalamiento y dispositivos para protección en obra, los cuales están marcados con características, dimensiones y ubicación dentro del plano de protección de obra que forma parte de este proyecto.

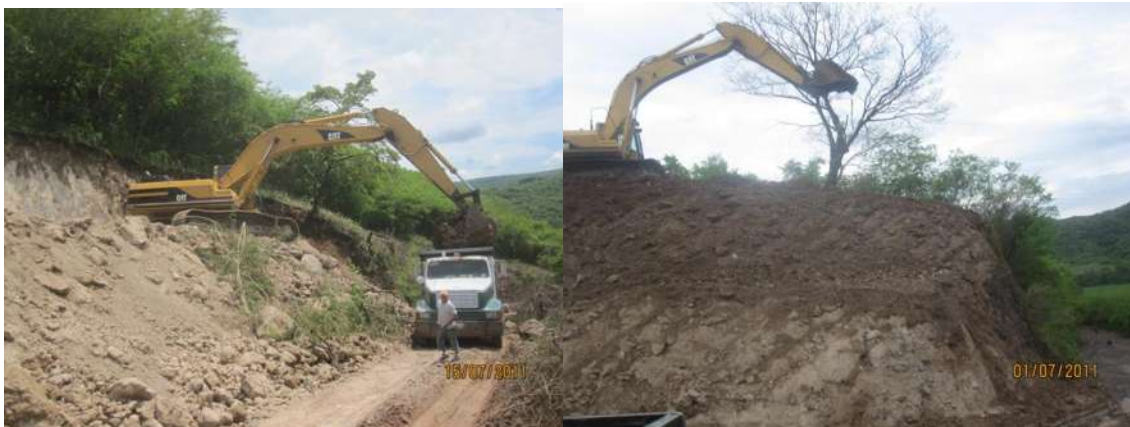
## V. TIPO DE MAQUINARIA EMPLEADA.

### V.1 Desmonte y cortes.

Desmonte por unidad de obra terminada en base a la normativa SCT vigente (norma N.CTR.CAR.1.01.001/00) [10].

Para la ejecución de este concepto se empleo la maquinaria siguiente:

- Excavadora 320 C.



**Figura 5.5.** Excavadora realizando actividades de desmonte y corte.

- Cuadrilla de trabajadores.

## V.2 Terraplenes.

En estos conceptos se incluyen las partidas de despalmes en corte y terraplén, desperdiciando el material, por unidad de obra terminada, incluyendo el acarreo al depósito del material de desperdicio acorde a la normativa vigente SCT (norma N.CRT.CAR.1.01.002/00) [11]. Para excavaciones acorde a normativa SCT (N.CTR.CAR.1.01.003/00) [12].

Maquinaria para cortes y terraplenes:

- Motoconformadora.



**Figura 5.2.** Motoconformadora en etapa de terraplén.

- Vibrocompactador de tambor de 20 Ton.



**Figura 5.3.** Vibrocompactador.

MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.

- Pipa con tanque de 10,000 lts. de capacidad.



**Figura 5.4.** Pipa.

- Camión volteo con capacidades de 7 y 14 m<sup>3</sup>.



**Figura 5.5.** Camión volteo con capacidad de 14 m<sup>3</sup>.

### V.3 Estructuras y obras de drenaje.

Este apartado incluye trabajos como: excavación para estructuras (norma N.CRT.CAR.1.01.007/00) [13], rellenos (norma N.CTR.CAR.1.01.011/00) [14], mamposterías de tercera clase a cualquier altura (norma N.CTR.CAR.1.02.001/00) [15], zampeados a cualquier altura (norma N.CTR.CAR.1.02.002/00) [16], alcantarillas tubulares de polietileno de alta densidad corrugada, los equipos de presentan a continuación.

- Excavadora ó retroexcavadora de 1 yd de capacidad en el bote de 85 hp.



**Figura 5.6.** Excavadora realizando excavación para obra de drenaje.



**Figura 5.7.** Retroexcavadora.

- Revolvedora manual de 1 (un) saco de capacidad.



**Figura 5.8.** Revolvedora manual utilizada en la elaboración de concreto.

- Compactador vibratorio tipo bailarina a gasolina.



**Figura 5.9.** Compactador vibratorio tipo bailarina empleado en compactación de aproches.

- Madera de tercera pala para elaboración de cimbras, cerchas etc.



**Figura 5.10.** Descimbrado en obra de drenaje de losa, cimbrada con madera de tercera.

- Cuadrilla de trabajadores encargados exclusivamente de obras de drenaje.



**Figura 5.11.** Cuadrilla de trabajadores realizando colocado de cerchas para cunetas.



#### V.4 Subrasante y base.

Para estas actividades la maquinaria y equipo es el mismo salvo el caso de la base donde además del mencionado para Subrasante se emplea una petrolizadora para dar el riego de impregnación. Con normativa vigente para Subrasante (norma N.CTR.CAR.1.01.009/00) [17] y para base (norma N.CTR.CAR.1.04.002/00) [18].

Maquinaria para cortes y terraplenes:

- Motoconformadora.



**Figura 5.12.** Motoconformadora realizando el bandeo del material para homogeneizarlo y eliminar con ello las partículas de dimensiones que exceden la granulometría.

- Vibrocompactador de tambor de 20 Ton.



**Figura 5.13.** Vibrocompactador.

- Compactador vibratorio pata de cabra.



**Figura 5.14.** Compactador pata de cabra compactando los hombros del camino, se aprecia el correcto manejo del equipo.

MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.

- Pipa con tanque de 10,000 lts. de capacidad.
- Camión volteo con capacidades de 7 y 14 m<sup>3</sup>.



**Figura 5.15.** Camión volteo de 7 m<sup>3</sup> de capacidad.

- Petrolizadora con capacidad de 6,000 lts. con barras extendedora.



**Figura 5.16.** Petrolizadora.

### V.5 Carpeta asfáltica.

Suministro, colocación y compactación de la capa de carpeta asfáltica con mezcla en caliente compactada al 100% con el método Marshall. Para lo cual se empleo el equipo siguiente:

- Petrolizadora con capacidad de 6,000 lts. con barras extendedora.



**Figura 5.17.** Petrolizadora realizando riego de liga.

- Pavimentadora Finisher.



**Figura 5.18.** Pavimentadora Finisher lista para recibir la carpeta asfáltica y realizar su colocación.

- Compactador de doble tambor liso.



**Figura 5.19.** Compactador de doble tambor liso compactando carpeta asfáltica.

- Compactador neumático.



**Figura 5.20.** Compactador neumático y compactador de doble tambor liso.

- Pipa con tanque de 10,000 lts. de capacidad.

- Cuadrilla de rastrilleros.



**Figura 5.21.** Cuadrilla de rastrilleros en tendido de carpeta asfáltica.

- Camiones con capacidad de 7 y 14 m<sup>3</sup> para suministro de la carpeta asfáltica.



**Figura 5.22.** Camión volteo con carpeta asfáltica y rastrilleros realizando poreo.

## V.6 Señalamiento horizontal.

Para la ejecución de este concepto se empleo únicamente el siguiente equipo:

- Camioneta especial pinta rayas con equipo completo y correctamente calibrado.
- Cuadrilla de trabajadores.

## V.7 Señalamiento vertical.

Al ser una actividad que no requiere de técnica especializada para su ejecución solo se hace necesario el empleo de una cuadrilla de trabajadores para el suministro y colocación de las señales.



**Figura 5.23.** Colocación de señalamiento vertical.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Dentro de las actividades que un ingeniero civil desempeña como profesional de la construcción se encuentra la de construir obras de infraestructura carretera las cuales son de gran importancia para el desarrollo de un país, es por esto que su impacto se ve reflejado primero en la generación de empleos en la región en el proceso constructivo, en la compra de los materiales así como del personal que labora en las oficinas de la empresa, haciendo con ello una cadena productiva en la cual muchas personas se ven beneficiadas tan solo en el proceso constructivo. Sin embargo un aspecto no menos importante es el impacto económico-social que la misma obra tendrá al pasar de los años, tanto por las mercancías y personas que trasladaran por la misma, hasta el costo de mantenimiento que dicha obra tendrá en su vida útil, es por esto que puedo decir que una obra de este tipo no solo debe ocuparnos como ingenieros civiles es los momentos de el diseño y construcción, sino también después de que se han terminado los trabajos de construcción, haciendo una supervisión y dando el mantenimiento adecuado para con ello dar si no más tiempo del proyectado a su vida útil, si la misma vida útil para la que fue proyectada.

Para el proceso constructivo resulta de suma importancia que la persona encargada de administrar y coordinar los trabajos en obra sea capaz de interpretar las normas técnicas que rigen a los trabajos que se deben realizar así como capacidad analítica que ayude a resolver los problemas que se presentan en obra, dichos problemas van desde la falta de un mínimo elemento para un trabajo hasta la falta del recurso financiero, que es bien conocido en la construcción en México. Un ingeniero que tiene un perfil de obra así como un complemento administrativo resulta muy útil para la correcta y eficiente consecución de los trabajos.

Cabe hacer mención que una programación de obra basada a las necesidades del proyecto y que no esté desligada a las capacidades técnico-financieras de la empresa o bien del contratista será de gran ayuda, pues bien será la guía para el encargado de obra y que a su vez deberá ser transmitida a sus empleados no dejando de lado un uso correcto del lenguaje para dar las instrucciones a quien se deban, todo esto sumado a la planeación y programación de los trabajos seguramente se tendrán resultados excelentes.

Como es bien sabido en la industria de la construcción se presentan muchos casos de corrupción o simulación de trabajos, esto bien no es ajeno a obras como la de esta obra, no por que se hayan hecho, sino porque gracias a la integridad de las personas que laboramos en dicho proyecto se pudieron evitar, una manera de hacerlo fue teniendo un verdadero compromiso, primero personal y social, tener en mente que lo que se está haciendo es para beneficio de la población y que al ser una empresa que busca tener contratos de obra en mayor medida y asegurar el crecimiento se debe trabajar acorde al proyecto y solucionar los



defectos del mismo, siempre cuidando la calidad y costo de la obra, pues resulta muy fácil el encontrar detalles en los proyectos y tratar de solucionarlos con elementos costosos o bien que no tiene la función que se requiere, todo ello con fines de ganar más, sin embargo se deben buscar soluciones que no salgan de presupuesto y si esto ocurriese entonces buscar la manera de que ese precio se vea equilibrado con algún otro siempre y cuando nuestra obra conserve la función para la que fue diseñada.

En el apartado de la ejecución de los trabajos se hizo mención de cada actividad conforme al programa de actividades, dichos trabajos requieren los mismos cuidados de supervisión tanto de la elección de maquinaria empleada, materiales, mano de obra entre otros, a fin de que ningún elemento falle, por ejemplo: si el personal operador de la maquinaria no está capacitado o bien “ tiene la idea” de lo que se hace, eso sencillamente no resulta en ninguna medida provechoso y será mejor no realizar la actividad específica para esa máquina aun así cuando se pierda la jornada por ello, pues de hacerlo seguramente el trabajo no estará bien hecho y será necesario realizarlo nuevamente, esto generando doble costo por un mismo concepto, entonces haciendo un balance costo-beneficio, resulta más rentable gastar un día en otra actividad con ese personal que hacerla y repetirla, es cuestión de criterios y sobre todo experiencia del ingeniero en obra.

La elección de la maquinaria no debería estar condicionada a una marca comercial pero si a sus capacidades técnicas, esto debido a que para la gran mayoría de las actividades se condiciona el uso de un tipo específico de equipo, y esto muchas veces se deja de lado y se opta por hacerlo con un equipo “parecido” y sin duda esto a corto plazo genera o bien una mala elaboración de esa actividad o un gasto mayor. Por ello siempre es preferible emplear el equipo que se recomienda así pues si para cortes se recomienda una excavadora de ciertas características será criterio del contratista y de la supervisión si se opta por el uso de algún otro esto siempre de la mano a su análisis en costo-tiempo en la ejecución del trabajo.

Para finalizar quisiera hacer referencia a un tema importante que es la base de la misma como en cualquier otra obra civil, “el personal técnico” desde el residente en obra hasta el trabajador con menor responsabilidad, esto debido a que muchas de las veces se contrata a personas sin estar seguros de que saben para que se les contrata o bien personas que están viciadas y ello seguramente habrá de generar retrasos y trabajos mal realizados, por ello es preferible pagar un tanto más por una mano de obra calificada o bien capacitarla por nuestra parte a una con un salario menor y que a la larga nos genera mayor costo, por ello la base de cualquier trabajo son las personas y es tarea del ingeniero civil saber administrar el recurso más importante en la obra: el talento humano.

## VII. BIBLIOGRAFIA.

- [1] Secretaría de Comunicaciones y Transportes, “*Elaboración del proyecto ejecutivo del camino Paso de la Virgen-El Olivo, del Km 0+000 al Km 17+020, en el municipio de Tuzantla, estado de Michoacán*”, México 2009.
- [2] N-CMT-1-01-02, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [3] N-CMT-1-03/02, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [4] N-CMT-4-02-002-04, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [5] N-CMT-2-01-004-02, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [6] N-CMT-4-04, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [7] N-CMT-4-05-002, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [8] N-CMT-5-03-001/05, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [9] M-MMP-1-01-03, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [10] N.CTR.CAR.1.01.001/00, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [11] N.CRT.CAR.1.01, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [12] N.CTR.CAR.1.01.003/00, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [13] N.CRT.CAR.1.01.007/00, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [14] N.CTR.CAR.1.01.011/00, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [15] N.CTR.CAR.1.02.001/00, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [16] N.CTR.CAR.1.02.002/00, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [17] N.CTR.CAR.1.01.009/00, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.
- [18] N.CTR.CAR.1.04.002/00, *Normativa para la infraestructura del transporte*, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, México.

MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.

## **ANEXO A**

**Proyecto de pavimento.**

## **Proyecto de pavimento.**

Con respecto a este inciso, se comenta que toda la información de campo registrada por estos puntos fue realizada y los informes respectivos se encuentran dentro de los puntos siguientes del diseño de pavimento.

Obtención de aforos para diseño.

El proyecto del camino Paso de la Virgen- El Olivo, se convertirá en un camino alimentador de 17.0 km que va de Sur a Norte, por lo que para la obtención de los datos del tránsito, basados principalmente en el aforo realizado durante los trabajos de campo, el TPDA especificado para el tipo de camino que se proyecta (tipo C) y los Aforos más cercanos por parte de la SCT.

Para el diseño de pavimento específico del tramo en estudio utilizamos los siguientes datos:

TPDA de 903 en el carril de diseño.

Tasa de crecimiento: 1.75%

Camino tipo C.

## Diseño del pavimento.

A continuación se realiza el diseño de pavimento por medio de los métodos AASHTO 1993, y el método UNAM (por medio del programa DISPAV).

### *MÉTODO AASHTO – 1993.*

El actual método de la AASHTO, versión 1993, describe con detalle los procedimientos para el diseño de la sección estructural de los pavimentos flexibles y rígidos de carreteras. En el caso de los pavimentos flexibles, el método establece que la superficie de rodamiento se resuelve solamente con concreto asfáltico y tratamientos superficiales, pues asume que tales estructuras soportarán niveles significativos de tránsito (mayores de 50,000 ejes equivalentes acumulados de 8.2 Ton. durante el período de diseño), dejando fuera pavimentos ligeros para tránsitos menores al citado, como son los caminos revestidos o de terracería.

El diseño está basado primordialmente en identificar o encontrar un “número estructural SN” para el pavimento flexible, que pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para determinar el número estructural SN requerido, el método proporciona la ecuación general y la gráfica de la Figura 1.1, que involucra los siguientes parámetros:

- El tránsito en ejes equivalentes acumulados para el período de diseño seleccionado, “W18”.

Para este diseño se utilizara la L ejes equivalentes de 8.2 ton de EALS: **500 000**.

- El parámetro de confiabilidad, “R”.

Este es el grado de certeza en el método de diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan, durarán como mínimo el período de diseño, se recomienda valores desde 50 y hasta 99.9, notándose que los niveles más altos corresponden a obras que estarán sujetas a un uso intensivo, mientras que los niveles más bajos corresponden a obras o caminos locales y secundarios. De tabla 1.3 PT 104 IMT tomaremos un valor de 80.

- La desviación estándar global, “So”.

Considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito. En este caso usaremos el valor de 0.35 para pavimentos flexibles. Además de que según Yang H. Huang, cuando se tiene un alto nivel de confiabilidad, la suma de W18, deberá ser reducida por medio de una desviación estándar, de la cual y por medio de la Tabla 11.15 del libro del autor antes comentado, usaremos  $Z_r = 0.000$  para una confiabilidad de 80.

- El módulo de resiliencia efectivo, “Mr” del material usado para la Subrasante.

En el método actual de la AASHTO, la parte fundamental para caracterizar debidamente a los materiales, consiste en la obtención del Módulo de Resiliencia, con base en pruebas de laboratorio, realizadas en materiales a utilizar en la capa subrasante (Método AASHTO T-274), con muestras representativas (esfuerzo y humedad) que simulen las estaciones del año respectivas. El módulo de resiliencia “estacional” será obtenido alternadamente por correlaciones con propiedades del suelo, tales como el contenido de arcilla, humedad, índice plástico, etc. Finalmente, deberá obtenerse un “módulo de resiliencia efectivo”, que es equivalente al efecto combinado de todos los valores de módulos estacionales. Obviamente que el tiempo que se emplea para la definición de este proyecto, no permite realizar un buen estudio estacional conforme a la determinación del módulo de resiliencia, por lo que para poder determinar un valor adecuado para este módulo de la siguiente manera:

El valor de los VRS de las capas por debajo de la base, para nuestro caso la subrasante se apoya sobre el terreno natural de tipo GW, GP y SP, tomaremos el promedio el valor el 15%, con este valor, obtenemos su correspondiente Módulo de resiliencia que se usará en la determinación del número estructural “SN”.

Para las capas de Subrasante y Base Hidráulica tomaremos los Valores Relativos de Soporte mínimos establecidos por la normativa SCT vigente, mismos que se verificaron en los materiales propuestos para la construcción de estas capas.

- La pérdida o diferencia entre los índices de servicios inicial y final deseados, “ $\Delta$ PSI”.

El cambio o pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:  $PSI = \text{Índice de Servicio Presente}$ .

$$\Delta PSI = p_o - t_f$$

Donde:

- $\Delta PSI$  = Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal deseado.
- $p_o$  = Índice de servicio inicial (4.2 para flexibles).
- $t_f$  = Índice de servicio terminal, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0, recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Por lo tanto calculamos:  $\Delta PSI = 4.2 - 2.0$ ;  $\Delta PSI = 2.2$

### **Determinación de espesores por capas.**

Una vez obtenido el Número Estructural “SN”, se requiere ahora determinar una sección multicapa que en conjunto provea de suficiente capacidad de soporte equivalente al número estructural de diseño original. La siguiente ecuación puede utilizarse para obtener los espesores de cada capa, para la superficie de rodamiento o carpeta, base y sub base, haciéndose notar que el actual método de AASHTO, versión 1993, ya involucra coeficientes de drenaje particulares para la base y sub base.

- **SN = a1 D1 + a2 D2 m2 + a3 D3 m3** Donde: **a1**: Coeficiente de equivalencia del concreto asfáltico (1/cm.).
- **a2**: Coeficiente de equivalencia de la base granular (1/cm.).
- **a3**: Coeficiente de equivalencia de la sub base granular (1/cm.).
- **D1**: Espesor de concreto asfáltico en centímetros.
- **D2**: Espesor de base granular en centímetros.
- **D3**: Espesor de sub base granular en centímetros.
- **m2**: Coeficiente de drenaje de la base granular.
- **m3**: Coeficiente de drenaje de la sub base granular.

Obtención de los coeficientes de capa, mediante las figuras de la PT 104 del IMT, las cuales aparecerán al final del diseño de este proyecto.

Para carpeta asfáltica  $a1 = 0.357$

Para bases granulares VRS = 80%  $a2 = 0.132$

Para subrasante granulares VRS = 20%  $a3 = 0.091$

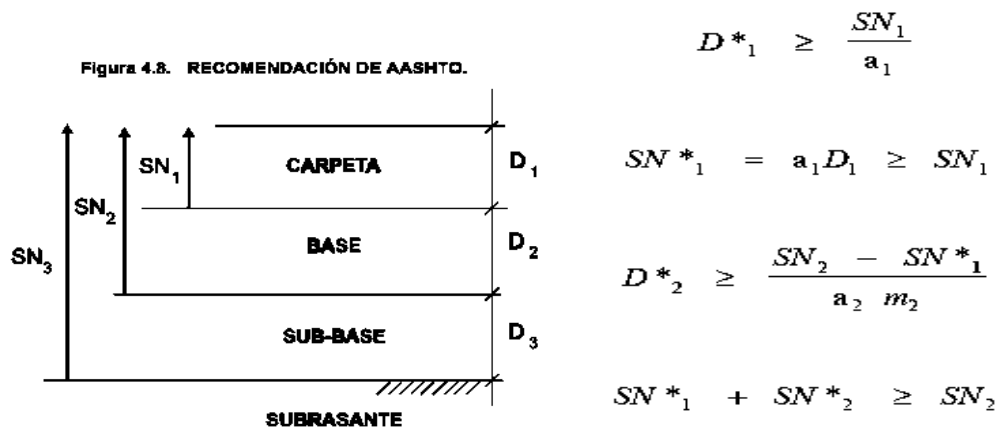
Obtención de los coeficientes de drenaje, de las capas de base y Subrasante mediante la capacidad del drenaje para remover la humedad interna del pavimento, definido por las tablas 4.4 y 4.5 de la PT 104 del IMT.

- Entramos a la tabla 4.5 de la PT 104 del IMT, y obtenemos: **m2 = 1.25** y **m3 = 1.20**.

Para el cálculo de los espesores D1, D2 y D3 (en pulgadas), el método sugiere respetar los valores mínimos, en función del tránsito en ejes equivalentes sencillos acumulados, de la tabla 4.6 de la PT 104 del IMT.

### Análisis del diseño final con sistema multicapa.

Después de haber calculado el “número estructural SN” sobre la capa terreno natural o cuerpo del terraplén, de la misma manera deberá obtenerse el número estructural requerido sobre las capas de la Subrasante y base, utilizando los valores de resistencia aplicables para cada uno. Trabajando con las diferencias entre los números estructurales que se requieren sobre cada capa, el espesor máximo permitido de cualquier capa puede ser calculado. Por último la determinación de espesores, el Método AASHTO recomienda el empleo de la siguiente figura y ecuaciones:



Se determina:

NOMBRE DE CAPA	TEORICO	PROPUESTO
Carpeta Asfáltica. (cm)	11.86	<b>5.00</b>
Base Granular. (cm)	25.69	<b>20.00</b>
Subrasante Granular. (cm)	17.95	<b>30.00</b>
ESPESOR TOTAL (cm)	55.51	<b>55.00</b>



MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.

## **ANEXO B**

**Resultados de pruebas para control de calidad.**

## PROYECTOS EDIFICACION Y CONSTRUCCION S.A. DE C.V.

CALLE PASEO DEL ZORRO NORTE No. 136, FRACC. PASEOS DEL VALLE  
 TARIMBARO, MICHOACAN C.P. 58880  
 TEL.: OFICINA 01 (443) 3 41 26 83 CEL.: 44 31 41 67 16  
 e-mail: pecsa\_morelia@live.com.mx

ING. ULIZES CAMPA DURAN

PRESENTE

PRESENTO A USTED EL SIGUIENTE:

### INFORME TECNICO DEL GRADO DE COMPACTACIÓN

Obra: MODERNIZACION DEL CAMINO PASO LA VIRGEN - EL OLIVO DEL KM. 5+800 AL KM. 8+300  
 EN EL MUNICIPIO DE TUZANTLA, MICHOACAN.

Localización: TUZANTLA, MICHOACAN

Fecha de muestreo: Sábado, 04 de Junio de 2011

SONDEO	UBICACIÓN			ESPESOR SONDEO (cm)	PESO VOLUMETRICO		HUMEDAD		GRADO COMPACT. (%)
	REFERENCIA	CAPA DE	LADO		MAXIMO	CAMPO	OPTIMA	CAMPO	
					(Kg/M <sup>3</sup> )		(%)		
1	5+820	TERRENO NATURAL	DER	19.00	1502	1370	19.7	18.6	91
2	5+870	TERRENO NATURAL	CEN	20.00	1502	1395	19.7	18.5	93
3	5+920	TERRENO NATURAL	IZQ	21.00	1502	1362	19.7	18.0	91
4	5+970	TERRENO NATURAL	DER	22.00	1502	1381	19.7	18.9	92
5	6+020	TERRENO NATURAL	CEN	20.00	1502	1370	19.7	19.0	91
6	6+070	TERRENO NATURAL	IZQ	20.00	1502	1386	19.7	18.7	91
7	6+120	TERRENO NATURAL	DER	19.00	1502	1353	19.7	18.6	90
8	6+170	TERRENO NATURAL	CEN	18.00	1502	1349	19.7	18.4	90

#### Observaciones:

De acuerdo a los resultados obtenidos nos permitimos realizar los siguientes comentarios:

- 1.- El grado de compactación de los ensayos es aceptable para esta capa, de acuerdo con las NORMAS Y ESPECIFICACIONES. El proyecto señala el 90% del Peso Volumetrico Seco Maximo.

Tarimbaro, Michoacán, a 11 de Junio de 2011

ELABORO

  
 ING. TOMAS TOLEDO BARCHENAS

Vo.Bo.

  
 ING. ALEJANDRO PEGUERO ZAVALA


## PROYECTOS EDIFICACION Y CONSTRUCCION S.A. DE C.V.

CALLE PASEO DEL ZORRO NORTE No. 136, FRACC. PASEOS DEL VALLE

TARIMBARO, MICHOACAN C.P. 58880

TEL.: OFICINA 01 (443) 3 41 26 83 CEL.: 44 31 41 67 16

e-mail: pecsa\_morelia@live.com.mx

OBRA: MODERNIZACION Y AMPLIACION DE LA CARRETERA PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, TRAMO DEL KM 5+800 AL 8+300 EN EL MUNICIPIO DE TUZANTLA. MICHOACAN.		SOLICITANTE: ING. ULIZES CAMPA DURAN	
PROCEDENCIA: BANCO "EJIDO TAMATA"		ENSAYE: 266	
DESCRIPCIÓN: PRUEBAS FÍSICAS EN MATERIAL PARA SUB-RASANTE		FECHA: 02 JUNIO 2011	
IDENTIFICACION.	NUM. DE ENSAYE	266	
	ESTACION		
	LADO	-	
	CAPA		NORMAS S.C.T.
C A R A C T E R E T I L E S T I C I A S	TAMAÑO MAXIMO MM	0.00	76 MÁX. SI CUMPLE CON NORMAS
	% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm	0.00	
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm	66.38	
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	27.26	
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	4.31	
	EQUIVALENTE DE HUM. DE CAMPO %	-	
	LIMITE LIQUIDO	29.65	40 MÁX. SI CUMPLE CON NORMAS
	INDICE PLASTICO	INAP	12 MÁX. SI CUMPLE CON NORMAS
	CONTRACCION LINEAL AL %	0.35	
	PE. S. SUELTO KG/M <sup>3</sup>	1524	
	PE. S MAXIMO KG/M <sup>3</sup>	1830	
	HUMEDAD OPTIMA %	9.6	
	HUMEDAD NATURAL %	-	
	COMPACTACION DEL LUGAR %	-	
V.R.S. ESTANDAR SATURADO	80.25	20 MÍN. SI CUMPLE CON NORMAS	
EXPANSION %	0,00	2 MÁX. SI CUMPLE CON NORMAS	
CLASIFICACION	SP		
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:			
LA MUESTRA DE MATERIAL ANALIZADA ES UN SUELO TIPO SP (ARENA MAL GRADUADA; MEZCLA DE ARENA Y GRAVA CON POCO O NADA DE FINOS) Y CUMPLE CON LA CALIDAD DE LOS MATERIALES ESTIPULADAS POR LA NORMATIVA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE DE LA S.C.T. PARA SU USO EN LA CAPA SUB-RASANTE.			
JEFE DE LABORATORIO		Vo. Bo.	
			
ING. TOMAS TOLEDO BARCENAS		ING. ALEJANDRO PEGUERO ZAVALA	

MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.

# PROYECTOS EDIFICACION Y CONSTRUCCION S.A. DE C.V.

CALLE PASEO DEL ZORRO NORTE No. 136, FRACC. PASEOS DEL VALLE  
 TARIMBARO, MICHOACAN C.P. 58880  
 TEL.: OFICINA 01 (443) 3 41 26 83 CEL.: 44 31 41 67 16  
 e-mail: pecsa\_morelia@live.com.mx

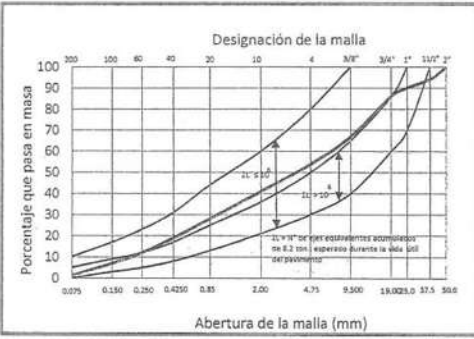
OBRA: MODERNIZACION Y AMPLIACION DE LA CARRETERA PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, TRAMO DEL KM. 5+800 AL KM. 8+300 EN EL MUNICIPIO DE TUZANTLA, MICHOACAN.  
 SOLICITANTE: ING. ULIZES CAMPA DURAN

PROCEDENCIA: BANCO EJIDO TAMATA ENSAYE No. 304  
 DESCRIPCION: PRUEBAS FISICAS EN MATERIAL DE BASE HIDRAULICA FECHA: 10 DE JUNIO DE 2011

MATERIAL PARA CAPA DE: BASE  XX  
 DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL: GRAVA - ARENA LIMOSA COLOR GRIS CLARO  
 CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO: ABUNDADO EN BANCO  
 TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO: ABUNDADO Y CRIBADO  
 UBICACION DEL BANCO: EN EL KM. 6+730 LADO DERECHO

P.E. SECO SUELTO kg/m³	1,568
P.E.S.MAXIMO kg/m³	1,853
HUMEDAD OPTIMA %	10.2
P.E. DEL LUGAR kg/m³	-
HUMEDAD DEL LUGAR %	-

MALLA	% RETENIDO	NORMAS S.C.T.	
		ΣL < 10 <sup>5</sup>	ΣL > 10 <sup>5</sup>
EN 50.0 2"	0.0		
EN 37.5 1 1/2"	6.0		
% QUE PASA			
50.0 2"	100.0	100	100
37.5 1 1/2"	94.0	100	100
25.0 1"	90.0	70 - 100	70 - 100
19.0 3/4"	86.0	60 - 100	60 - 86
9.5 3/8"	67.0	40 - 100	40 - 65
4.75 No 4	54.0	30 - 80	30 - 50
2.00 No 10	41.0	21 - 60	21 - 36
0.85 No 20	28.0	13 - 44	13 - 25
0.425 No 40	19.0	8 - 31	8 - 17
0.250 No 60	12.0	5 - 23	5 - 12
0.150 No 100	7.0	3 - 17	3 - 9
0.075 No 200	1.0	0 - 10	0 - 5



VALOR SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR): %	105.36	80-100	MÍNIMO	PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA No. 9.5
DESGASTE LOS ANGELES: %	28.54	35-30	MÁXIMO	ABSORCION %
PARTÍCULAS ALARGADAS Y LAJEADAS: %	3.6	40-35	MÁXIMO	DENSIDAD
EQUIVALENTE DE ARENA: %	56.30	40-50	MÍNIMO	DURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No 0.425			
LÍMITE LÍQUIDO, %	24.32	25	MÁXIMO
LÍMITE PLÁSTICO, %	INAP		
ÍNDICE PLÁSTICO, %	INAP	6	MÁXIMO
EQUIV. HUM. DE CAMPO %			
CONTRACCION LINEAL %			
CLASIFICACION SUCS			SP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:  
 LA MUESTRA DE MATERIAL ANALIZADA ES UN SUELO TIPO SP (ARENA MAL GRADUADA) Y CUMPLE CON LA CALIDAD DE LOS MATERIALES ESTIPULADA POR LA NORMATIVA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE DE LA S.C.T. PARA SU USO COMO BASE HIDRAULICA EN UN CAMINO CON UNA INTENSIDAD DE TRÁNSITO  $\Sigma L > 10^6$ .

JEFE DE LABORATORIO: ING. TOMAS ALBERTO BARDENAS  
 Vc. Ing. ALBERTO PEGUERO ZAVALA

pecsa\_morelia@live.com.mx

## PROYECTOS EDIFICACION Y CONSTRUCCION S.A. DE C.V.

CALLE PASEO DEL ZORRO NORTE No. 136, FRACC. PASEOS DEL VALLE

TARIMBARO, MICHOACAN C.P. 58880

TEL.: OFICINA 01 (443) 3 41 26 83 CEL.: 44 31 41 67 16

e-mail: pecsa\_morelia@live.com.mx

ING. ULIZES CAMPA DURAN  
ING. ULIZES CAMPA DURAN  
DIRECCION DE CONSTRUCCION  
PRESENTE

### INFORME DE COMPRESIÓN EN MUESTRAS DE MORTERO - ARENA

PROCEDENCIA: CONSTRUCCION DE CAMINO PASO LA VIRGEN - EL OLIVO  
DEL KM. 5+800 AL KM. 8+300


LOCALIDAD: MUNICIPIO DE TUZANTLA, MICHOACAN  
PROPORCION: 1:2.5 MUROS EN OBRA DE DRENAJE KM 6+149

FECHA MUESTREO	MUESTRA No.	EDAD DIAS	ÁREA Cm <sup>2</sup>		ESFUERZO DE RUPTURA Kg/Cm <sup>2</sup>		PROMEDIO
			TOTAL	EFFECTIVA	CARGA	ESFUERZO	
06-Jun-11	1	28	24.9	24.9	2260	90.8	88.1
	2	28	25.1	25.1	2150	85.7	
	3	28	24.9	24.9	2190	88.0	

#### OBSERVACIONES.

- 1.- LOS ENSAYES FUERON MUESTREADOS POR PERSONAL DE LABORATORIO EN OBRA.
- 2.- EL ESFUERZO DE RUPTURA DE LOS ENSAYES DE LAS MUESTRAS ES ACEPTABLE DE ACUERDO CON EL ESPECIFICADO POR EL PROYECTO, 80 Kg/Cm<sup>2</sup>.

ATENTAMENTE

  
ING. ALEJANDRO DEGUERO ZAVALA  
CED. PROF. 5638563

pecsa\_morelia@live.com.mx

pecsa\_morelia@live.com.mx

## PROYECTOS EDIFICACION Y CONSTRUCCION S.A. DE C.V.

CALLE PASEO DEL ZORRO NORTE No. 136, FRACC. PASEOS DEL VALLE

TARIMBARO, MICHOACAN C.P. 58880

TEL.: OFICINA 01 (443) 3 41 26 83 CEL.: 44 31 41 67 16

e-mail: pecsa\_morelia@live.com.mx

ING. ULIZES CAMPA DURAN

PRESENTE

PRESENTO A USTED EL SIGUIENTE:

### INFORME TECNICO DEL GRADO DE COMPACTACIÓN

Obra: MODERNIZACION DEL CAMINO PASO LA VIRGEN - EL OLIVO DEL KM. 5+800 AL KM. 8+300  
EN EL MUNICIPIO DE TUZANTLA, MICHOACAN.

Localización: TUZANTLA, MICHOACAN

Fecha de muestreo: Sábado, 04 de Junio de 2011

SONDEO	UBICACIÓN			ESPESOR SONDEO (cm)	PESO VOLUMETRICO		HUMEDAD		GRADO COMPACT. (%)
	REFERENCIA	CAPA DE	LADO		MAXIMO	CAMPO	OPTIMA	CAMPO	
					(Kg/M <sup>3</sup> )		(%)		
1	6+910	PRIMERA TERRAPLEN	DER	25.00	1830	1732	9.6	9.2	95
2	6+940	PRIMERA TERRAPLEN	CEN	28.00	1830	1745	9.6	9.0	95
3	6+920	SEGUNDA TERRAPLEN	IZQ	27.00	1830	1729	9.6	8.9	94
4	6+940	SEGUNDA TERRAPLEN	DER	29.00	1830	1744	9.6	8.5	95

#### Observaciones:

De acuerdo a los resultados obtenidos nos permitimos realizar los siguientes comentarios:

- 1.- El grado de compactación de los ensayos es aceptable para esta capa, de acuerdo con las NORMAS Y ESPECIFICACIONES. El proyecto señala el 95% del Peso Volumetrico Seco Maximo.

Tarimbaro, Michoacán, a 11 de Junio de 2011

ELABORO

  
ING. TOMAS TOLEDO BARCENAS

Vo.Bo.

  
ING. ALEJANDRO PEGUERO ZAVALA

## PROYECTOS EDIFICACION Y CONSTRUCCION S.A. DE C.V.

CALLE PASEO DEL ZORRO NORTE No. 136, FRACC. PASEOS DEL VALLE  
 TARIMBARO, MICHOACAN C.P. 58880  
 TEL.: OFICINA 01 (443) 3 41 26 83 CEL.: 44 31 41 67 16  
 e-mail: pecsa\_morelia@live.com.mx

ING. ULIZES CAMPA DURAN

PRESENTE

PRESENTO A USTED EL SIGUIENTE:

### INFORME TECNICO DEL GRADO DE COMPACTACIÓN

Obra: MODERNIZACION DEL CAMINO PASO LA VIRGEN - EL OLIVO DEL KM. 5+800 AL KM. 8+300  
 EN EL MUNICIPIO DE TUZANTLA, MICHOACAN.

Localización: TUZANTLA, MICHOACAN

Fecha de muestreo: Viernes, 10 de Junio de 2011

SONDEO	UBICACIÓN			ESPESOR SONDEO (cm)	PESO VOLUMETRICO		HUMEDAD		GRADO COMPACT. (%)
	REFERENCIA	CAPA DE	LADO		MAXIMO	CAMPO	OPTIMA	CAMPO	
					(Kg/M <sup>3</sup> )		(%)		
1	5+810	SUBRASANTE	IZQ	29.00	1830	1825	9.6	9.3	100
2	5+860	SUBRASANTE	CEN	30.00	1830	1831	9.6	9.2	100
3	5+910	SUBRASANTE	DER	30.00	1830	1822	9.6	9.0	100
4	5+960	SUBRASANTE	IZQ	31.00	1830	1815	9.6	9.1	99
5	6+010	SUBRASANTE	CEN	32.00	1830	1801	9.6	8.9	98
6	6+060	SUBRASANTE	DER	30.00	1830	1812	9.6	8.8	98
7	6+110	SUBRASANTE	IZQ	29.00	1830	1796	9.6	8.6	98
8	6+160	SUBRASANTE	CEN	30.00	1830	1806	9.6	9.0	99

**Observaciones:**

De acuerdo a los resultados obtenidos nos permitimos realizar los siguientes comentarios:

- El grado de compactación de los ensayos es aceptable para esta capa, de acuerdo con las NORMAS Y ESPECIFICACIONES. El proyecto señala el 100% del Peso Volumetrico Seco Maximo.

Tarimbaro, Michoacán, a 17 de Junio de 2011

ELABORO

  
 ING. TOMAS TOLEDO BARCENAS

Vo.Bo.

  
 ING. ALEJANDRO REGUERO ZAVALA

## PROYECTOS EDIFICACION Y CONSTRUCCION S.A. DE C.V.

CALLE PASEO DEL ZORRO NORTE No. 136, FRACC. PASEOS DEL VALLE

TARIMBARO, MICHOACAN C.P. 58880

TEL.: OFICINA 01 (443) 3 41 26 83 CEL.: 44 31 41 67 16

e-mail: pecsa\_morelia@live.com.mx

ING. ULIZES CAMPA DURAN

PRESENTE

PRESENTO A USTED EL SIGUIENTE:

### INFORME TECNICO DEL GRADO DE COMPACTACIÓN

Obra: MODERNIZACION DEL CAMINO PASO LA VIRGEN - EL OLIVO DEL KM. 5+800 AL KM. 8+300  
EN EL MUNICIPIO DE TUZANTLA, MICHOACAN.

Localización: TUZANTLA, MICHOACAN

Fecha de muestreo: Viernes, 24 de Junio de 2011

SONDEO	UBICACIÓN			ESPESOR SONDEO (cm)	PESO VOLUMETRICO (Kg/M <sup>3</sup> )		HUMEDAD (%)		GRADO COMPACT. (%)
	REFERENCIA	CAPA DE	LADO		MAXIMO	CAMPO	OPTIMA	CAMPO	
1	5+820	BASE HIDRAULICA	DER	20.00	1853	1850	10.2	9.6	100
2	5+870	BASE HIDRAULICA	CEN	20.00	1853	1859	10.2	9.9	100
3	5+920	BASE HIDRAULICA	IZQ	19.00	1853	1853	10.2	10.0	100
4	5+970	BASE HIDRAULICA	DER	21.00	1853	1849	10.2	9.8	100
5	6+020	BASE HIDRAULICA	CEN	22.00	1853	1842	10.2	9.7	99
6	6+070	BASE HIDRAULICA	IZQ	20.00	1853	1850	10.2	9.5	100
7	6+120	BASE HIDRAULICA	DER	21.00	1853	1842	10.2	8.9	99
8	6+170	BASE HIDRAULICA	CEN	19.00	1853	1879	10.2	9.9	101

**Observaciones:**

De acuerdo a los resultados obtenidos nos permitimos realizar los siguientes comentarios:

- 1.- El grado de compactación de los ensayos es aceptable para esta capa, de acuerdo con las NORMAS Y ESPECIFICACIONES. El proyecto señala el 100% del Peso Volumetrico Seco Maximo.

Tarimbaro, Michoacán, a 1 de Julio de 2011

ELABORO

  
ING. TOMAS TOLEDO BARCENAS

Va.Bo.

  
ING. ALEJANDRO PEGUERO ZAVALA



pecsa\_morelia@live.com.mx

## PROYECTOS EDIFICACION Y CONSTRUCCION S.A. DE C.V.

CALLE PASEO DEL ZORRO NORTE No. 136, FRACC. PASEOS DEL VALLE

TARIMBARO, MICHOACAN C.P. 58880

TEL.: OFICINA 01 (443) 3 41 26 83 CEL.: 44 31 41 67 16

e-mail: pecsa\_morelia@live.com.mx

### INFORME TECNICO DE CONCRETO HIDRAULICO

Obra:	CONSTRUCCION DE CAMINO PASO LA VIRGEN - EL OLIVO	Solicitante	ING. ULIZES CAMPA DURAN
Ubicación	TUZANTLA , MICH.	Fecha de Informe	Martes 26 de Julio de 2011

DATOS TECNICOS DEL CONCRETO		DATOS DEL CONCRETO EN OBRA	
f' c de proyecto	250 Kg/Cm <sup>2</sup>	Elaborado en	HECHO EN OBRA
Revenimiento de proyecto	10.0 Cm.	Equipo de mezclado	REVOLVEDORA MECANICA
Proporcionamiento	1 :2.5:2.0	Cemento, tipo	APASCO
Arena Tipo	VOLCANICA	Revenimiento	12.0 Cm.
Grava Tipo	VOLCANICA	Vibrado	SI
Tipo de concreto	NORMAL	Aditivo /Tipo / Marca	NO

### RESULTADOS DEL ENSAYE

DATOS	Nº de Ensaye	17	18	19
	Nº de Muestra	5		

UBICACIÓN	Localización del Elemento	VADO	LADO DERECHO	KM. 8+126
-----------	---------------------------	------	--------------	-----------

Tipo de prueba	Compresión	NOM C-83
----------------	------------	----------

FECHAS Y EDADES	Fecha de colado	Miércoles 22 de Junio de 2011		
	Fecha de ensaye	29-06-11	06-07-11	20-07-11
	Edad en días	7	14	28

GEOMETRIA	Diámetro (Cm <sup>2</sup> )	15	15	15
	Sección (Cm <sup>2</sup> )	176.72	176.72	176.72

RESULTADOS TECNICOS	Carga de ruptura (Kgs)	31600	36200	43000
	Esfuerzo de ruptura (Kg/Cm <sup>2</sup> )	178.82	204.85	243.33
	Resistencia real (%)	71.53	81.94	97.33
	Resistencia Proyecto (%)	74.00	84.00	100.00

#### OBSERVACIONES:

- La resistencia a 28 días obtenida de la muestra a compresion simple es aceptable con respecto a la resistencia de proyecto. Lo anterior de acuerdo a ESPECIFICACIONES DE PROYECTO
- El muestreo fue realizado por personal del laboratorio.

REVISOR  
ING. TOMAS TOJEDO BARCENAS

Vo.Bo.  
ING. ALBERTO PEGUERO ZAVALA

pecsa\_morelia@live.com.mx

MODERNIZACIÓN A BASE DE AMPLIACIÓN DE TERRACERÍAS, OBRAS DE DRENAJE, PAVIMENTACIÓN Y SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMINO: PASO LA VIRGEN - EL OLIVO, MUNICIPIO DE TUZANTLA, ESTADO DE MICHOACÁN. DEL KM 5+800 AL KM 8+300.

pecsa\_morelia@live.com.mx

**PROYECTOS EDIFICACION Y CONSTRUCCION S.A. DE C.V.**

CALLE PASEO DEL ZORRO NORTE No. 136, FRACC. PASEOS DEL VALLE

TARIMBARO, MICHOACAN C.P. 58880

TEL.: OFICINA 01 (443) 3 41 26 83 CEL.: 44 31 41 67 16

e-mail: pecsa\_morelia@live.com.mx

INFORME DE CALIDAD DE CARPETA ASFÁLTICA																													
MATERIAL:	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE	BANCO:	LOS NOGALES																										
MUESTRA No.	2	ENSAYE No.	1																										
OBRA:	RECONSTRUCCION DE PASO LA VIRGEN - EL OLIVO	LUGAR:	TUZANTLA, MICHOACAN																										
SOLICITANTE:	ING. ULIZES CAMPA DURAN	FECHA DE MUESTREO:	5-sep-11																										
		FECHA INFORME:	10-sep-11																										
PRUEBAS DEL MATERIAL PÉTREO																													
Peso Volumétrico Suelto:	- Kg/M <sup>3</sup>	Absorción:	- %																										
Densidad:	-	Desgaste de los Angeles:	- %																										
<p style="text-align: center;"><b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b></p>			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Malla No.</th> <th>% Que pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1"</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>92.0</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>77.0</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>66.0</td></tr> <tr><td>4</td><td>52.0</td></tr> <tr><td>10</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>20</td><td>22.0</td></tr> <tr><td>40</td><td>17.0</td></tr> <tr><td>60</td><td>14.0</td></tr> <tr><td>100</td><td>9.0</td></tr> <tr><td>200</td><td>4.0</td></tr> </tbody> </table>	Malla No.	% Que pasa	1"	100.0	3/4"	100.0	1/2"	92.0	3/8"	77.0	1/4"	66.0	4	52.0	10	32.0	20	22.0	40	17.0	60	14.0	100	9.0	200	4.0
Malla No.	% Que pasa																												
1"	100.0																												
3/4"	100.0																												
1/2"	92.0																												
3/8"	77.0																												
1/4"	66.0																												
4	52.0																												
10	32.0																												
20	22.0																												
40	17.0																												
60	14.0																												
100	9.0																												
200	4.0																												
<p>Tipo de material: TRITURADO VOLCANICO                  Forma de la partícula: SUB REDONDEADA                  PLANTA DOSIFICADORA: LOS NOGALES, MARAVATIO, MICHOACAN.</p>																													
CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO		PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFÁLTICA																											
Tipo:	AC-20	Humedad del agregado:	- %																										
Viscosidad:	-	Contenido de asfalto en mezcla:	7.0 %																										
% DE RESIDUO:	99.8	litros de AC-20 /M <sup>3</sup> =	- Litros																										
Penetración:	-	Peso Volumétrico Máximo:	1921 Kg/M <sup>3</sup>																										
		Grado de Compactación:	- %																										
		Adherencia:	aceptable																										
		Temperatura en Obra:	140 °																										
<b>RESULTADOS DEL ENSAYE MARSHALL</b>																													
Partículas Alargadas y Lajeadas Equivalente de Arena Contracción lineal	MUESTRA		NORMA / ESPECIFICACION																										
	ESTABILIDAD (KG)	968.90	800.00																										
	FLUJO (mm)	3.31	2.0 - 3.5																										
	% VACIOS	4.12	3.0 - 5.0																										
	% V.A.M.	18.7	14.00 MÍNIMO																										
	% V.A.F.	68.94	65 - 75 %																										
Observaciones: LA MUESTRA DE MATERIAL ANALIZADA SE TOMÓ DEL KM. 6+380 LADO DERECHO Y ESTA PRESENTA CARACTERÍSTICAS ACEPTABLES DE CALIDAD, SEGÚN LA NORMATIVA S.C.T. VIGENTE.																													
REVISO		VO. BO.																											
<p>ING. TOMÁS SIEDO BARCENAS</p>		<p>ING. ALVARO PEGUERO ZAVALA</p>																											



Morelia Michoacán 03 de Octubre del 2011.

Pintura de Tráfico base solvente color Blanco.  
 Código de Identificación: PDTH-018-11 M1  
 Solicitante: ING. ULIZES CAMPA DURAN

TABLA DE RESULTADOS

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
		Pintura Blanca No L-38854 09-11
Finura, en unidades Hegman, mínimo	2.5	2.5
Contenido de sólidos Totales, %, mínimo	68	68.0
Contenido de volátiles Totales, %, máximo	32	32.0
Tiempo de secado, en minutos Al tacto, mínimo	5	5
Viscosidad, en unidades Krebs	65 - 75	68.4
Masa específica, en kg/dm <sup>3</sup> , mínimo	1.4	1.42

Responsable del análisis

Ing. M. Magdalena Ledesma M  
 Lab. De Control de Calidad

Autorizo

Ing. Carlos A. Ochoa R.  
 Jefe del Lab. De Control de Calidad

Los resultados emitidos solo amparan las muestras probadas  
 El presente informe es de uso confidencial, contiene resultados de prueba sin hacer recomendaciones

PLANTA:  
 Eje Norte Sur 2.ª y 3.ª Cda Industrial  
 C.P. 58200, Tuzantla, Michoacán  
 Tels. 01(443) 322 13-14 Fax 322 13-61  
 e.mail: volton@voltonpinturas.com.mx



Morelia Michoacán 03 de Octubre del 2011.

Pintura de Tráfico base solvente color Amarillo.  
Código de Identificación: PDTH-018-11 M2  
Solicitante: ING. ULIZES CAMPA DURAN


TABLA DE RESULTADOS

CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
		Pintura Amarilla No. L- 38893 09-11
Finura, en unidades Hegman, mínimo	2.5	3
Contenido de sólidos Totales, %, mínimo	68	68.0
Contenido de volátiles Totales, %, máximo	32	32.0
Tiempo de secado, en minutos Al tacto, mínimo	5	5
Viscosidad, en unidades Krebs	65 - 75	67.7
Masa específica, en kg/dm <sup>3</sup> , mínimo	1.4	1.4

Responsable del análisis

  
Ing. M. Magdalena Ledesma M.  
Lab. De Control de Calidad

Autorizó

  
Ing. Carlos A. Ochoa R.  
Jefe del Lab. De Control de Calidad

Los resultados emitidos solo amparan las muestras probadas  
El presente informe es de uso confidencial, contiene resultados de prueba sin  
hacer recomendaciones

PLANTA:  
Eje Norte Sur 2, 195 Cdi. Industrial  
C.P. 58200, Morelia Michoacán  
Tels. 01(443) 324 1111 Fax 323-1336  
e.mail: volton@voltonpinturas.com.mx