

59  
24.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**REHABILITACION Y REFORZAMIENTO DEL  
PAVIMENTO ACTUAL DE LA AV. CEYLAN**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO CIVIL**  
P R E S E N T A :  
**FELIPE MARTINEZ CRUZ**



**DIRECTOR DE TESIS: ING. HECTOR SANGINES GARCIA**

**MEXICO, D. F.**

**1998.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-035/98

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

Señor  
**FELIPE MARTINEZ CRUZ**  
Presentes

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. HECTOR SANGINES GARCIA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

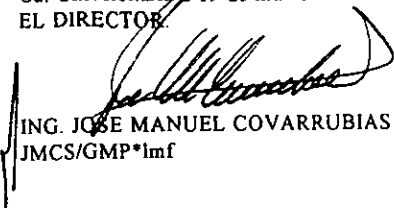
**" REHABILITACION Y REFORZAMIENTO DEL PAVIMENTO ACTUAL DE LA AV. CEYLAN "**

- I INTRODUCCION
- II OBJETIVO DEL ESTUDIO
- III DESCRIPCION DEL CAMINO
- IV DATOS GENERALES
- V LEVANTAMIENTO DE DAÑOS
- VI REVISION DEL PAVIMENTO
- VII RECOMENDACIONES PARA REHABILITAR EL CAMINO
- VIII CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
Cd. Universitaria a 19 de marzo de 1998.  
EL DIRECTOR

  
ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS  
JMCS/GMP\*lmf

*Dedico este trabajo que significa la culminación de una de mis metas a:*

***DIOS***

*Porque gracias a él tenemos vida.*

*Con cariño y respeto a mis Padres:*

*Lic. Felipe Martínez Cruz*

*Profra. Guillermina Cruz Sánchez*

*Gracias por darme el ser, por sus sacrificios, por sus esfuerzos y porque durante toda mi vida me han alentado tanto en mis triunfos como en mis derrotas, para seguir hasta conseguir mis anhelos y alcanzar mis metas.*

*A mis otros Padres:*

*José Guadalupe Cruz Gómez*

*Ma. del Carmen Sánchez Reyes*

*Juana García Morales*

*Quienes en su momento me dieron lo mejor.*

*Gracias papá Lupito, Mamá Memita y Mamá Juanita.*

*A mis Hermanas:*

*Guillermina (Cachito)  
Ruth (Chapis)*

*Con quienes he pasado momentos inolvidables.  
Gracias por el apoyo que me brindaron en el transcurso de la carrera y por esos  
preciosos hijos que me han dado.*

*Con cariño a ustedes mis otros hijos:*

*Ricardo Téllez Martínez  
Guillermo Neri Martínez*

*Con agradecimiento a:*

*Mis tíos*

*Al amor de mi vida:*

*Mi Esposa  
Ing. Norma Legorreta Linares*

*Quien con su apoyo incondicional que me ha brindado siempre me ha alentado para llegar  
a la culminación de mis metas  
Gracias por esa preciosa hija que me has dado.  
Gracias Amor*

*A tí hija mía:*

*Norma Alejandra Martínez Legorreta*

*Fruto de un amor incondicional e inspiración de todas mis metas, espero que cuando leas  
estas líneas te sientas orgullosa de tu padre como yo me siento del mío y te sirva de aliciente  
para llegar a ser alguien en la vida.*

*Especialmente al:*

***Ing. Héctor Sanginés García***

*Por la magnífica dirección para la realización de este trabajo.  
Gracias.*

*A los profesores e ingenieros:*

*Que a lo largo de mi vida escolar me transmitieron sus conocimientos y experiencias.  
Gracias.*

*Con agradecimiento a:*

*Ing. Antonio Arroyo O.  
Ing. José A. Kuri A.  
Ing. Miguel A. Rodríguez V.  
M.I. Rosio Ruiz U.  
M.I. José María Martínez*

*A mis amigos y compañeros:*

*Con quienes viví momentos inolvidables, tristezas y alegrías, así como enseñanza.  
Gracias.*

*A la Facultad de Ingeniería semillero de Grandes Ingenieros, por lo cual me siento orgulloso de pertenecer a ella.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México Máxima casa de estudios y Alma Mater de la  
Facultad de Ingeniería*

*Gracias.*

# INDICE

## PAGINA

### INTRODUCCION

1

### CAPITULO I

#### OBJETIVO DEL ESTUDIO

2

### CAPITULO II

#### DESCRIPCION DEL CAMINO

3

II.1 Antecedentes de Construcción

II.2 Características Geométricas

II.3 Trabajos de Conservación

### CAPITULO III

#### DATOS GENERALES

5

III.1 Topografía

III.2 Geología

III.3 Clima

III.4 Evaluación del Sistema de Drenaje y Subdrenaje

III.5 Localización del Trabajo



**PAGINA**

**CAPITULO IV**

<b>LEVANTAMIENTO DE DAÑOS</b>	<b>7</b>
IV.1 Descripción General de Daños	
IV.2 Cuerpo Derecho	
IV.3 Cuerpo Izquierdo	

**CAPITULO V**

<b>REVISION DEL PAVIMENTO</b>	<b>11</b>
V.1 Tránsito in situ	
V.2 Pruebas de Campo y Laboratorio	
V.3 Revisión Estructural	

**CAPITULO VI**

<b>RECOMENDACIONES PARA REHABILITAR EL CAMINO</b>	<b>33</b>
VI.1 Alternativa 1	
VI.2 Alternativa 2	
VI.3 Alternativa 3	

**CAPITULO VII**

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>40</b>
---------------------	-----------

**APARTADO**

**TRABAJOS POR EJECUTAR**

## ***INTRODUCCION***

*Para que el desarrollo de nuestro país se lleve a cabo en forma integral, es requisito fundamental que sus vías de comunicación estén en óptimas condiciones, situación que la red carretera con más de 20 años de servicio no cumple satisfactoriamente y que por otro lado la construcción de nuevos caminos significa una alta inversión que los Gobiernos actuales no pueden sufragar por lo que se ha creado un programa a Nivel Nacional para "La Rehabilitación y Reforzamiento" de carreteras que no cumplan con los niveles de servicio que el usuario demande ó que han quedado rebasados tanto en su capacidad (aceptación de un volumen de tránsito determinado) como en sus requerimientos estructurales solicitados por el tránsito actual y futuro.*

*Dentro del programa de Rehabilitación y reforzamiento del pavimento actual, se encuentra la vialidad interurbana denominada "AV. CEYLAN" en su tramo comprendido del Entronque con la Carretera de cuota (México-Querétaro) al cruzamiento con la Av. Mario Colín, sub-tramo del Km 0+000 - al Km 5 + 500, en el Municipio de Tlalnepantla, Estado de México, por lo que en el presente trabajo se presenta la realización de los estudios necesarios para la evaluación técnica del pavimento actual, lo cual nos permitirá decidir cual es la mejor alternativa de rehabilitación y reforzamiento del pavimento actual de la vialidad que nos ocupa tomando como premisa el aprovechamiento total de la infraestructura construida hasta la fecha (obras de drenaje, cruzamientos, terraplenes, etc.)*

## ***CAPITULO I***

### ***OBJETIVO DE ESTUDIO***

*El objetivo fundamental de la ejecución de los presentes estudios, es conocer a fondo la situación actual del pavimento existente y una vez determinados los parámetros de diseño así como las características generales de las condiciones actuales del pavimento, (tránsito, vida útil, calidad de los materiales, calificación Índice de Servicio Actual (ISA), deterioros, estructura existente, medida de las deformaciones del pavimento ante la aplicación de una carga estática), estar en condiciones de elegir la mejor alternativa de rehabilitación y refuerzo del pavimento partiendo de la infraestructura que se tiene construida. Por otro lado, también con los presentes estudios se pretende proyectar la vida útil del pavimento a 15 años considerando para ello el número de vehículos que pasarán en el período de tiempo considerado.*

## ***CAPITULO II***

### ***DESCRIPCION DEL CAMINO***

## **II.1 ANTECEDENTES DE CONSTRUCCION**

*Tomando como base la información concluida de las exploraciones realizadas, se infiere que la estructura original del pavimento de esta vialidad, se formó por una capa sub-rasante de 20 cm, una capa de base hidráulica de 15 cm y una carpeta asfáltica de 7 cm. Al correr el tiempo y al presentarse las primeras fallas en algunos sub-tramos, se resolvió a base de sobre carpetas asfálticas y bases negras, lo cual dio origen a una gruesa capa asfáltica de aproximadamente 30 cm; tanto las bases negras como las sobrecarpetas, fueron construidas sobre capas asfálticas con alto grado de deterioro superficial provocando también la falla prematura de las capas recién construidas.*

## **II.2 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS**

*La vialidad que nos ocupa tiene una longitud de cinco punto cinco (5.5) kilómetros formada por dos cuerpos de tres carriles de circulación de tres punto cinco (3.5) metros de ancho cada uno. Separando los dos cuerpos se encuentra un pequeño camellón con un ancho aproximado de 70 cm y cuenta con acotamiento de un (1.0) metro a ambos lados y en otros sub-tramos del km 3 + 200 al km 3 + 700 aproximado, cuenta con espacio suficiente para construir otro carril en cada cuerpo.*

## **II.3 TRABAJOS DE CONSERVACION**

*A lo largo de la vida del pavimento de ésta vialidad, se han hecho serios trabajos de conservación, intentando con ello prolongar en el tiempo un nivel de servicio adecuado al tránsito que circula por esta importante vía. Dentro de los trabajos que*

referimos se encuentran los siguientes:

- II.3.1 Construcción de refuerzos a base de capas asfálticas (bases negras y sobrecarpetas asfálticas) en los sub-tramos más críticos.**
- II.3.2 Bacheo superficial intensivo**
- II.3.3 Renivelaciones con material asfáltico**
- II.3.4 Colocación de sellos asfálticos para dar protección y mejorar la superficie de rodamiento**

*Los trabajos anteriores aunque sirven para solucionar los problemas al instante, no son definitivos, ya que las fallas corregidas, vuelven a aparecer al poco tiempo, tomando en cuenta además que estos trabajos no son adecuados ni en la calidad, ni en la cantidad que se requiere.*



## ***CAPITULO III***

### ***DATOS GENERALES***

### **III.1 TOPOGRAFIA**

*La vialidad objeto del presente estudio, se desarrolló un 60% en terreno de lomerío suave (del km 0 + 000 al km 3 + 500 al km 5 + 500), en terreno plano. En el primer sub-tramo existen algunas curvas horizontales con un grado de curvatura suave y cortes superiores a los 5.0 (cinco) metros de altura, el alineamiento vertical está gobernado por los cruces de FF.CC. para los cuales se construyeron pasos a desnivel con un grado de curvatura suave provocando así curvas verticales en cresta mismas que se encuentran en el cruce con la AV. GUSTAVO BAS, con la calle FRANCISCO MONTES DE OCA, cruce con FF.CC. y cruce con la AV. SAN RAFAEL.*

### **III.2 GEOLOGIA**

*Desde el punto de vista geológico, la vialidad que nos ocupa se encuentra localizada en la Sierra de Guadalupe la cual determina el límite del Valle de México por el lado Norte. En el primer sub-tramo de la vialidad, encontramos suelos de buena calidad como limos, arenosos, tobas, etc., en el segundo sub-tramo se encuentran suelos blandos como arcillas del tipo sedimentarios y un poco más alejados de la superficie (2 m), se localizan arcillas fósiles, características de algunas zonas del Valle de México.*

### **III. 3 CLIMA**

*Con relación al clima que impera en la zona donde se localiza la vialidad objeto del presente estudio según Köppen-Geiger existe un clima del grupo C sub-tropical de*

altura, tipo mexicano templado regular (CWH), con una temperatura media anual menor a 18° C; donde la precipitación se concentra en la estación de verano, teniendo un valor medio anual que oscila entre 600 a 700 mm.

### **III.4 EVALUACION DEL SISTEMA DE DRENAJE**

En lo que se refiere al sistema de drenaje y sub-drenaje se detectaron algunos problemas, ya que las rejillas de las bocas de tormenta se encuentran totalmente azolvadas y en algunos sitios (se ilustra en álbum fotográfico) ni siquiera existen, se anexa relación de obras de drenaje así como las recomendaciones tendientes a dar la solución adecuada al problema del agua.

### **III.5 LOCALIZACION DEL TRABAJO**

La referida vialidad, se localiza en la región Noreste del Estado de México, atraviesa todo el Municipio de Tlalnepantla para finalmente desembocar al Distrito Federal conectándose con la Calzada Vallejo. Después de la Autopista a Querétaro, la Avenida Ceylán es una de las principales alimentadoras por el lado Noroeste del D.F., ya que por ella confluyen todos los transportes de pasajeros hacia la terminal del Norte y todo el transporte de carga procedente del Norte y Noreste de la República Mexicana. (Se anexa croquis de localización).

## ***CAPITULO IV***

### ***LEVANTAMIENTO DE DAÑOS***

#### **IV.1 DESCRIPCION GENERAL DE DAÑOS**

*Dentro de los estudios que se realizan para la evaluación de un pavimento, resulta significativo el "levantamiento de daños", ya que con él se dan elementos al proyectista para discernir en buena medida hasta donde deben llegar los trabajos de rehabilitación y/o reforzamiento del pavimento que se estudia.*

*A continuación se describen en forma general, los daños que presenta la superficie de rodamiento actual del pavimento que nos ocupa.*

#### **IV.2 CUERPO DERECHO**

- *Del Km 0+000 al Km 1+000.- En general el pavimento se encuentra en malas condiciones, donde la carpeta presenta signos inequívocos de fatiga con agrietamiento en forma del tipo piel de cocodrilo en todo el ancho de la corona, también se observa desprendimiento de la carpeta lo que ha dado origen a una serie de baches que están siendo reparados superficialmente con mezcla asfáltica de regular calidad; aunque más bien, lo que le confiere la calificación de BACHEO DEFICIENTE, no es el material empleado, sino más bien el procedimiento constructivo. Por otro lado también podemos decir de este sub-tramo, no se aprecian deformaciones importantes lo cual hace suponer que la estructura multicapa está cumpliendo cabalmente su función no así la carpeta asfáltica (superficie de rodamiento actual) que es la determinante al asignar una calificación al pavimento que en este caso resultó pobre (baja) de 2.5 pudiendo decir que este sub-tramo del cuerpo derecho ha llegado a su nivel de rechazo punto en el cual es necesario efectuar trabajos de rehabilitación y reforzamiento a la estructura del pavimento.*
- *Del Km 1+000 al Km 2+000.- En este sub-tramo se presentan los mismos daños que en el anterior, aunque en menor magnitud presentando una superficie de*

## LEVANTAMIENTOS DE DAÑOS

rodamiento en condiciones más aceptables, por lo que la calificación concedida de 3.0 corresponde a la realidad.

- *Del Km 2+000 al Km 3+000.- En este sub-tramo predominan los agrietamientos del tipo mapa, también el agrietamiento en forma tipo piel de cocodrilo pero en zonas aisladas, este sub-tramo presenta un índice de servicio actual ISA de 3.0 determinada por el grupo calificador.*
- *Del Km 3+000 al Km 4+000.- Como se puede observar en las fotografías, este sub-tramo presenta daños severos en su superficie de rodamiento, manifestados éstos por grandes roderas, (de hasta 10 cm), desplazamientos de la carpeta en las orillas de la corona, también se observan agrietamientos longitudinales y del tipo piel de cocodrilo, por los daños antes señalados, este sub-tramo tiene un ISA de 2.5 lo que denota que ha llegado al término de su vida útil.*
- *Del Km 4+000 al Km 5+500.- Este sub-tramo presenta algunos sitios con superficie ondulada y roderas importantes sobre todo en las zonas previas a los topes y semáforos, también presenta agrietamiento longitudinal y transversal existiendo áreas con agrietamiento de mapa y del tipo piel de cocodrilo. Por otro lado, en las orillas del pavimento se observan protuberancias de la carpeta y una serie de baches mal reparados: Este sub-tramo ha sido asignado con una calificación de 2.5 por el grupo calificador denotando con ello el mal estado en general de la superficie de rodamiento.*

### **OBSERVACIONES:**

- *La calificación del pavimento, se hizo según el método AASHTO, según el cual el índice de servicio actual que es motivo de rechazo es de 2.5 para caminos de*

primer orden y de 2.0 para los secundarios.

### **IV.3 CUERPO IZQUIERDO**

- *Del Km 0+000 al Km 1+000.- Este sub-tramo presenta pequeñas roderas en las que se manifiesta agrietamiento en forma del tipo piel de cocodrilo con desintegración de la carpeta asfáltica, también presenta agrietamiento longitudinal y transversal moderado. En otras áreas se observan grietas de reflexión ocasionada por la presencia de una sobre carpeta construida sobre otra capa asfáltica en pésimas condiciones. Existen también grandes áreas reparadas superficialmente así como baches tapados en forma inadecuada que hacen que el tránsito sea lento e incómodo. El grupo técnico calificador, asignó una calificación de 2.5 a este sub-tramo.*
  
- *Del Km 1+000 al Km 2+000.- La superficie de rodamiento en este sub-tramo se encuentra aceptable en la que la manifestación de daños es considerada dentro del rango de regulares condiciones ya que los agrietamientos son mínimos pudiendo decir que la superficie dañada es del orden de 20%, no se observan roderas ni zonas inestables, aduciendo que los daños observados son únicamente en la carpeta asfáltica por la fatiga de la misma; en este sub-tramo el grupo calificador ha dado una calificación de 3.5, lo cual se puede considerar que corresponde a un pavimento en buenas condiciones de rodabilidad y que además es el momento adecuado para la aplicación de un refuerzo o rehabilitación integral que nos permita aprovechar al 100% la infraestructura existente.*
  
- *Del Km 2+000 al Km 3+000. En este sub-tramo se presentan algunos sitios con desprendimiento de carpeta ligero, también se localizan algunas zonas con roderas en su fase inicial pronunciándose en éstas el agrietamiento en forma de*

## LEVANTAMIENTOS DE DAÑOS

piel de cocodrilo en forma severa. También se observan zonas con agrietamiento de mapa en forma ligera, los bordes del pavimento también presentan grietas de piel de cocodrilo a una escala moderada. En lo relativo a los baches, éstos han sido reparados con un procedimiento inadecuado, ya que el material usado en la reparación, se encuentra hundido provocando incomodidad al tránsito de los vehículos. a este sub-tramo el grupo técnico calificador del estado actual del pavimento, otorgó una calificación de 3.0.

- Del Km 3+000 al Km 4+000.- Este sub-tramo se localiza en la zona baja donde abundan los suelos resalientes, por lo que los daños que se tienen son más pronunciados, de esta forma encontramos que la superficie de rodamiento presenta ondulaciones y roderas en forma moderada debidas a la inestabilidad tanto de la carpeta asfáltica como de los suelos de cimentación. También se manifiesta agrietamiento longitudinal y transversal en forma severa y moderada respectivamente: En otras áreas encontramos agrietamiento de mapa en forma severa así como del tipo piel de cocodrilo y roderas. Refiriéndonos al mantenimiento, éste se cataloga como de regular a malo, concediendo una calificación de 2.5 al sub-tramo que nos ocupa denotando con ello que el pavimento ha llegado al término de su vida útil.

- Del Km 4+000 al Km 5+500.- Este sub-tramo presenta el mismo tipo de daños que el sub-tramo anterior, sólo que la superficie dañada es menor: de 20 a 50%, pero por el tipo de daños presentados como: agrietamiento longitudinal y transversal en forma severa, agrietamiento de mapa en la rodera en forma moderada, agrietamiento del tipo piel de cocodrilo en la rodera, moderado en centro y bordes de carril en forma ligera; el mantenimiento se cataloga como malo según escala del procedimiento de evaluación. La calificación otorgada en este sub-tramo es de 2.5 la cual corresponde al nivel de rechazo.



## ***CAPITULO V***

### ***REVISION DEL PAVIMENTO***

**V.1 TRANSITO IN SITU**

*Dentro de la gama de parámetros que intervienen en el dimensionamiento de la estructura de un pavimento flexible, la carga inducida al mismo, es determinante, ya que dependiendo tanto del número de vehículos así como de su peso total, el daño al pavimento será mayor ó en menor grado.*

*La vialidad que se estudia, presenta un tránsito intenso y complejo, ya que por ella circulan toda clase de vehículos desde los más ligeros hasta los más pesados y aún otros que no se encuentren clasificados para la determinación del coeficiente de daño según criterio del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M.*

*Para la realización del análisis de tránsito, partimos del aforo efectuado por el Departamento de Tránsito de la Junta de Caminos (se anexa) del cual se desprenden los siguientes datos:*

**T P D A**                    31,500 Vehículos, clasificándose como sigue:

**Sentido Norponiente.- Con tránsito promedio para la hora pico igual a 4,080 vehículos**

TIPO	%
A	62
B	7
C	2
D	3
	<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
	100

Sentido Sur-este.- Con un tránsito promedio para la hora pico igual a 4,020 vehículos.

TIPO	%
A	66.70
B	5.70
C	24.30
D	<u>3.30</u>
	100.00

Como se puede observar en los datos anteriores, el volumen de tránsito es considerable con un alto porcentaje de vehículos pesados (26.15%) en promedio para ambos sentidos, aunando a ésta situación el alto número de vehículos ligeros hacen que el tránsito en la vialidad se vuelva lento (alcanzando una velocidad promedio de 26 K.P.H.) y se tengan congestionamientos sobre todo en el sub-tramo del Km 3+500 al Km 5+500. También el mal estado del pavimento e éste sub-tramo contribuye a hacer más crítico el problema. Actualmente se tiene una capacidad de tránsito de 1360 vehículos/carril y para ésta capacidad la vialidad se encuentra saturada, por lo que una vez rehabilitado el pavimento, deberá alcanzar una capacidad mínima de 1,800 vehículos/carril, para con ello (según pronósticos) tener hasta el año 20 la saturación vehicular.

Ahora bien, tomando como base el aforo de tránsito que se anexa y para una vida útil de 15 años, tenemos un tránsito expresado en ejes equivalentes de 8.2 t como sigue:

T R A M O	EJES EQUIVALENTES DE EN MILLONES:	8.2 t ACUMULADAS Z = cm
	Z = 0	Z = 30
DEL Km 0+000 AL Km 5+500	52.97	43.55

## REVISION DEL PAVIMENTO

El número de ejes equivalentes señalado en la tabla anterior, es cuando se considera un cierto porcentaje de vehículos vacíos, pero considerando una situación más crítica que sería cuando no existiesen vehículos vacíos y los coeficientes de daño sean considerados para tránsito cargado únicamente, los ejes acumulados serán los siguientes:

T R A M O	EJES EQUIVALENTES DE EN MILLONES:	8.2 t ACUMULADAS Z = cm
	Z = 0	Z = 30
DEL Km 0+000 AL Km 5+500	52.97	50.52

Para efectos de diseño es más recomendable considerar estos valores y no olvidar que la vialidad es de 6 carriles para lo cual se recomienda establecer un tránsito para el carril de diseño de 40% del T.P.D.A.

**CALCULO DEL TRANSITO EQUIVALENTE ACUMULADO ( $\Sigma L$ )**  
 CARRETERA: AV.: CEYLAN, TRAMO: ENTRONQUE CON AUTOPISTA (MEXICO - QUERETARO) - AV. MARIO COLIN  
 SUB-TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+500

TIPO DE VEHICULO	COMPOSICION DEL TRANSITO (1)	COEFICIENTE DE DISTRIBUCION DE VEHICULOS CARGADOS O VACIOS (2)		COMPOSICION DEL TRANSITO CARGADOS O VACIOS (3)=(1)x(2)	COEFICIENTES DE DAÑO		NUMERO DE EJES SENCILLOS EQUIVALENTES DE 8.2 t	
					CARPETA Y BASE Z = 0 (4)	SUB-BASE Y TERRACERIA Z = 30 (5)	CARPETA Y BASE (6) = (3)x(4)	SUB-BASE Y TERRACERIAS (7) = (3)x(5)
A	0.62	CARGADOS	1.0	0.62	0.004	0.000	0.0025	0.0000
		VACIOS	0.0	0.00	0.004	0.000	0.0000	0.0000
B	0.07	CARGADOS	1.0	0.07	2.000	2.457	0.1400	0.1720
		VACIOS	0.0	0.00	2.000	0.502	0.0000	0.0000
C <sub>2</sub>	0.08	CARGADOS	1.0	0.08	2.000	2.457	0.1600	0.1966
		VACIOS	0.0	0.00	2.000	0.028	0.0000	0.0000
C <sub>3</sub>	0.06	CARGADOS	1.0	0.06	3.000	2.457	0.1800	0.1474
		VACIOS	0.0	0.00	3.000	0.039	0.0000	0.0000
T3 - S2	0.10	CARGADOS	1.0	0.10	5.000	4.747	0.5000	0.4747
		VACIOS	0.0	0.00	5.000	0.040	0.0000	0.0000
T3 - S3	0.04	CARGADOS	1.0	0.04	6.000	4.746	0.2400	0.1898
		VACIOS	0.0	0.00	6.000	0.040	0.0000	0.0000
D	0.03	CARGADOS	1.0	0.03	0.536	0.023	0.0161	0.0007
		VACIOS	0.0	0.00	0.536	0.000	0.0000	0.0000
SUMAS	1.000	---		1.000	EJES EQUIVALENTES PARA TRANSITO UNITARIO (8)		1.2386	1.1812
COEFICIENTE DE ACUMULACION DEL TRANSITO,					TDPA INICIAL EN EL CARRIL DE PROYECTO (9)		6 300	6 300
$C_T = \frac{(1+r)^n - 1}{r} / 365$ n = AÑOS DE SERVICIO = 15 T = TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRANSITO = 3%					C <sub>T</sub>	(10)	6 738.60	6 788.60
TDPA = TRANSITO DIARIO MEDIA ANUAL =				CD CARRIL PROYECTO =	$\Sigma L (11) \times (9) \times (10)$		52 972 677.70	50 517 774.20

31,500

40%

52.97 x 10<sup>6</sup>

50.52 x 10<sup>6</sup>

## CALCULO DEL TRANSITO EQUIVALENTE ACUMULADO (ΣL)

CARRETERA: AV.: CEYLAN, TRAMO: ENTRONQUE CON AUTOPISTA (MEXICO - QUERETARO) - AV. MARIO COLIN  
SUB-TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+500

TIPO DE VEHICULO	COMPOSICION DEL TRANSITO (1)	COEFICIENTE DE DISTRIBUCION DE VEHICULOS CARGADOS O VACIOS (2)		COMPOSICION DEL TRANSITO CARGADOS O VACIOS (3)=(1)x(2)	COEFICIENTES DE DAÑO		NUMERO DE EJES SENCILLOS EQUIVALENTES DE 8.2 t	
					CARPETA Y BASE Z= 0 (4)	SUB-BASE Y TERRACERIA Z= 30 (5)	CARPETA Y BASE (6)=(3)x(4)	SUB-BASE Y TERRACERIAS (7)=(3)x(5)
A	0.62	CARGADOS	1.0	0.62	0.004	0.000	0.0025	0.0000
		VACIOS	0.00	0.00	0.004	0.000	0.0000	0.0000
B	0.07	CARGADOS	1.0	0.07	2.000	2.457	0.1400	0.1720
		VACIOS	0.0	0.00	2.000	0.502	0.0000	0.0000
C <sub>2</sub>	0.08	CARGADOS	0.65	0.052	2.000	2.457	0.1040	0.1179
		VACIOS	0.35	0.028	2.000	0.028	0.0560	0.0008
C <sub>3</sub>	0.06	CARGADOS	0.80	0.048	3.000	2.457	0.1440	0.1179
		VACIOS	0.2	0.012	3.000	0.039	0.0360	0.005
T3 - S2	0.10	CARGADOS	0.90	0.090	5.000	4.747	0.4500	0.4272
		VACIOS	0.10	0.010	5.000	0.040	0.0500	0.0004
T3 - S3	0.04	CARGADOS	0.90	0.036	6.000	4.743	0.2160	0.1709
		VACIOS	0.10	0.004	6.000	0.040	0.0240	0.0007
D	0.03	CARGADOS	1.00	0.030	0.536	0.023	0.0161	0.0000
		VACIOS	0.00	0.000	0.536	0.000	0.0000	0.0000
<b>S U M A S</b>	1.000	---		1.000	EJES EQUIVALENTES PARA TRANSITO UNITARIO (8)		1.2386	1.0184
COEFICIENTE DE ACUMULACION DEL TRANSITO,  $C_r = \frac{(1+r)^n - 1}{r} / 365$ n = AÑOS DE SERVICIO = 15 T = TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRANSITO = 3%					TDPa INICIAL EN EL CARRIL DE PROYECTO (9)		6 300	6 300
					C <sub>r</sub>	(10)	6 788.60	6 788.60
TDPa = TRANSITO DIARIO MEDIA ANUAL =				CD CARRIL PROYECTO =	ΣL (11) x (9) X (10)	52 972 677.70	43 555 114.51	
31,500				40%		52.97 x 10 <sup>6</sup>	43.55 x 10 <sup>6</sup>	

## V.2 PRUEBAS DE CAMPO Y LABORATORIO

Dentro de los estudios realizados para la evaluación del pavimento de ésta vialidad, destacan por su importancia, los estudios de laboratorio de materiales, ya que con ellos estamos en condiciones de conocer con gran apego a la realidad, la calidad de todos y cada uno de los materiales que se usaron para la construcción del pavimento existente.

Para la obtención de muestras, se realizaron a lo largo del tramo, pozos a cielo abierto (P.C.A.) a cada 500 m variando la localización en diferente carril y tomando muestras alteradas de cada capa que componen la estructura del pavimento actual. También se elaboró un perfil estratigráfico de cada sondeo anotando clasificación y espesor de cada capa encontrada (se anexan perfiles estratigráficos), los materiales muestreados fueron enviados al laboratorio central para su estudio correspondiente el cual arrojó los siguientes resultados:

**CARPETA ASFALTICA.-** En las muestras de carpeta asfáltica obtenidas se determinó la composición granulométrica y el contenido de asfalto. Refiriéndonos a la granulometría, los análisis efectuados, demuestran que en general las curvas granulométricas tienden a rebasar la frontera superior de la zona especificada como correcta. Ahora en cuanto al contenido de asfalto, se detectó gran variación en los resultados ya que existe un rango de 4.8% a 8.7% límites que están fuera de especificación.

**BASE HIDRAULICA.-** Con base a los resultados obtenidos se puede decir que en todos los sondeos se detectó una base hidráulica muy similar predominando los materiales clasificados como **GM** (gravas limosas, mezclas de grava-arena y limos) en casos más aislados se encontraron materiales **GP** (gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos), a continuación, se presenta una tabla conteniendo resultados de los parámetros más relevantes:

**REVISION DEL PAVIMENTO**

PROPIEDAD	MATERIALES DE LA CAPA DE BASE HIDRAULICA EXISTENTE EN EL TRAMO		CALIDAD DEL MATERIAL DE LA BASE HIDRAULICA	
	PROMEDIO	RANGO	DESEABLE	ADECUADO
1).- LIMITE LIQUIDO	22.94	21.0-24.7	25.0 MAX.	30.0 MAX.
2).- INDICE PLASTICO	4.29	0.0- 6.4	6.0 MAX	6.0 MAX.
3).- CONTENIDO DE FINOS	6.72	4.0-11.0	10.0 MAX	15.0 MAX.
4).- EQUIVALENTE DE ARENA	25.39	24.1-28.1	50.0 MIN.	40.0 MIN.
5).- V.R.S.	89.33	84.1-91.0	100.0 MIN.	80.0 MIN.

Como se observa en la tabla anterior, se está haciendo un comparativo entre los valores obtenidos en la capa de base hidráulica existente con los propuestos por el Instituto Mexicano del Transporte en su documento técnico No. 2 de 1989, para materiales de calidad de base hidráulica deseable y adecuada. De los cinco parámetros anotados, solamente uno de ellos no satisface el valor propuestos (equivalente de arena) aunque también el Índice Plástico rebasa el rango establecido como adecuado. Es importante señalar que los materiales que forman ésta capa, debieran cumplir con la CALIDAD DESEABLE por tratarse de una vialidad de primer orden con un alto volumen de tránsito y alto porcentaje de vehículos de carga, por lo que el V.R.S. también quedaría escaso para ésta capa del pavimento ya que se exigirá como mínimo 100% el espesor de la base encontrada, tiene un espesor promedio de 18 cm bien compactada. Por último, es importante señalar que el parámetro que es determinante en la vida útil de una capa de pavimento, es el EQUIVALENTE DE ARENA, por lo que sobre todo en capas superficiales deberá cuidarse que éste cumpla cabalmente con las especificaciones de la S.C.T.

**SUB-BASE HIDRAULICA.**- Los materiales encontrados formando ésta capa, se identifican como **GM** (gravas limosas, mezclas de grava-arena y limos), **GC** (gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla) cuyas características más relevantes se presentan en la tabla siguiente comparadas con las especificaciones respectivas también propuestas por el Instituto Mexicano de Transporte.



**REVISION DEL PAVIMENTO**

PROPIEDAD	MATERIALES DE SUB BASE EN EL TRAMO		CALIDAD DEL MATERIAL DE SUB BASE	
	PROMEDIO	RANGO	DESEABLE	ADECUADO
1).- LIMITE LIQUIDO	22.85	21.0-24.9	25.0 MAX.	30.0 MAX.
2).- INDICE PLASTICO	3.97	0.0- 9.7	10.0 MAX	12.0 MAX.
3).- CONTENIDO DE FINOS	8.87	7.0-10.0	15.0 MAX	20.0 MAX.
4).- EQUIVALENTE DE ARENA	25.28	21.3-34.7	40.0 MIN.	30.0 MIN.
5).- V.R.S.	87.63	80.1-94.8	40.0 MIN.	80.0 MIN.

Como se observa en la tabla anterior los materiales existentes cumplen parcialmente con los valores propuestos para ambas calidad (80%) ya que el equivalente de arena es inferior al especificado. Debiendo señalarse que por la importancia de la vialidad, los materiales de ésta capa deben cumplir con la calidad deseable. También es importante señalar que, en el 25% de los sondeos realizados no se encontró capa sub-base, descansando directamente la base hidráulica sobre la capa sub-rasante.

**CAPA SUB-RASANTE.-** Esta capa se detectó constituida por materiales clasificados como: **ML** (linos arenosos ó arcillas ligeramente plásticas) también se encontraron suelos tipo **SM** (arenas limosas, mezclas de arena y limo) y en casos más aislados se detectaron suelos **GS-SC** (gravas arcillosas mezcladas con arenas arcillosas). En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos para las características más relevantes:

PROPIEDAD	MATERIALES DE LA CAPA BUS-RASANTE EN EL TRAMO		CALIDAD DEL MATERIAL PARA SUB -RASANTE	
	PROMEDIO	RANGO	DESEABLE	ADECUADO
1).- LIMITE LIQUIDO	35.50	31.0-38.90	30.0 MAX	40.0 MAX.
2).- INDICE PLASTICO	11.74	8.90-14.1	10.0 MAX.	20.0 MAX.
3).- CONTENIDO DE FINOS	30.85	22.0-37.	25.0 MAX	35.0 MAX
4).- EQUIVALENTE DE ARENA	16.78	8.7-36.1	20.0 MIN	15.0 MIN.

*Al igual que en los casos anteriores en la tabla anterior se observa que los materiales utilizados para construir la sub-rasante, no satisfacen los requerimientos sobre todo para la calidad deseable que se propone por tratarse de una vialidad de primer orden, mostrando además heterogeneidad en sus características y su clasificación según el S.U.C.S.; el espesor de ésta capa, en promedio fué detectado de 24 cm teniendo un rango de 14-35 cm mostranto heterogeneidad en los resultados de espesores.*

**TERRENO NATURAL-** *Los suelos que componen el terreno natural, son del tipo OH (arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad). El V.R.S., de ésta capa, en promedio es del orden de 5.3% teniendo valores incluso de 3.1% en la condición más crítica. Por lo que el terreno natural que sub-yace a la estructura del pavimento, es de calidad muy inferior por lo que se recomienda para desplantar el pavimento directamente sobre ésta capa, por lo que invariablemente se deberá construir un cuerpo de terraplén o en su defecto nunca prescindir de una capa subrasante mínima de 30 cm de espesor.*

**RESUMEN Y COMENTARIOS DE LOS RESULTADOS**

*La estructura original del pavimento consistió supuestamente de una carpeta asfáltica de siete (7) centímetros, una base hidráulica de quince (15) centímetros y una sub-base de quince (15) centímetros, sub-yaciendo a ésta estructura, una capa sub-rasante de veinticuatro (24) centímetros según datos recabados en la última década, se han colocado sobre carpetas en todo el tramo y en ambos cuerpos. En algunos sub-tramos (km 4 + 500 y km 5 + 450) la base hidráulica fue sustituida por una base asfáltica.*

*La calidad de los materiales utilizados en la construcción del pavimento existente, en su momento cumplieron, pero actualmente por el alto incremento de tránsito (en volumen y tonelaje) han quedado rebasados por los requerimientos de las nuevas especificaciones, por lo que se deberá buscar algún procedimiento tendiente al mejoramiento de las capas superficiales (base y carpeta) ya que son las que reciben las cargas más concentradas produciéndose en ellas (las capas) los daños más severos tanto por fatiga como por efecto de la fricción con los neumáticos y la acción de la intemperie.*

REQUISITOS DE CALIDAD QUE DEBIERAN CUMPLIR  
LOS MATERIALES QUE FORMAN LAS CAPAS DE PAVIMENTO EXISTENTE

**TERRACERIAS**

CALIDAD	DESEABLE	ADECUADO	TOLERABLE	S C T
GRANULOMETRIA (mm)	80% MIN. < 75 95% MIN. < 200	80% MIN. < 750	-	-
TAMAÑO MAXIMO (mm)		1000	1500	-
% FINOS (Mat. < 0.075 mm)	30 MAX.	40 MAX.	40 MAX.	-
WL (%)	40 MAX.	50 MAX.	60 MAX.	-
IP (%)	15 MAX.	20 MAX.	25 MAX.	-
COMPACTACION (%)	95 MIN.	95 + 2 MIN.	95 + 2 MIN.	-
C.B.R. (%)	10 MIN.	10 MIN.	5 MIN.	10 MIN.
EXPANSION (%)	3 MAX.	3 MAX.	3 MAX.	3 MAX.

**SUB-RASANTE**

CALIDAD	DESEABLE	ADECUADA	TOLERABLE	S C T
GRANULOMETRIA TAMAÑO MAXIMO (mm)	76	76	76	76
% FINOS (Mat. < 0.074 mm)	25 MAX.	35 MAX.	40 MAX.	-
WL (%)	30 MAX.	40 MAX.	50 MAX.	-
IP (%)	10 MAX.	20 MAX.	25 MAX.	-
COMPACTACION (%)	100 MIN. AASHTO EST.	100 + 2 MIN. AASHTO EST.	100 + 2 MIN. AASHTO	95%
C.B.R. (%)	30 MIN.	20 MIN.	15 MIN.	10 MIN.
EXPANSION (%)	-	-	-	3 MAX.

**SUB-BASES**

CALIDAD	DESEABLE	ADECUADA	S C T	REVESTIMIENTO	S C T
GRANULOMETRIA TAMAÑO MAXIMO (mm)	51	51	51 MAX.	76	76
% FINOS (Mat. < 0.074 (mm)	15 MAX.	25 MAX.	-	20 MAX.	-
WL (%)	25 MAX.	30 MAX.	-	40 MAX.	
IP (%)	6 MAX.	10 MAX.	-	15 MAX.	
COMPACTACION (%) PRUEBA:	100 MIN. AASHTO MOD.	100 + 2 MIN. AASHTO MOD.	95 MIN.	95 MIN. AASHTO EST.	FIJE EL PROYECTO
EQUIV. ARENA (%)	40 MIN.	30 MIN.	20 MIN.	-	-
C.B.R. (%)	40 MIN.	30 MIN.	50 MIN.	30 MIN.	30 MIN.
DESGASTE LOS ANGELES (%)	40 MAX.	-	-	-	-
ZONA GRANULOMETRIA	1 a 2	1 a 3	1 a 3	1 a 3	1 a 3

**B A S E S**

CALIDAD	DESEABLE	ADECUADA	S C T
GRANULOMETRIA TAMAÑO MAXIMO (mm)	38	51	50 MAX.
% FINOS (Mat. < 0.074 mm)	10 MAX.	15 MAX.	-
WL (%)	25 MAX.	30 MAX.	30 MAX.
IP (%)	6 MAX.	6 MAX.	-
COMPACTACION (%) PRUEBA:	100 MIN. AASHTO MOD.	100 MIN. AASHTO MOD.	95 MIN. AASHTO EST.
EQUIV. ARENA (%)	50 MIN.	40 MIN.	50 MIN.
C.B.R. (%)	100 MIN.	80 MIN.	100 MIN.
DESGASTE LOS ANGELES (%)	40 MAX.	40 MAX.	-
ZONA GRANULOMETRIA	1 a 2	1 a 3	1 a 3

## CARPETA ASFALTICA

CALIDAD	DESEABLE	ADECUADA	S C T
GRANULOMETRIA TAMAÑO MAXIMO (mm)	38	38	25
% FINOS (Mat. < 0.074 mm)	4 MAX.	8 MAX.	-
WL (%)	-	1 MAX.	-
IP (%)	0	5 MAX.	-
EQUIV. ARENA (%)	60 MIN.	5 MIN.	55 MIN.
DESGASTE LOS ANGELES (%)	30 MAX.	40 MAX.	40 MAX.
% PARTICULAS ALARGADAS	25 MAX	50 MAX	-
FORMA DE LA PARTICULA (%)	-	-	35 MAX.



V.3 REVISION ESTRUCTURAL

Con la finalidad de revisar la estructura del pavimento existente, se hará uso del criterio recomendado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, tomando en cuenta los siguientes valores de diseño:

V.R.S. de la sub-rasante:	10%
Suma de ejes equivalentes:	$51 \times 10^6$ para $Z = 30$ cm
Nivel de confianza:	0.90

Utilizando la gráfica que recomienda el método usado, para los parámetros antes señalados, se requiere de un espesor de grava equivalente de 59 cm sobre la capa sub-rasante existente: Ahora bien, según resultado de los sondeos efectuados, tenemos un espesor de pavimento existente de 36 cm promedio y de 29 tomando valores críticos y obviamente sin considerar la carpeta asfáltica ya que por su deterioro se tendrá que retirar al 100%.

Para efectos de refuerzo, se recomienda considerar el espesor crítico de pavimento existente que es igual a veintinueve punto cero (29.0) centímetros.

A continuación se presenta una tabla comparativa entre espesores de pavimento existente y necesarios para cumplir con la estructura resultante del dimensionamiento por el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM, los espesores están dados en centímetros de grava equivalente.

**SUB-TRAMO: Km 0 + 000 AL Km 3 + 500 EN AMBOS CUERPOS**

CAPA DE PAVIMENTO	ESPEJOR EXISTENTE	ESPEJOR NECESARIO	ESPEJOR FALTANTE	DISEÑO DEL NUEVO PAVIMENTO
CARPETA ASFALTICA	11.0	58.0	18.0	29.0
BASE HIDRAULICA	14.0			14.0
SUB-BASE HCA	15.0			15.0

Los valores de la tabla anterior se interpretan como:

- El pavimento existente necesita un refuerzo de 9.0 cm de carpeta asfáltica ó 18 cm de grava equivalente.
- La carpeta existente se considera con un factor de equivalencia de 1, debido al agrietamiento severo que hace que ésta capa trabaje como una base hidráulica.
- En virtud de la consideración del punto anterior, se deberá pensar en una rehabilitación integral de la estructura del pavimento ya que la carpeta existente no puede seguir siendo parte de la nueva estructura del pavimento.

**SUB-TRAMO DEL Km 3+500 AL Km 5+500 EN AMBOS CUERPOS, LOS ESPESORES ESTAN CONSIDERADOS EN Cm DE GRAVA EQUIVALENTE**

CAPA DE PAVIMENTO CONSIDERADA	ESPESOR EXISTENTE	ESPESOR NECESARIO	ESPESOR FALTANTE	DISEÑO DEL NUEVO PAVIMENTO
CARPETA ASFALTICA	19.0	58.0	18.0	29.0
BASE HIDRAULICA	15.0			14.0
SUB-BASE HIDRAULICA	NO CONSIDERADA			15.0

Los valores de la tabla anterior se interpretan como sigue:

- La carpeta asfáltica detectada es muy heterogénea en cuanto a espesores, el valor consignando en la tabla corresponde al promedio de las determinaciones, pero existe un rango de variación de 7 a 35 cm
- El espesor de la base hidráulica si es más representativo y se puede tomar como tal para efecto de diseño.
- La sub-base sólo fue detectada en dos (2.0) sondeos, por lo que para efectos de diseño, es preferible considerarla con un espesor igual a cero (0.0).
- El espesor que se considera como necesario, es tomado en cuenta para la carpeta un factor de equivalencia de 1.0 debido a que los daños que presenta ésta capa hacen que su respuesta a las cargas, sea semejante al de una base hidráulica.
- En virtud de la consideración del punto anterior, se deberá pensar en una rehabilitación integral de la estructura del pavimento, ya que la carpeta existente no puede seguir siendo parte de la nueva estructura del pavimento ya que se deberá construir una carpeta asfáltica nueva.

REVISION DEL PAVIMENTO

A continuación, se presenta una tabla donde se comparan los resultados de refuerzo obtenidos por los tres métodos empleados en el análisis, los refuerzos consignados son; para ambos cuerpos.

SUB- TRAMO	ESPESOR DE REFUERZO REQUERIDO EN cm DE GRAVA EQUIVALENTE PARA UNA VIDA UTIL DE 15 AÑOS		
	METODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO	METODO DE CALIFORNIA	METODO DEL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA UNAM
0+000-3+500	12.00	12.20	18.00
3+500-4+500	18.00	17.70	24.00
4+500-5+500	9.50	23.20	24.00

**AV.: CEYLAN**

**CALCULO DEL VRS (CRITICO) DE LA CAPA SUB-RASANTE**

Tramo: Del km 0+000 al km 5+500 ambos cuerpos

Valores de campo: 19.1, 16.9, 20.0, 17.4, 9.2 y 9.9

VRS = 13.21 %

No. valores: 7.0

$7 < 10$  por lo tanto  $V = 0.30$

$VRS = VRS (1.0.84 \quad V )$

$VRS = 13.21 [1-0.84(0.30)]$

$VRS = 13.21 (0.748)$

$VRS = 9.88$

$VRS = 10\%$

**AV.: CEYLAN**

**CALCULO DEL VRS PARA LA CAPA DE BASE HIDRAULICA**

Tramo: Del km 0+000 al km 5+500 ambos cuerpos

Valores de campo: 89.1, 86.1, 90.1, 84.1, 93.0, 84.9, 87.9, 91.0 y 87.9.

VRS= 89.33 %

No. valores: 9.0

$9 < 10$ ,  $V = 0.25$  por ser una grava natural

$VRS = VRS (1.0.84 \quad V )$

$VRS = 89.33.21 [1-0.84(0.25)]$

$VRS = 89.33 (0.79)$

$VRS = 70.57\%$

**AV.: CEYLAN**

**CALCULO DEL VRS DE LA CAPA DE SUB-BASE HIDRAULICA**

Tramo: Del km 0+000 al km 5+500 ambos cuerpos

Valores de campo: 81.2, 90.7, 94.1, 88.1, 80.1, 87.3, 94.8 y 94.8.

VRS = 87.63 %

No. valores: 8.0

$8 < 10, V = 0.25$  (grava natural)

$VRS = VRS (1.0.84 V)$

$VRS = 87.63.21 [1-0.84(0.25)]$

$VRS = 87.63 (0.79)$

$VRS = 69.22\%$

## ***CAPITULO VI***

### ***RECOMENDACIONES PARA REHABILITAR EL CAMINO***



**PROPUESTA DE TRES PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS PARA LA REHABILITACION Y REFORZAMIENTO DEL PAVIMENTO PARA UNA VIDA UTIL DE 15 AÑOS.**

**VI.1 Alternativa No. 1, para una vida útil del pavimento de 15 años.**

*Descripción:*

*Tomando como base el hecho de que una vez analizado estructuralmente el pavimento actual mediante los métodos del Instituto Norteamericano del Asfalto, método de California y el criterio del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Los tres criterios coinciden en la necesidad de rehabilitar y reforzar el pavimento existente, a continuación se describen los procedimientos de construcción para Ejecutar la Alternativa No. 1, la que consiste en recuperar parte del pavimento actual construyendo con el material recuperado, una base hidráulica estabilizada con emulsión catiónica y sobre ésta capa, construir una carpeta de concreto asfáltico.*

*Primeramente se deberá barrer la superficie de rodamiento a lo largo de todo el tramo y en todo el ancho de calzada incluyendo acotamientos, ésto con la finalidad de eliminar partículas sueltas y polvo superficial que pudieran contaminar el material que se pretende recuperar.*

*Una vez barrida la superficie de rodamiento, se procederá con el equipo adecuado, a cortar mediante fresado en frío parte del pavimento existente cuyo material recuperado será procesado y estabilizado para construir una base hidráulica estabilizada con el espesor y compactación indicados.*

*Terminada la base hidráulica estabilizada, se procederá a la aplicación de un riesgo de liga con producto asfáltico FR-3 a razón de cero punto cinco (0.5) l/m<sup>2</sup>.*

## RECOMENDACIONES PARA REHABILITAR EL CAMINO

*Cuando el producto asfáltico del riego de liga adquiera la viscosidad conveniente, se construirá una carpeta asfáltica con la compactación y espesor especificado.*

*Sobre la carpeta asfáltica perfectamente compactada, se aplicará un riego de sello con material pétreo 3A y emulsión catiónica de rompimiento rápido como aglutinante, las proporciones se indican en el apartado "Trabajos por Ejecutar".*

### **VI.2 Alternativa No. 2, para una vida útil del pavimento de 15 años.**

#### *Descripción:*

*Con ésta alternativa se pretende rehabilitar el pavimento en los tramos más críticos atacando las terracerías para estructurar adecuadamente el pavimento necesario, sin olvidar que la necesidad de estructura es de cincuenta y ocho (58) centímetros de grava equivalente colocado éste espesor sobre una sub-rasante cuyo V.R.S. crítico es de 10%. A continuación se dan los procedimientos de construcción para implementar ésta alternativa.*

*En los sub-tramos comprendidos entre el Km 0+000 al km 3+500 y del Km 3+700 al km 4+400, se procederá como sigue:*

- a).- Primeramente barrer la superficie en toda la longitud de los sub-tramos referidos y en ambos cuerpos, el barrido se hará en todo el ancho de calzada e incluyendo los acotamientos, ésto es con la finalidad de eliminar partículas sueltas y polvo superficial que pudiera contaminar al material que se pretende recuperar.*
- b).- Una vez barrida la superficie de rodamiento, se procederá con el equipo adecuado, a cortar mediante fresado en frío, parte del pavimento existente cuyo material recuperado será procesado y estabilizado para construir una base hidráulica estabilizada con el espesor y compactación indicados.*

## RECOMENDACIONES PARA REHABILITAR EL CAMINO

- c).- Terminada la base hidráulica estabilizada, se procederá a la aplicación de un riego de liga con producto asfáltico FR-3 a razón de cero punto cinco (0.5) l/m<sup>2</sup>.
- d).- Cuando el producto asfáltico del riego de liga adquiera la viscosidad conveniente, se construirá una carpeta asfáltica con la compactación y espesor requerido.
- e).- Sobre la carpeta asfáltica perfectamente compactada, se aplicará un riego de sello con material pétreo 3A y emulsión catiónica de rompimiento rápido como aglutinante.

Ahora, en los sub-tramos comprendidos entre los kilómetros del Km 3+500 al Km 3+700 y del Km 4+400 al Km 5+500 en ambos cuerpos, se procederá a la rehabilitación como sigue:

- a).- Primeramente se cortará la carpeta asfáltica y el material cortado se desperdiciará.
- b).- A continuación se cortará el material de base hidráulica y sub-rasante simultáneamente y el material de éstas capas se almacenará en un lugar adecuado que evite su contaminación.
- c).- Se continuará abriendo caja hasta llegar a una profundidad de uno punto cincuenta (1.50) metros con respecto al nivel de pavimento actual desechando el producto de la excavación, el cual será colocado fuera de la vialidad donde no obstruya el tránsito de vehículos y/o donde expresamente lo ordene la Dependencia.
- d).- Una vez alcanzada la profundidad indicada, sobre la superficie descubierta, se

## RECOMENDACIONES PARA REHABILITAR EL CAMINO

construirá una capa de material filtrante de cincuenta (50) centímetros de espesor dándole acomodo en dos capas de veinticinco (25) centímetros bandeadas con tractor de oruga, procurando que la banda pase por lo menos dos veces sobre cada punto de la superficie tratada. El material filtrante será de banco, de los indicados en el "cuadro de bancos de materiales" que se anexa.

- e).- Terminada de bandear la 2a. capa de material filtrante, se procederá a la construcción de una capa sub-rasante de treinta (30) centímetros de espesor utilizando el material que se cortó y almacenó indicado en el inciso "b" de estos procedimientos de construcción, ésta capa será compactada al noventa por ciento (90%) de su peso volumétrico seco y suelto determinado por el laboratorio mediante la prueba AASHTO modificada II.
- f).- Una vez terminada y aceptada la capa sub-rasante, se construirá una capa de sub-base hidráulica de veintidós (22) centímetros de espesor compactada al noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico seco y suelto determinado en el laboratorio mediante la prueba AASHTO modificada II. El material que se usará para construir ésta capa, será de banco de los indicados en el "cuadro de bancos de materiales" que se anexa.
- g).- Terminada y aceptada la capa de sub-base se procederá a la construcción de una capa de base hidráulica con un espesor de dieciocho (18) centímetros compactada al cien por ciento (100%) de su peso volumétrico seco y suelto determinado en el laboratorio mediante la prueba AASHTO modificada II.
- h).- Una vez terminada la base hidráulica y cuando ésta se encuentre superficialmente seca, se dará un barrido intenso hasta eliminar partículas sueltas y polvo superficial e inmediatamente después, se aplicará un riego de impregnación con

## RECOMENDACIONES PARA REHABILITAR EL CAMINO

producto asfáltico del tipo FM-1 a razón de uno punto cinco (1.5) l/m<sup>2</sup>, éste riego se dejará reposar por lo menos 24 horas hasta que haya perdido los solventes y se logre la penetración requerida.

- i).- Fraguado el riego de impregnación, se aplicará un riego de liga con producto asfáltico del tipo FR-3 a razón de cero punto cinco (0.5) l/m<sup>2</sup>.
- j).- Cuando el producto asfáltico del riego de liga adquiera la viscosidad conveniente, se construirá una carpeta asfáltica de ocho (8) centímetros de espesor con la compactación.
- k).- Sobre la carpeta asfáltica perfectamente compactada, se aplicará un riego de sello con material pétreo 3A y emulsión catiónica de rompimiento rápido como aglutinante.

*Esta solución se propone como una opción para eliminar las ondulaciones de la superficie del rodamiento.*

### **VI.3 Alternativa No. 3, para una vida útil del pavimento de 15 años.**

#### *Descripción:*

*Como una tercera opción de rehabilitación del pavimento existente en ésta vialidad se describe a continuación el procedimiento para implementación.*

*En el sub-tramo comprendido entre el Km 0+000 al Km 3+500, se procederá a rehabilitar y reforzar el pavimento como se indica a continuación:*

- a).- *Primeramente se cortará la carpeta asfáltica y el material producto del corte, se desperdiciará.*

## RECOMENDACIONES PARA REHABILITAR EL CAMINO

- b).- *La capa de base descubierta, se deberá perfilar y recompartar hasta alcanzar como mínimo el noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico seco y suelto, determinado en el laboratorio mediante la prueba AASHTO modificada II.*
- c).- *Sobre la base existente (sub-base del nuevo pavimento rehabilitado) una vez que ésta ha sido probada por el laboratorio, se construirá una capa de base hidráulica con un espesor de dieciocho(18.0) centímetros de espesor compactada al cien por ciento (100%) de su peso volumétrico seco y suelto determinado en el laboratorio mediante la prueba AASHTO modificada II.*
- d).- *Una vez terminada la base hidráulica y cuando ésta se encuentre superficialmente seca, se dará un barrido intenso hasta eliminar partículas sueltas y polvo superficial e inmediatamente después, se aplicará un riego de impregnación con producto asfáltico del tipo FM-1 a razón de uno punto cinco (1.5) l/m<sup>2</sup>, éste riego se dejará reposar por lo menos 24 horas que haya perdido los solventes y se logre la penetración requerida.*
- e).- *Fraguado el riego de impregnación, se aplicará un riego de liga con producto asfáltico del tipo FR-3 a razón de cero punto cinco (0.5) l/m<sup>2</sup>.*
- f).- *Cuando el producto asfáltico del riego de liga adquiera la viscosidad conveniente, se construirá una carpeta asfáltica de ocho (8) centímetros de espesor con la compactación y espesor.*
- g).- *Sobre la carpeta asfáltica perfectamente compactada, se aplicará un riego de sello con material pétreo 3A y emulsión catiónica de rompimiento rápido como aglutinante.*

## RECOMENDACIONES PARA REHABILITAR EL CAMINO

En el sub-tramo comprendido entre el Km 3+500 al Km 5+500 se procederá como sigue:

- a).- *Primeramente, se deberá barrer la superficie de rodamiento a lo largo de todo el tramo y en todo el ancho de calzada e incluyendo los acotamientos, estos con la finalidad de eliminar partículas sueltas y polvo superficial que pudieran contaminar el material que se pretende recuperar.*
- b).- *Una vez barrida la superficie de rodamiento, se procederá con el equipo adecuado, a cortar mediante fresado en frío parte del pavimento existente cuyo material recuperado será procesado y estabilizado para construir una base hidráulica estabilizada con el espesor y compactación indicados.*
- c).- *Terminada la base hidráulica estabilizada, se procederá a la aplicación de un riego de liga con producto asfáltico FR-3 a razón de cero punto cinco (0.5) L/m<sup>2</sup>*
- d).- *Cuando el producto asfáltico del riego de liga adquiera la viscosidad conveniente, se construirá una carpeta asfáltica de ocho (8) centímetros de espesor con la compactación y espesor.*
- e).- *Sobre la carpeta asfáltica perfectamente compactada, se aplicará un riego de sello con material pétreo 3A y emulsión catiónica de rompimiento rápido como aglutinante.*

***CAPITULO VII***  
***CONCLUSIONES***



- 1.- *La vialidad estudiada, fue construida hace más de veinte años y los análisis efectuados acerca del estado actual del pavimento (pozos a cielo abierto, ensayos de laboratorio, levantamiento de daños, calificación o índice de servicio actual), nos indican que éste ha sido afectado tanto por fatiga como por insuficiencia estructural, como prueba de ello pueden observarse los importantes espesores de sobrecarpeta que se han construido, inclusive recientemente y que sin embargo ya empiezan a mostrar síntomas de fatiga. (ver álbum fotográfico).*
- 2.- *La estructura original del pavimento, a lo largo de todo el tramo, es heterogénea pudiéndose sub-dividir la vialidad en dos sub-tramos que presentan similitud en sus características tanto en espesor de capas como en la severidad de los daños en su superficie de rodamiento; del Km 0+000 al Km 3+500 y del Km 3+500 al Km 5+500 para ambos cuerpos.*
- 3.- *La calidad de los materiales con que fueron construidas las diferentes capas de pavimento, han quedado rebasadas por los nuevos requerimientos, por lo que la rehabilitación del pavimento se deberá enfocar en el mejoramiento de las capas actuales o bien dejarlas como capas de menor especificación y construir hacia arriba capas de pavimento con mejor respuesta a los requerimientos del tránsito actual.*
- 4.- *Los trabajos de mantenimiento, han sido malos e insuficientes provocando con ello que las fallas se hagan más críticas ya que todo el mantenimiento a que ha sido sometida esta vialidad, ha sido a base de bacheo superficial y riegos de sello, ejecutados éstos a través de procedimientos inadecuados.*
- 5.- *El volumen de tránsito que opera en el tramo en estudio, es muy importante ya*

que el T.P.D.A. es de 31,500 vehículos, de los cuales un alto porcentaje corresponde a vehículos pesados (28%) (ver álbum fotográfico).

- 6.- Desde el punto de vista de la rodabilidad medida esta a través de la calificación del pavimento (procedimiento AASHTO), así como la magnitud de las deformaciones permanentes en las roderas, asociadas éstas a la repetición de cargas, al flujo plástico ocasionado por la aplicación de cargas excesivas y también por los esfuerzos producidos al frenar, en términos generales el pavimento presenta condiciones **INADECUADAS DE FUNCIONALIDAD** (véase la calificación de la superficie de rodamiento) por lo que es necesario proceder a la construcción de una rehabilitación integral, reforzando de esta forma la estructura actual para que de esta forma aprovechemos la infraestructura construida prolongando la vida útil del pavimento por lo menos 15 años más.
- 7.- En lo que respecta al sistema de drenaje y sub-drenaje, aunque si se detectaron algunos problemas de encharcamientos (sobre todo en las orillas de la corona) éstos se resuelven a través de la construcción y/o limpieza de las obras correspondientes pero en términos generales no se tienen problemas serios en este renglón, ni tampoco las fallas del pavimento se pueden atribuir a un drenaje deficiente salvo casos muy aislados y en porcentaje mínimo con relación a las fallas por fatiga y deficiencia estructural.
- 8.- Ahora, refiriéndonos a la revisión estructural, se observa que existe gran concordancia entre los métodos del INSTITUTO NORTEAMERICANO DEL ASFALTO, METODO CALIFORNIA Y METODO DEL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA U.N.A.M., ya que los tres criterios dan como resultado la necesidad de colocar un refuerzo al pavimento actual. Por otro lado, con el método del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. al considerársele a la carpeta asfáltica actual un

## CONCLUSIONES

*coeficiente de equivalencia de 1.0., prácticamente se toma para efectos de diseño que la carpeta actual trabaja similarmente a una base hidráulica dado el grado de fracturamiento que presenta.*

- 9.- *Con base a las consideraciones que cada método de diseño toma en cuenta para llegar a la determinación del refuerzo requerido, se recomienda construir un espesor de refuerzo que resulta de la aplicación del método del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. por apreciarse más idóneo al problema que nos ocupa.*

***APARTADO***

**REHABILITACION DE PAVIMENTOS**

**OBRA:** CONSTRUCCION DE LA REHABILITACION Y REFUERZO DEL PAVIMENTO Y OBRAS DE DRENAJE. AV.: CEYLAN

**TRAMO:** ENTRONQUE CARR.: (MEXICO - QUERETARO) - AV. MARIO COLIN

**SUBTRAMO:** KM 0+000 AL KM 5+500

**MUNICIPIO:** TLALNEPANTLA

**ENTIDAD:** ESTADO DE MEXICO

**TRABAJOS POR EJECUTAR  
ALTERNATIVA No. 1  
15 AÑOS DE VIDA UTIL**

*Las obras objeto del refuerzo comprenden; la construcción de la rehabilitación y refuerzo del pavimento así como obras de drenaje comprendidos entre los kilómetros del km 0+000 al km 5+500 (de ambos cuerpos) del tramo: Entronque Carr.: (México - Querétaro) - Av. Mario Colín, localizada en el Municipio de Tlalnepantla del Estado de México, sin modificar el ancho de corona debiéndose realizar de acuerdo con la que fije el proyecto y/o lo que ordene ésta Dependencia, siguiendo los lineamientos que en términos generales se describen más adelante. El concursante deberá tener en cuenta al formular su proposición, que con la inversión autorizada para ésta obra, debe programarse ejecutar obra completa en un tramo continuo por lo que ésta Dependencia no aceptará la realización de uno o varios conceptos de obra a lo largo de todo el camino.*

*Con objeto de no interrumpir la circulación de vehículos en el o los sub-tramos que se está trabajando, deberá trabajarse por carriles en forma alternada colocando el señalamiento a que se hace referencia en las especificaciones particulares de éste pliego de requisitos y cuyas condiciones mínimas se describen en el anexo correspondiente. El proponente en sus precios unitarios, deberá considerar lo necesario para la construcción, colocación, movimientos y mantenimiento de dicho señalamiento, como se indica en los incisos: 3.01.01.001-H.03 y 3.01.02.021-H3 y/o 3.01.03.071-H.03 del Libro*

Tres (3) Parte 01 y respectivamente títulos 01, 02 y 03 de las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.), que son las que regirán para la ejecución de la obra, ya que se exigirá al contratista su estricto cumplimiento y no se efectuará ningún pago adicional por dichos conceptos.

**1.- EL CONTRATISTA AL FORMULAR SU PROPOSICION DEBERA CONSIDERAR QUE:**

- A.-** *Deberá preverse en la ejecución de los trabajos, el utilizar de manera intensiva la mano de obra de la localidad y de la región.*
  
- B.-** *Los acarreos de los materiales pétreos podrán hacerse con medios propios, debiendo obtener y anexar a su propuesta, un documento de la unión de transportistas de la región, en donde se haga constar que no se opondrán a esta acción, ó con fleteros de la región y en este último caso, en su análisis de precios correspondientes se consignará la tarifa vigente en la fecha de presentación de proposiciones, la cual forma parte del presente pliego de requisitos.*
  
- C.-** *En sus análisis de precios unitarios correspondientes a las diferentes capas estructurales de la carretera, deberá incluir las regalías por la extracción y/o el costo de adquisición de los materiales pétreos, las cuales deberán ser negociadas por el proponente; la omisión de este concepto no será motivo de reclamación posterior, en caso de que la obra le sea adjudicada.*
  
- D.-** *Conforme lo especifica el inciso 3.01.03.085-G.04, en su párrafo a.5), la distancia de acarreo considerada para determinar las cantidades de obra en los acarreos de materiales para pavimentos, corresponde a la que existe entre el lugar donde se ubique la planta de tratamiento y/o elaboración de estos y el lugar donde serán utilizados, por lo que los acarreos de los materiales de los bancos de extracción a las plantas de tratamiento y elaboración, deberán considerarse como acarreos locales.*

## TRABAJOS A EJECUTAR

- E.-** Como se establece en el inciso 3.01.071-H.01 del Libro Tres parte 01, Título 03 Pavimentos de las Normas de ésta Dependencia, "los conceptos que no sean objeto de medición no estarán sujetos a pago por separado, pues se considera que sus importes ya se han distribuido proporcionalmente o como corresponda, en los diversos precios unitarios del contrato", lo cual es aplicable a la mezcla asfáltica desperdiciada.
- F.-** La Dependencia fijará los frentes de ataque de los bancos de materiales y el contratista observará las precauciones necesarias para evitar contaminar el material útil aprovechable, ya que no se efectuará ningún pago por separado por este concepto ni por los desperdicios.
- G.-** Deberá construir y mantener las desviaciones en las condiciones necesarias para dar fluidez al tránsito en los sub-tramos que se estén construyendo y/o donde expresamente lo indique ésta Dependencia. Los costos por éstos trabajos serán por cuenta del contratista y deberán preverlos o considerarlos en sus indirectos de obra.

## **II.- ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE COMPLEMENTARIAS**

- A.-** Anticipadamente a la construcción de las obras para la rehabilitación y el refuerzo de la superficie de rodamiento del pavimento, tomando en consideración lo señalado en el inciso 01.005-F.15 del Título 01, Parte 01, Libro tres (3) de las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se reconstruirán y/o construirán los elementos de obras de drenaje que se indican a continuación, de acuerdo con lo que lije el proyecto y/o lo que ordene ésta Dependencia.

La localización de las obras referidas en el párrafo anterior, es la siguiente:

- 1.- Relación de pozos de visita y bocas de tormenta que necesitan limpieza,

reconstrucción y/o construcción:

**A.- BOCAS DE TORMENTA**

a.- *Construcción de bocas de tormenta (nuevas).*

*Km 2+010            Lado derecho, cuerpo derecho (croquis A.1)*

*Km 2+430            Lado derecho, cuerpo derecho  
Construcción de boca de tormenta con línea de tubería para  
desalojar en canal de aguas negras, existente en el lado  
derecho del cuerpo derecho (croquis No. A.2).*

*Km 3+440            Lado derecho, cuerpo derecho*

*Km 3+455            Lado derecho, cuerpo derecho*

*Km 3+460            Lado derecho, cuerpo derecho  
Construcción de bocas de tormenta conectadas entre sí con  
línea de tubería para desalojo hacia bocas de tormenta  
existentes en la Calle lateral Río Tlalnepantla, (croquis No.  
A.3).*

*Km 3+653.70        Lado izquierdo, cuerpo izquierdo  
Construcción de boca de tormenta y conectarla con la  
existente en la Calle Lateral Izquierda.*



A.2 Limpieza y rehabilitación de bocas de tormenta existentes (incluyendo limpieza y rehabilitación de la línea de tubería de interconexión y descarga).

Km 0+220 a l Km 0+300	Lado derecho, cuerpo derecho
Km 0+330.00	Lado derecho, cuerpo derecho
Km 4+340.00	Lado derecho, cuerpo derecho
Km 0+360.00	Lado derecho, cuerpo derecho
Km 4+390.00	Lado derecho, cuerpo derecho
Km 4+560.00	Lado derecho, cuerpo derecho
Km 4+580.00	Lado derecho, cuerpo derecho
Km 4+351.00	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 4+388.30	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 4+434.30	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 4+608.90	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 4+668.70	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 4+713.60	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 4+747.70	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 4+792.60	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 4+832.40	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 4+872.40	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 4+952.40	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 4+992.40	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 5+112.40	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 5+152.40	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 5+276.40	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 5+317.20	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 5+360.40	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Km 5+500.00	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo

2.- En los sub-tramos que se enlistan a continuación y/o donde expresamente señala la Dependencia, se realizará la limpieza, desyerbe y desazolve de los lavaderos. Una vez limpios, se procederá a reconstruir y/o construir los lavaderos de acuerdo a las indicaciones de la Dependencia, mediante un zampeado de concreto hidráulico simple de  $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ , de acuerdo a la sección indicada y la FIGURA "B" anexa.

**LAVADEROS**

*Construcción de nuevos lavaderos*

<i>Km 0+260</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 0+400</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 2+880</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 3+520</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 3+540</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 3+630</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 4+120</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 4+240</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 4+270</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 3+700</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 0+184.30</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 0+787.20</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 1+040</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 1+164.20</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 1+250</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 1+454.80</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 2+292.10</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 2+645.50</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 2+826.70</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 3+402.70</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 0+257.40</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>

*Reconstrucción de lavaderos existentes*

<i>Km 0+500</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 0+800</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 0+900</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 1+860</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 3+660</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 0+272.90</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>

**DESAZOLVE DE LAVADEROS EXISTENTES:**

<i>Km 1+380</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 1+470</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 1+560</i>	<i>Lado derecho, cuerpo derecho</i>
<i>Km 0+502.20</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 0+578.20</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 0+628.80</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>
<i>Km 1+328.20</i>	<i>Lado izquierdo, cuerpo izquierdo</i>

- 3.- En los sub-tramos de corte que indica el proyecto y/o donde expresamente señale la Dependencia, se construirán cunetas con concreto hidráulico de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  con los anchos indicados en la FIGURA "A" anexa.

**CUNETAS**

Construcción de cunetas nuevas en los siguientes sub-tramos:

Del Km 1+920	al km 2+009.50	Lado derecho, cuerpo derecho
Del Km 2+010.50	al km 2+100.00	Lado derecho, cuerpo derecho
Del km 1+843	al km 1+940	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Del km 1+960	al km 2+011	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Del km 2+028.20	al km 2+048.20	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Del km 2+ 052	al km 2+112.50	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo

Construcción de canal con rejilla metálica superior para el paso de vehículos:

(Concreto hidráulico de  $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ )

Del Km 1+940	al Km 1+960	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo
Del Km 2+011	al Km 2+028.20	Lado izquierdo, cuerpo izquierdo

- 4.- En los sub-tramos que se enlistan a continuación y/o donde expresamente lo señale la Dependencia, se construirán y reconstruirán guarniciones con concreto hidráulico de  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$  según FIGURA "D" Y FIGURA "E" que se anexa.

**GUARNICIONES**

Reconstrucción de guarniciones existentes:

Del km	al	km	Lado	Cuerpo
0+400	-	0+940	Derecho	Derecho
1+100	-	1+340	Derecho	Derecho
1+800	-	1+920	Derecho	Derecho
2+760	-	2+820	Derecho	Derecho
2+830	-	2+860	Derecho	Derecho
4+320	-	4+600	Derecho	Derecho
0+106.40	-	0+190.45	Izquierdo	Izquierdo
0+236.30	-	0+300.00	Izquierdo	Izquierdo
0+815.00	-	0+907.80	Izquierdo	Izquierdo
0+970.00	-	0+340.00	Izquierdo	Izquierdo
1+398.70	-	1+428.50	Izquierdo	Izquierdo
1+503.30	-	1+669.90	Izquierdo	Izquierdo
1+812.10	-	1+842.50	Izquierdo	Izquierdo
2+540.00	-	2+732.00	Izquierdo	Izquierdo
2+707.80	-	2+790.10	Izquierdo	Izquierdo
2+923.70	-	2+969.00	Izquierdo	Izquierdo
3+015.50	-	3+030.50	Izquierdo	Izquierdo
3+186.00	-	3+203.10	Izquierdo	Izquierdo
3+460.00	-	3+538.00	Izquierdo	Izquierdo
3+793.40	-	3+850.70	Izquierdo	Izquierdo
3+887.30	-	3+900.00	Izquierdo	Izquierdo
4+155	-	4+160	Izquierdo	Izquierdo
4+309.70	-	4+350.50	Izquierdo	Izquierdo

Reconstrucción de guarniciones ambos lados

Del km	al	km	Lado	Cuerpo
0+000	-	3+398	Camellón	Central
3+422	-	3+584	Camellón	Central
3+613.50	-	3+740.00	Camellón	Central
3+771.40	-	4+922.50	Camellón	Central
4+942.40	-	5+161.10	Camellón	Central
5+177.30	-	5+316.00	Camellón	Central
5+337.60	-	5+555.00	Camellón	Central

**III. REHABILITACION DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO**

**A.- LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO**

Previamente a la recuperación del pavimento existente, se dará un intenso barrido a la superficie de rodamiento incluyendo los acotamientos, lo cual es con la finalidad de eliminar partículas sueltas y polvo superficial que en un momento dado puedan contaminar el material que se pretende recuperar; el barrido a que nos referimos será en un ancho promedio de 24.73 y una longitud de 5500 metros, esto incluye el ancho de calzada de ambos cuerpos (22.26 m) y el ancho promedio de acotamientos (2.47 m)

**B.- RECUPERACION DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

La recuperación del pavimento existente, se hará en los siguientes sub-tramos y en los espesores indicados:

DE Km	A	Km	LONGITUD m	ESPESOR cm	ANCHO	
					C/DER.	C/IZQ.
0+000	a	0+720	720.00	15.00	12.66	12.24
0+720	a	0+768.10	48.10	4.50	12.66	12.24
0+768.10	a	1+366.70	598.60	15.00	12.66	12.24
1+366.70	a	1+384.05	17.35	11.50	12.66	12.24
1+384.05	a	1+680.00	295.95	15.00	12.66	12.24
1+680.00	a	1+815.65	135.65	12.00	12.66	12.24
1+815.65	a	2+754.95	939.30	15.00	12.66	12.24
2+754.95	a	2+773.00	18.05	16.50	12.66	12.24
2+773.00	a	3+147.00	374.00	15.00	12.66	12.24
3+147.00	a	3+197.15	50.15	14.50	12.66	12.24
3+197.15	a	3+500	302.85	15.00	12.66	12.24
3+500	a	3+700	200.00	30.00	12.66	12.24
3+700	a	4+018.85	318.50	15.00	12.66	12.24
4+018.85	a	4+045.10	26.60	14.00	12.66	12.24
4+045.10	a	4+400	354.90	15.00	11.13	11.13
4+400	a	5+500	1110.00	30.00	11.13	11.13

Los anchos consignados en la tabla anterior, corresponden al ancho de calzada más acotamiento por cada cuerpo.

A lo largo y ancho de los sub-tramos indicados en la tabla anterior, se procederá con el equipo adecuado a cortar mediante fresado en frío, el espesor de pavimento indicado (se considera que en algunos sub-tramos sólo se cortará carpeta asfáltica y en otros carpeta asfáltica más base hidráulica), disgregando el material en tamaños máximos de treinta y ocho (38) milímetros.

Al material fresado una vez disgregado de rotura lenta y homogeneizado, se le incorporarán 35 l/m<sup>3</sup> de emulsión catiónica de rompimiento rápido, homogeneizándolo, perfilándolo y compactando al noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico seco máximo determinado en el laboratorio mediante la prueba AASHTO modificada II, sin olvidar que la compactación se debe realizar con la humedad óptima del material tratado.

#### **C.- RENIVELACIONES CON CARPETA ASFALTICA.**

En los sub-tramos que se anexan al final de estos trabajos por ejecutar, y en los espesores que se indican, se harán las renivelaciones correspondientes con concreto asfáltico como se indica a continuación:

- C.1.- La renivelación de las depresiones indicadas en relación anexa, se hará con concreto asfáltico previo barrido y riego de liga con producto asfáltico FR-3 a razón de cero punto cinco (0.5) l/m<sup>2</sup>.
- C.2.- Después del riego de liga y cuando el producto asfáltico tenga la consistencia adecuada, se colocará mezcla asfáltica hasta rellenar la depresión en el espesor indicado compactando al noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico máximo determinado mediante el procedimiento Marshall.

**IV.- REFUERZO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO**

**IV.1 Reforzamiento de la estructura del pavimento en los km del 0+000 al km 5+500 en ambos cuerpos.**

- a).- Una vez que la capa de base estabilizada construida con el pavimento recuperado haya sido recibida por el laboratorio, se procederá a dar un barrido en todo el ancho de la corona (12.66 y 12.24 metros cuerpo derecho y cuerpo izquierdo respectivamente), éste con la finalidad de eliminar partículas sueltas y polvo superficial.
- b).- Sobre la superficie de la base perfectamente limpia, se aplicará un riego de liga con producto asfáltico del tipo FR-3 en proporción de cero punto cinco (0.5) l/m<sup>2</sup>.
- c).- Cuando el producto asfáltico del riego de liga tenga la consistencia conveniente, se construirá una capa de reforzamiento a base de concreto asfáltico en un espesor de ocho punto cero (8.0) centímetros medido compacto entre los km 0-000 al km. 5+500 y en un ancho de doce punto sesenta y seis (12.665) metros en el cuerpo derecho y doce punto veinticuatro (12.24) metros en el cuerpo izquierdo, esto es, incluyendo los acotamientos. La carpeta asfáltica será tendida con terminadora y compactándola al noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico máximo determinado por el laboratorio mediante el método MARSHALL. El concreto asfáltico, deberá elaborarse con cemento asfáltico No. 6 y material pétreo con tamaño máximo de diecinueve (19.00) milímetros procedente del Banco No. III de los indicados en el "Cuadro de Bancos de Materiales" que se anexa; la dosificación del cemento asfáltico será de ciento treinta y cinco (135) kg/m<sup>3</sup> de material pétreo seco y suelto.

**IV. 2 Riego de sello**

Por último, en todo el ancho de corona, doce punto sesenta y seis (12.66) metros, en el cuerpo derecho y doce punto veinticuatro (12.24) metros, en el cuerpo izquierdo, se aplicará un riego de sello con material pétreo 3A, premezclado como se establece en la especificación particular E.P.3 y para el riego de liga, se usará emulsión catiónica de

rompimiento rápido tipo ER-C2; las proporciones del material premezclado será de diez (10) l/m<sup>2</sup> y uno punto cuatro (1.4) l/m<sup>2</sup> de emulsión; el material pétreo será procedente del Banco No. V, ubicado en Iztapalapa, D.F. el cual está señalando en el "Cuadro de Bancos de Materiales" que se anexa.

**V.- ESPESORES**

- A.- Los espesores que han sido indicados en éstos Trabajos por Ejecutar, corresponden a material ya compactado al grado que en cada caso fue señalado.

**VI.- DOSIFICACIONES**

- A.- Las dosificaciones de los materiales pétreo, asfálticos y aditivos que se indican en éstos trabajos por ejecutar, son aproximadas y las definitivas serán las que proporcione la Dependencia como resultado de las pruebas de laboratorio que en cada caso se lleven a cabo.

**VII. CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Los materiales a que se refieren éstos Trabajos por Ejecutar, deberán cumplir sin excepción con los requisitos que se indican en las **Normas de Calidad de los Materiales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (NCM) (S.C.T.)**, Edición 1991. a continuación se señalan algunos de esos requisitos que se consideran más importantes.

**A.- ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE**

- 1.- El cemento portland que se utilice en la elaboración del concreto hidráulico, deberá cumplir con lo establecido en los incisos 4.01.02.004-B.05 y 4.01.02.004-B.06 (NCM).
- 2.- Los agregados finos y gruesos que se usen en la fabricación del concreto



hidráulico se sujetarán a lo indicado en los incisos 4.01.02.004-E.02 y 4.01.02.004-E.03 (NCM).

3.- El agua para el concreto hidráulico deberá satisfacer lo que mencionan los incisos 4.01.004.-G.02 y 4.01.02.004-G.03 (NCM).

4.- Los tubos de concreto y los materiales empleados en su fabricación cumplirán con lo estipulado en las cláusulas 4.01.02.004-N y 4.01.02.004-O (NCM).

## B.- PAVIMENTO

1.- El material pétreo que se use en la elaboración de la mezcla asfáltica, deberá cumplir con lo estipulado en el inciso 4.01.03.010.C.01 (NCM).

2.- El concreto asfáltico deberá cumplir con los siguientes requisitos, determinados por el método MARSHALL, para especímenes compactados con setenta y cinco (75) golpes por cara:

Estabilidad	700 Kg.
Flujo	2 a 4 mm
Por ciento de vacíos en la mezcla respecto al volumen del espécimen	3 a 5
Por ciento de vacíos en el agregado mineral (V.A.M.) respecto al volumen del espécimen de mezcla, no menor de	14

3.- Los materiales pétreos para la aplicación del riego de sello deberán cumplir lo que se indica en el inciso 4.01.03.010.-C.02 (NCM) en lo que se refiere a materiales números 1, 2 y 3-B o 3A.

4.- El cemento asfáltico que se use en la elaboración de la mezcla asfáltica, así como los productos asfálticos para la aplicación del riego de liga, deberán cumplir con

las características que señalan en el inciso 4.011.03.011.B-04 (NCM)

- 5.- En caso de requerirse el empleo de un aditivo, deberán observarse las condiciones estipuladas en el inciso 4.01.03.011-C.02 (NCM)

## IX NORMAS DE EJECUCION

Invariablemente, la construcción de las obras para la rehabilitación y reforzamiento del pavimento, deberán cumplir con lo dispuesto en los numerales que a continuación se indican, de las **Normas para Construcción e Instalaciones (NCI) de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.)**

### A.- OBRAS COMPLEMENTARIAS DE DRENAJE

- A.1 Las excavaciones deberán efectuarse como lo señala el capítulo 3.01.02.022 (NCI)
- A.2 El concreto hidráulico que se use para la construcción de tubos de concreto, deberá hacerse de acuerdo con las estipulaciones señaladas en el capítulo 3.01.02.031 (NCI).
- A.3 La construcción de los tubos de concreto deberá hacerse de acuerdo con las estipulaciones señaladas en el capítulo 3.01.02.031 (NCI).
- A.4 El recubrimiento de las cunetas se construirá conforme a lo señalado en el inciso 3.01.02.044.F.02 (NCI).
- A.5 Las guarniciones se construirán y/o reconstruirán en el lugar de las dimensiones y características fijadas en el proyecto y/o ordenadas por la Dependencia, salvo indicación en contrario, se observará lo estipulado en el inciso 3.01.02.044-F.01 (NCI).

A.6 *La construcción de los lavaderos será en el lugar, dimensiones y características fijadas en el proyecto y/o ordenadas por la Dependencia y observando lo indicado en el capítulo 3.01.02.044-F.04 (NCI).*

**B.- PAVIMENTO**

B.1 *La recuperación del pavimento existente y la construcción de la base hidráulica con el material recuperado, se harán conforme lo estipulado en la especificación particular correspondiente.*

B.2 *La carpeta asfáltica deberá construirse de acuerdo a los lineamientos establecidos en el capítulo 3.01.03.081 (NCI).*

B.3 *El riego de sello se hará según corresponda, como lo indica la cláusula 3.01.03.082-F (NCI) y la especificación particular respectiva.*

OBRA: AV.: CEYLAN  
 TRAMO: ENTRONQUE (CARR. MEXICO - QUERETARO) - AV. MARIO COLIN  
 SUBTRAMO: KM 0+000 AL KM 5+500  
 MUNICIPIO: TLALNEPANTLA  
 ESTADO: MEXICO

CUADRO DE BANCOS DE MATERIALES Y SUS CARACTERISTICAS

BANCO	No	LOCALIZACION	MATERIAL	TRATAMIENTO	UTILIZACION	MEZCLA APROXIMADA PARA SU EMPLEO (% EN VOLUMEN)
MINA "ESPIRITU SANTO"	I	CAMINO: VIA DR. JORGE J. CANTU E. ENDO "EL ESPIRITU SANTO" Km 4+800 DESV. IZO. 700 m	BASE, GRAVA Y ARENA (CONGLOMERADO)	NINGUNO	MATERIAL CON CALIDAD PARA BASE HIDRAULICA Y SUB-BASE	MEZCLA: 70% BCO. ESPIRITU SANTO II 30% BCO. ESPIRITU SANTO I PARA SUB-BASE MEZCLA: 80% BCO. ESPIRITU SANTO II 20% BCO. ESPIRITU SANTO I PARA BASE HIDRAULICA
MINA "ESPIRITU SANTO II"	II	CAMINO VIA DR. J. JIMENEZ CANTU - EJIDO "ESPIRITU SANTO" Km 5+300 DESVIDER. 200 m	CONGLOMERADO BASE, GRAVA Y ARENA	NINGUNO	BASE HIDRAULICA Y SUB-BASE	MEZCLA: 70% BCO. ESPIRITU SANTO II 30% BCO. ESPIRITU SANTO I PARA SUB-BASE MEZCLA: 80% BCO. ESPIRITU SANTO II 20% BCO. ESPIRITU SANTO I PARA BASE HIDRAULICA
ATIZAPAN "PLANTA LISA"	III	Km 5+000 DESVIDER. CAMINO: TLALNEPANTLA - ATIZAPAN	BASE, GRAVA Y ARENA	NINGUNO	MATERIAL CON CALIDAD PARA BASE HIDRAULICA Y CONCRETO ASFALTICO	MEZCLA: PARA BASE HIDRAULICA 80% TRITURADO 1 1/2 A FINOS 20% CRIBADO 3/8 A FINOS PROPORCIONES PARA CARPETA ASFALTICA: 48% GRAVA DE 3/4" A FINOS 32% ARENA DE 1/4" A FINOS 20% ARENA (FILLER)
MINA "LA COLORADA"	IV	Km 11+500 DESVIDER. 2000 MTS. CARR. NAUCALPAN-TOLUCA	ARENA Y FRAGMENTOS DE ROCA CRIBADOS	CRIBADO HASTA TAMAÑO MAXIMO 3"	MATERIAL PARA FILTRO	EMPLEO 100% SOLO
IZTAPALAPA D.F.	V	IZTAPALAPA, D.F.	BASALTO	TRITURACION TOTAL	RIEGO DE SELLO	SE USARA SOLO

**RESUMEN DE VOLUMENES DE RENIVELACION  
EN CUERPO IZQUIERDO**

<b>SUB-TRAMO</b>		<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>)</b>
0+000	- 0+500	320.060
0+500	- 1+000	448.10
1+000	- 1+500	662.110
1+500	- 2+000	222.960
2+000	- 2+500	487.648
2+500	- 3+000	110.12
3+000	- 3+500	251.480
3+500	- 4+000	245.110
4+000	- 4+500	362.120
4+500	- 5+000	540.93
5+000	- 5+500	435.00
5+500	- 5+540	<u>4.78</u>
		4090.418 m <sup>3</sup>

Se adjunta tabla de cálculo.

**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE RENIVELACION  
AV. CEYLAN, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO**

ESTACION	ESPESOR DE RENIV.	AREA DE RENIV	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$	ESTACION	ESPESOR DE RENIV	AREA DE RENIV.	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$
Km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	Km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
0+000	0.006	0.073		0+500	0.205	2.509	
0+020	0.005	0.061	1.34	0+520	0.059	0.722	32.31
0+040	0.054	0.661	7.22	0+540	-0.004	-0.049	6.73
0+060	0.000	0.000	6.61	0+560	0.203	2.484	24.35
0+080	-0.012	-0.147	-1.47	0+580	-0.006	-0.073	24.11
0+100	0.111	1.359	12.12	0+600	0.072	0.881	8.08
0+120	-0.015	-0.184	11.75	0+620	0.067	0.820	17.01
0+140	0.032	0.392	2.08	0+640	0.001	0.012	8.32
0+160	0.000	0.000	3.92	0+660	0.120	1.469	14.81
0+180	0.156	1.909	19.09	0+680	0.131	1.603	30.72
0+200	-0.015	-0.184	17.25	0+700	0.015	0.184	17.87
0+220	0.012	0.147	-0.37	0+720	0.000	0.000	1.84
0+240	0.030	0.367	5.14	0+740	0.010	0.122	1.22
0+260	0.000	0.000	3.67	0+760	0.001	0.012	1.34
0+280	0.043	0.526	5.26	0+780	0.054	0.661	6.73
0+300	0.009	1.102	16.28	0+800	0.100	1.224	18.85
0+320	-0.066	0.808	19.10	0+820	0.076	0.930	21.54
0+340	0.058	0.710	15.18	0+840	0.049	0.600	15.30
0+360	0.049	0.600	13.10	0+860	0.001	0.012	6.12
0+380	0.038	0.465	10.65	0+880	0.269	3.293	33.05
0+400	0.170	2.081	25.46	0+900	0.129	1.579	48.72
0+420	0.054	0.661	27.42	0+920	0.080	0.979	25.58
0+440	0.070	0.857	15.18	0+940	0.044	0.539	15.18
0+460	0.113	1.383	22.40	0+960	0.144	1.763	23.02
0+480	0.093	1.138	25.21	0+980	0.107	1.310	30.73
0+500	0.205	2.509	36.47	1+000	0.012	0.147	14.57

320.060

448.10

**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE RENIVELACION  
AV. CEYLAN, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO**

ESTACION	ESPESOR DE RENIV.	AREA DE RENIV	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$	ESTACION	ESPESOR DE RENIV	AREA DE RENIV.	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$
Km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	Km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
1+000	0.012	0.147		1+500	0.024	0.294	
1+020	0.350	4.284	44.31	1+520	0.111	1.359	16.53
1+040	-0.012	-0.147	41.37	1+540	0.001	0.012	13.71
1+060	0.348	4.260	41.13	1+560	0.007	0.086	0.98
1+080	0.000	0.000	42.60	1+580	0.006	0.073	1.59
1+100	0.030	0.367	3.67	1+600	0.002	0.024	0.97
1+120	0.050	0.612	9.79	1+620	0.000	0.000	0.24
1+140	0.173	2.118	27.30	1+640	0.001	0.012	0.12
1+160	0.084	1.028	31.45	1+660	0.004	0.049	0.61
1+180	0.226	2.766	39.94	1+680	0.002	0.024	0.73
1+200	0.271	3.317	60.83	1+700	0.003	0.037	0.61
1+220	0.261	3.195	65.12	1+720	0.010	0.122	1.59
1+240	0.181	2.215	54.10	1+740	0.009	0.110	2.32
1+260	0.037	0.453	26.68	1+760	0.008	0.098	2.08
1+280	0.003	0.038	4.91	1+780	0.009	0.110	2.08
1+300	0.000	0.000	0.380	1+800	0.002	0.024	1.340
1+320	0.009	0.110	1.100	1+820	0.006	0.073	0.970
1+340	0.010	0.122	2.320	1+840	0.007	0.086	1.590
1+360	0.008	0.098	2.200	1+860	0.008	0.098	1.840
1+380	0.003	0.037	1.350	1+880	0.006	0.073	1.710
1+400	0.004	0.049	0.860	1+900	0.246	3.011	30.84
1+420	0.106	1.297	13.46	1+920	-0.004	-0.049	29.62
1+440	0.113	1.383	26.80	1+940	0.202	2.472	24.23
1+460	0.006	-0.073	13.10	1+960	0.175	2.142	46.14
1+480	0.266	3.256	31.83	1+980	0.077	0.943	30.85
1+500	0.024	0.294	35.50	2+000	0.002	0.024	9.67

662.110

222.96

**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE RENIVELACION  
AV. CEYLAN, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO**

ESTACION	ESPEJOR DE RENIV.	AREA DE RENIV	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$	ESTACION	ESPEJOR DE RENIV	AREA DE RENIV.	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$
Km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
2+000	0.002	0.024		2+500	0.268	3.280	
2+020	0.004	0.049	0.730	2+520	0.205	2.509	57.89
2+040	0.007	0.086	1.350	2+540	0.007	0.086	25.95
2+060	0.039	0.477	5.63	2+560	0.009	0.110	1.96
2+080	0.010	0.1224	5.994	2+580	0.001	0.012	1.22
2+100	0.126	0.542	16.644	2+600	0.002	0.024	0.36
2+120	0.002	0.024	15.66	2+620	0.000	0.000	0.24
2+140	0.000	0.000	0.240	2+640	0.008	0.098	0.98
2+160	-0.025	-0.306	-3.060	2+660	0.005	0.061	1.59
2+180	-0.158	-1.9334	-22.400	2+680	0.003	0.037	0.98
2+200	0.147	1.799	-1.350	2+700	0.010	0.122	1.59
2+220	0.069	0.845	26.44	2+720	0.004	0.049	1.71
2+240	0.145	1.775	26.20	2+740	0.001	0.012	0.61
2+260	0.161	1.971	37.46	2+760	0.010	0.122	1.34
2+280	0.099	1.212	31.83	2+780	0.010	0.122	2.44
2+300	0.123	1.506	27.18	2+800	0.005	0.061	1.830
2+320	0.134	1.640	31.45	2+820	0.013	0.159	2.200
2+340	0.185	2.264	39.04	2+840	0.011	0.135	2.940
2+360	0.037	0.453	27.17	2+860	-0.002	-0.024	1.110
2+380	0.047	0.575	10.28	2+880	0.014	0.171	1.470
2+400	0.063	0.771	13.46	2+900	0.000	0.000	1.710
2+420	0.096	1.175	19.46	2+920	0.000	0.000	0.000
2+440	0.124	1.518	26.93	2+940	0.000	0.000	0.000
2+460	0.265	3.244	47.62	2+960	0.000	0.000	0.000
2+480	0.157	1.922	51.66	2+980	0.000	0.000	0.000
2+500	0.268	3.280	52.02	3+000	0.000	0.000	0.000

487.648

110.12



**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE RENIVELACION  
AV. CEYLAN, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO**

ESTACION	ESPEJOR DE RENIV.	AREA DE RENIV	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$	ESTACION	ESPEJOR DE RENIV	AREA DE RENIV.	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$
Km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
3+000	0.000	0.000		3+500	0.007	0.086	
3+030	0.093	1.138	11.38	3+520	0.064	0.783	8.69
3+040	0.004	0.049	11.87	3+540	0.046	0.563	13.46
3+060	0.002	0.024	0.73	3+560	0.067	0.820	13.83
3+080	0.097	1.187	12.11	3+580	0.089	1.089	19.09
3+100	0.001	0.012	11.99	3+600	0.038	0.465	15.54
3+120	0.004	0.049	0.610	3+620	0.081	0.991	14.56
3+140	0.008	0.098	1.470	3+640	0.051	0.624	16.15
3+160	0.007	0.086	1.840	3+660	0.003	0.037	6.61
3+180	0.007	0.086	1.72	3+680	0.023	0.281	3.18
3+200	0.009	0.110	1.96	3+700	0.100	1.224	15.05
3+220	0.005	0.061	1.71	3+720	0.086	1.053	22.77
3+240	0.136	1.664	17.25	3+740	0.001	0.012	10.65
3+260	0.080	0.979	26.43	3+760	0.009	0.110	1.22
3+280	0.005	0.061	10.4	3+780	0.010	0.122	2.32
3+300	0.054	0.660	7.21	3+800	0.080	0.979	11.01
3+330	0.044	0.539	11.99	3+820	0.002	0.024	10.03
3+340	0.047	0.575	11.14	3+840	0.007	0.086	1.10
3+360	0.136	1.664	22.39	3+860	0.057	0.697	7.83
3+380	0.170	2.081	37.45	3+880	0.088	1.077	17.74
3+400	0.098	1.200	32.81	3+900	-0.002	-0.024	10.53
3+430	-0.003	-0.037	11.63	3+920	0.084	1.028	10.04
3+440	0.007	0.086	0.490	3+940	0.003	0.037	10.65
3+460	0.009	0.110	1.960	3+960	0.010	0.122	1.59
3+480	0.004	0.049	1.590	3+980	0.002	0.024	1.46
3+500	0.007	0.086	1.350	4+000	0.003	0.037	0.01

251.48

245.11

**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE RENIVELACION  
AV. CEYLAN, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO**

ESTACION	ESPEJOR DE RENIV.	AREA DE RENIV	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$	ESTACION	ESPEJOR DE RENIV	AREA DE RENIV.	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$
Km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
4+000	0.003	0.037		4+500	0.105	1.169	
4+030	0.000	0.000	0.370	4+520	0.003	0.033	12.02
4+040	0.000	0.000	0.000	4+540	0.070	0.779	8.120
4+060	0.008	0.089	0.890	4+560	0.082	0.913	16.92
4+080	0.008	0.089	1.780	4+580	0.088	0.979	18.920
4+100	0.001	0.011	1.000	4+600	0.155	1.725	27.040
4+120	0.009	0.100	1.110	4+620	0.077	0.857	25.820
4+140	0.126	1.402	15.020	4+640	0.197	2.193	30.50
4+160	0.031	0.345	17.470	4+660	0.002	0.022	22.15
4+180	0.001	0.011	3.560	4+680	0.000	0.000	0.22
4+200	0.076	0.846	8.570	4+700	0.066	0.735	7.35
4+220	0.091	1.013	18.590	4+720	0.127	1.414	21.49
4+240	0.095	1.057	20.700	4+740	0.103	1.146	25.60
4+260	0.117	1.302	23.590	4+760	0.235	2.616	37.62
4+280	0.027	0.300	16.020	4+780	0.150	1.670	42.86
4+300	0.009	0.100	4.000	4+800	0.107	1.191	28.61
4+330	0.002	0.022	1.220	4+820	0.025	0.278	14.69
4+340	0.002	0.022	0.440	4+840	0.135	1.502	17.08
4+360	0.090	1.001	10.230	4+860	0.053	0.589	20.91
4+380	0.064	0.712	17.130	4+880	0.025	0.278	8.67
4+400	0.095	1.057	17.690	4+900	0.031	0.345	6.23
4+430	0.163	1.814	28.710	4+920	0.087	0.968	13.13
4+440	0.110	1.224	30.380	4+940	0.153	1.703	26.71
4+460	0.141	1.569	27.930	4+960	0.143	1.591	32.94
4+480	0.307	3.417	49.860	4+980	0.166	1.847	34.38
4+500	0.105	1.169	45.860	5+000	0.202	2.248	40.95

362.12

540.83

**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE RENIVELACION  
AV. CEYLAN, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO**

ESTACION	ESPEJOR DE RENIV.	AREA DE RENIV	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$	ESTACION	ESPEJOR DE RENIV	AREA DE RENIV.	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$
Km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
5+000	0.202	2.248		5+500	0.023	0.256	
5+030	0.102	1.135	33.83	5+520	0.010	0.111	3.67
5+040	0.063	0.701	18.36	5+540	0.000	0.000	1.11
5+060	0.000	0.000	7.01				
5+080	0.001	0.011	0.11				
5+100	0.189	2.104	21.15				
5+120	0.096	1.068	1.72				
5+140	0.053	0.589	16.57				
5+160	0.034	0.378	13.58				
5+180	0.118	1.313	10.13				
5+200	0.004	0.045	27.49				
5+220	0.087	0.968	33.61				
5+240	0.160	1.781	22.37				
5+260	0.142	1.580	6.57				
5+280	0.059	0.657	6.57				
5+300	0.000	0.000	14.14				
5+330	0.059	0.657	12.13				
5+340	0.068	0.757	26.37				
5+360	0.041	0.456	37.61				
5+380	0.196	2.181	35.05				
5+400	0.142	1.580	19.03				
5+430	0.173	1.925	-0.22				
5+440	-0.002	-0.022	6.340				
5+460	0.000	0.000	8.900				
5+480	0.057	0.634					
5+500	0.023	0.256					

435.00

4.78

**RESUMEN DE VOLUMENES DE RENIVELACION  
EN CUERPO IZQUIERDO**

SUB-TRAMO		VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
0+000	- 0+500	557.91
0+500	- 1+000	343.430
1+000	- 1+500	416.310
1+500	- 2+000	28.48
2+000	- 2+500	210.14
2+500	- 3+000	286.660
3+000	- 3+500	116.110
3+500	- 4+000	325.710
4+000	- 4+500	159.470
4+500	- 5+000	330.326
5+000	- 5+500	353.950
5+500	- 5+540	0.110
		<u>3128.606 m<sup>3</sup></u>

Se adjunta tabla de cálculo.

**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE RENIVELACION  
AV. CEYLAN, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO**

ESTACION	ESPESOR DE RENIV.	AREA DE RENIV	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$	ESTACION	ESPESOR DE RENIV	AREA DE RENIV.	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$
Km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
0+000	0.000	0.000		0+500	0.001	0.013	
0+020	0.003	0.038	0.380	0+520	0.000	0.000	0.130
0+040	0.001	0.013	0.510	0+540	0.000	0.000	0.000
0+060	0.028	0.354	3.67	0+560	0.000	0.000	0.000
0+080	0.061	0.772	11.26	0+580	0.023	0.291	2.910
0+100	0.031	0.392	11.64	0+600	0.000	0.000	2.910
0+120	0.008	0.101	4.93	0+620	0.007	0.089	0.890
0+140	0.120	1.519	16.2	0+640	0.201	2.544	26.33
0+160	0.012	0.152	16.71	0+660	0.036	0.456	30.00
0+180	0.055	0.696	8.48	0+680	0.337	4.266	47.22
0+200	0.029	0.367	10.63	0+700	0.101	1.279	55.45
0+220	0.439	5.558	59.25	0+720	0.000	0.000	12.79
0+240	0.147	1.861	74.19	0+740	0.003	0.038	0.38
0+260	0.072	0.912	27.73	0+760	0.132	1.671	17.09
0+280	0.109	1.380	22.92	0+780	0.073	0.924	25.95
0+300	0.103	1.304	26.84	0+800	0.058	0.734	16.58
0+320	0.182	2.304	36.08	0+820	0.076	0.962	16.96
0+340	0.159	2.013	43.17	0+840	0.000	0.000	9.62
0+360	0.205	2.595	46.08	0+860	0.024	0.304	3.04
0+380	0.173	2.190	47.85	0+880	0.137	1.734	20.38
0+400	0.007	0.089	22.79	0+900	0.108	1.367	31.01
0+420	0.028	0.354	4.43	0+920	0.002	0.025	13.92
0+440	0.230	2.912	32.66	0+940	-0.058	-0.734	-7.09
0+460	0.000	0.000	29.12	0+960	0.040	0.5064	-2.28
0+480	0.001	0.013	0.13	0+980	0.047	0.595	11.01
0+500	0.001	0.013	0.26	1+000	0.018	0.228	8.23

557.91

343.43

**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE RENIVELACION  
AV. CEYLAN, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO**

ESTACION	ESPEJOR DE RENIV.	AREA DE RENIV	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$	ESTACION	ESPEJOR DE RENIV	AREA DE RENIV.	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$
km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
1+000	0.018	0.228		1+500	0.002	0.025	
1+020	-0.047	-0.595	-3.67	1+520	0.009	0.114	1.390
1+040	0.003	0.038	-5.57	1+540	0.001	0.013	1.270
1+060	0.766	9.698	97.36	1+560	0.005	0.063	0.760
1+080	0.537	6.798	164.96	1+580	0.002	0.025	0.880
1+100	0.310	2.925	97.23	1+600	0.006	0.076	1.010
1+120	0.046	0.582	35.07	1+620	0.002	0.025	1.010
1+140	0.005	0.063	6.45	1+640	0.009	0.114	1.390
1+160	0.008	0.101	1.64	1+660	0.002	0.025	1.390
1+180	0.004	0.051	1.52	1+680	0.000	0.000	0.250
1+200	0.003	0.038	0.89	1+700	0.007	0.089	0.890
1+220	0.007	0.089	1.27	1+720	0.000	0.000	0.890
1+240	0.007	0.089	1.78	1+740	0.002	0.025	0.250
1+260	0.008	0.101	1.90	1+760	0.006	0.076	1.01
1+280	0.009	0.114	2.15	1+780	0.008	0.101	1.77
1+300	0.000	0.000	1.14	1+800	0.001	0.013	1.14
1+320	0.004	0.051	0.510	1+820	0.007	0.089	1.02
1+340	0.002	0.025	0.760	1+840	0.009	0.114	2.03
1+360	0.004	0.051	0.760	1+860	0.010	0.127	2.41
1+380	0.010	0.127	1.780	1+880	0.002	0.025	1.52
1+400	0.007	0.089	2.160	1+900	0.003	0.038	0.63
1+420	0.003	0.038	1.270	1+920	0.002	0.025	0.63
1+440	0.009	0.114	1.520	1+940	0.006	0.076	1.01
1+460	0.001	0.013	1.270	1+960	0.004	0.051	1.270
1+480	0.007	0.089	1.020	1+980	0.006	0.076	1.270
1+500	0.002	0.025	1.140	2+000	0.005	0.063	1.390

416.31

24.48

**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE RENIVELACION  
AV. CEYLAN, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO**

ESTACION	ESPESOR DE RENIV.	AREA DE RENIV	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$	ESTACION	ESPESOR DE RENIV	AREA DE RENIV.	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$
km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
2+000	0.005	0.063		2+500	0.095	1.203	
2+020	0.006	0.076	1.39	2+520	0.063	0.798	20.01
2+040	0.006	0.076	1.52	2+540	0.000	0.000	7.98
2+060	0.007	0.088	1.64	2+560	0.030	0.380	3.80
2+080	0.007	0.089	1.77	2+580	0.095	1.203	15.83
2+100	0.003	0.038	1.27	2+600	0.096	1.215	24.18
2+120	0.001	0.013	0.51	2+620	0.195	2.468	36.83
2+140	0.108	1.367	13.80	2+640	0.265	3.355	58.23
2+160	-0.123	-1.557	-1.90	2+660	0.053	0.671	40.26
2+180	0.064	0.810	-7.47	2+680	0.206	2.608	32.79
2+200	0.104	1.317	21.27	2+700	0.002	0.025	26.33
2+220	0.080	1.013	23.30	2+720	0.007	0.089	1.14
2+240	0.091	1.152	21.65	2+740	0.001	0.013	1.02
2+260	0.052	0.658	18.1	2+760	0.008	0.101	1.14
2+280	0.031	0.392	10.50	2+780	0.000	0.000	1.01
2+300	0.011	0.190	5.31	2+800	0.006	0.076	0.76
2+320	0.015	-0.025	3.29	2+820	0.006	0.076	1.52
2+340	-0.002	1.203	1.65	2+840	0.007	0.089	1.65
2+360	0.095	0.823	11.78	2+860	0.009	0.114	2.03
2+380	0.065	0.810	20.26	2+880	0.001	0.013	1.27
2+400	0.064	0.392	16.33	2+900	0.008	0.101	1.14
2+420	0.031	0.544	12.02	2+920	0.007	0.089	1.90
2+440	0.043	0.253	9.36	2+940	0.005	0.063	1.52
2+460	0.020	0.013	7.97	2+960	0.004	0.051	1.14
2+480	0.001	1.203	2.66	2+980	0.010	0.127	1.78
2+500	0.095		12.16	3+000	0.001	0.013	1.40

210.14

286.66

**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE RENIVELACION  
AV. CEYLAN, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO**

ESTACION	ESPEJOR DE RENIV.	AREA DE RENIV	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$	ESTACION	ESPEJOR DE RENIV	AREA DE RENIV.	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$
km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
3+000	0.001	0.013		3+500	0.000	0.000	
3+030	0.003	0.038	0.510	3+520	0.113	1.431	14.31
3+040	0.009	0.114	1.520	3+540	0.128	1.620	30.51
3+060	0.002	0.025	1.390	3+560	0.127	1.608	32.28
3+080	0.004	0.051	0.760	3+580	0.117	1.481	30.89
3+100	0.006	0.076	1.270	3+600	0.028	0.354	18.35
3+120	0.004	0.051	1.270	3+620	0.048	0.608	9.62
3+140	0.007	0.089	1.400	3+640	0.062	0.785	13.93
3+160	0.010	0.127	2.160	3+660	0.077	0.974	17.59
3+180	0.000	0.000	1.270	3+680	0.080	1.013	19.87
3+200	0.004	0.051	0.510	3+700	0.090	1.139	21.52
3+220	0.006	0.076	1.270	3+720	0.065	0.823	19.62
3+240	0.003	0.038	1.140	3+740	0.343	4.342	51.65
3+260	0.093	1.177	12.15	3+760	-0.075	-0.950	33.92
3+280	-0.009	-0.114	10.63	3+780	0.009	0.114	-8.36
3+300	0.024	0.304	1.90	3+800	0.001	0.013	1.27
3+330	0.020	0.253	5.57	3+820	0.007	0.089	1.02
3+340	0.007	0.089	3.42	3+840	0.038	0.481	5.70
3+360	0.073	0.924	10.13	3+860	0.003	0.038	5.19
3+380	0.018	0.228	11.52	3+880	0.021	0.266	3.04
3+400	0.053	-0.071	-4.43	3+900	-0.024	-0.304	-0.38
3+430	0.003	0.038	-6.33	3+920	0.012	0.152	-1.52
3+440	0.002	0.025	0.63	3+940	0.003	0.038	1.90
3+460	0.161	2.038	20.63	3+960	0.005	0.063	1.01
3+480	0.061	0.772	28.10	3+980	0.005	0.063	1.26
3+500	0.000	0.000	7.72	4+000	0.007	0.089	1.52

116.11

325.71



**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE RENIVELACION  
AV. CEYLAN, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO**

ESTACION	ESPEJOR DE RENIV.	AREA DE RENIV	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$	ESTACION	ESPEJOR DE RENIV	AREA DE RENIV.	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$
km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
4+000	0.007	0.089		4+500	-0.002	-0.022	
4+030	0.006	0.076	1.65	4+520	0.000	0.000	-0.220
4+040	0.001	0.011	0.87	4+540	0.001	0.0111	0.111
4+060	0.002	0.022	0.33	4+560	0.046	0.512	5.231
4+080	0.010	0.111	1.33	4+580	0.019	0.211	7.23
4+100	0.008	0.089	2.00	4+600	0.002	0.022	2.33
4+120	0.000	0.000	0.89	4+620	0.005	0.056	0.78
4+140	0.004	0.044	0.44	4+640	0.002	0.022	0.78
4+160	0.003	0.033	0.77	4+660	0.001	0.011	0.33
4+180	0.013	0.144	1.77	4+680	0.001	0.011	0.22
4+200	0.015	0.167	3.11	4+700	0.055	0.0612	0.722
4+220	-0.003	-0.033	1.34	4+720	0.054	0.601	6.622
4+240	0.024	0.267	2.34	4+740	0.022	0.244	8.450
4+260	-0.035	-0.389	-1.22	4+760	0.099	1.101	13.45
4+280	0.004	0.044	-3.45	4+780	0.229	2.548	36.49
4+300	0.006	0.066	1.100	4+800	0.305	3.394	59.42
4+330	0.005	0.055	1.210	4+820	0.107	1.191	45.85
4+340	0.022	0.245	3.000	4+840	0.052	0.578	17.69
4+360	0.095	1.057	13.02	4+860	0.017	0.189	7.67
4+380	0.096	1.068	21.25	4+880	0.002	0.022	2.11
4+400	0.055	0.012	16.80	4+900	0.146	1.625	16.47
4+430	0.065	0.723	13.35	4+920	0.003	0.033	16.58
4+440	0.114	1.269	19.92	4+940	0.064	0.712	7.45
4+460	0.113	1.257	25.26	4+960	0.096	1.068	17.80
4+480	0.090	1.002	22.59	4+980	0.136	1.514	25.82
4+500	-0.002	-0.022	9.80	5+000	0.142	1.580	30.94

159.47

330.326

**CALCULO DE LOS VOLUMENES DE RENIELACION  
AV. CEYLAN, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO**

ESTACION	ESPEJOR DE RENIV.	AREA DE RENIV	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$	ESTACION	ESPEJOR DE RENIV	AREA DE RENIV.	VOLUMEN $\frac{(A_1+A_2)}{2}$
km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	km	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
5+000	0.142	1.580		5+500	0.003	0.033	
5+030	0.097	1.079	26.59	5+520	-0.001	-0.011	0.220
5+040	0.066	0.734	18.13	5+540	0.000	0.000	-0.110
5+060	-0.001	-0.011	7.23				
5+080	0.024	0.267	2.56				
5+100	0.053	0.589	8.56				
5+120	0.036	0.400	8.89				
5+140	0.045	0.500	9.00				
5+160	0.090	1.002	15.02				
5+180	0.001	0.011	10.13				
5+200	0.000	0.000	0.11				
5+220	0.023	0.256	2.56				
5+240	0.081	0.902	11.58				
5+260	0.211	2.348	32.50				
5+280	0.117	1.302	36.50				
5+300	0.122	1.358	33.61				
5+330	0.180	2.003	33.94				
5+340	0.125	1.391	26.82				
5+360	0.116	1.291	19.92				
5+380	0.063	0.701	7.01				
5+400	0.000	0.000	2.67				
5+430	0.024	0.267	8.01				
5+440	0.048	0.534	5.12				
5+460	-0.002	-0.022	-0.33				
5+480	-0.001	-0.011	0.22				
5+500	0.003	0.033					

353.95

0.11

**REHABILITACION DE PAVIMENTOS**

**OBRA: CONSTRUCCION DE LA REHABILITACION Y REFUERZO DEL PAVIMENTO Y OBRAS DE DRENAJE. AV.: CEYLAN**

**TRAMO: ENTRONQUE CARR.: (MEXICO - QUERETARO) - AV. MARIO COLIN**

**SUBTRAMO: Km 0+000 AL Km 5+500**

**MUNICIPIO: TLALNEPANTLA**

**ENTIDAD: ESTADO DE MEXICO**

**ESPECIFICACIONES PARTICULARES**

**E. P.**

**E.P.1 RECUPERACION DEL MATERIAL DEL PAVIMENTO ACTUAL**

**EJECUCION:** *En los sub-tramos relacionados en el apartado "Trabajos por Ejecutar" y/o donde lo ordene la Dependencia, mediante el equipo adecuado con el que se logre efectuar las operaciones "in situ" que a continuación se indican se cortará en frío el material que constituye el pavimento existente hasta la profundidad que sea fijada, con el mismo equipo, el material recuperado se disgregará y homogeneizará y le será incorporado producto aglutinante del tipo y en las proporción fijada. La mezcla así obtenida, será tendida en el ancho y espesor fijado de manera uniforme, sobre la superficie tratada, de acuerdo con las indicaciones de la Dependencia, procediendo a perfilar y compactar hasta alcanzar el grado que sea señalado.*

**MEDICION:** *Se considera como unidad el metro cúbico del material tratado y compactado al grado fijado.*

**BASE DE PAGO:** *El pago por unidad de obra terminada de recuperación del material del pavimento actual, se hará al precio unitario fijado en el contrato para el metro cúbico del material tratado y que constituirá la capa que se estipule; éste precio incluye lo que corresponda por: utilización del equipo de corte en frío, disgregado del material recuperado; en su caso extracción, carga, acarreo, aplicación e incorporación del agua, así como permisos para la explotación de bancos de agua e incorporación del producto aglutinante estipulado, el tendido en el espesor y ancho señalados, compactación al grado fijado; afinamiento para dar el acabado superficial y los tiempos de vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.*

**E.P.2 CARPETAS Y/O RENIVELACIONES AISLADAS  
CONSTRUIDAS CON CONCRETO ASFALTICO.**

**EJECUCION:** *El concreto asfáltico para la carpeta y renivelaciones, para su ejecución, se seguirán en todo lo que corresponda, como lo señalado en la cláusula 3.01.03.081-F de las **Normas para la Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.)**.*

**MEDICION:** *La medición se efectuará conforme lo indicado en la cláusula 3.01.03.081-G de las mismas Normas (S.C.T.).*

**BASE DE PAGO:** *El pago por unidad de obra terminada de concreto asfáltico, compactado al noventa y cinco por ciento (95%) para la construcción de la carpeta, se hará, al precio fijado en el contrato el metro cúbico de cada banco en particular; éste precio incluye lo que corresponde para cada trabajo específico con lo señalado en el inciso 3.01.03.081-H.0 de las Normas S.C.T., excepto el acarreo de concreto asfáltico en la distancia en que se ubique la planta de tratamiento para su elaboración y el sitio de aplicación del concreto, que se pagará por separado.*

E.P.3.

**RIEGO DE SELLO CON MATERIAL PREMEZCLADO**

**EJECUCION:**

*La aplicación del riego de sello se realizará de acuerdo con lo señalado en la cláusula 3.01.03.082-F de las Normas para Construcción e Instalaciones de ésta Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.), con la modificación de que al material pétreo se le dará un tratamiento previo de mezclado con emulsión catiónica de rompimiento rápido diluida, como se indica a continuación:*

- a).- *El material pétreo a tratar será colocado en una plataforma de trabajo, fuera de la superficie de rodamiento de la vialidad y deberá estar en condiciones tales, que el material pétreo no se contamine con las maniobras de premezclado.*
  
- b).- *El material pétreo será acamellonado de manera similar a como se elabora una mezcla asfáltica, por el sistema de mezcla en el lugar.*
  
- c).- *La emulsión catiónica de rompimiento rápido, se diluirá con agua en proporción y en volumen de 40% de emulsión y 60% de agua, cuidando que sea a la emulsión a la que se le incorpore el agua no en forma inversa; el agua a utilizar deberá estar exenta de contaminantes.  
Antes de aplicar el material pétreo, la disolución obtenida deberá tener una consistencia homogénea.*
  
- d).- *Sobre el material pétreo se aplicará la disolución de emulsión-agua previamente calentada a una temperatura de 30 a 40° C en proporción aproximada de 140 l/m<sup>3</sup> de material pétreo, cuidando que el residuo asfáltico de la mezcla sea de 2.5% en peso o el que en su momento sea determinado por el laboratorio; también se deberá observar que el mezclado se haga de manera que se obtenga un producto homogéneo.*

## TRABAJOS A EJECUTAR

- e).- *El mezclado deberá realizarse en forma rápida, antes que ocurra el rompimiento de la emulsión.*
- f).- *La aplicación del riego de sello se realizara de acuerdo a lo que se menciona en la cláusula 3.01.03.082-F de las Normas, para la Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.).*

### **MEDICION:**

*La medición se hará de conformidad con lo dispuesto en el inciso 3.01.03.082-G.03, de las **Normas para la Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.)***

### **BASE DE PAGO:**

*El pago por unidad de obra terminada de la aplicación del riego de sello con material premezclado, se hará al precio unitario fijado en el contrato para el metro cúbico de cada uno de los materiales pétreos empleados; éste precio incluye además de lo indicado en el inciso 3.01.0003.082-H.03, de las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.), lo que corresponde por: valor de adquisición de la emulsión catiónica de rompimiento rápido y del agua para efectuar el premezclado; la carga, acarreo y descarga de los materiales pétreos, de la emulsión y del agua; la elaboración de la disolución emulsión-agua, su calentamiento e incorporación al material pétreo; y la construcción de la plataforma para efectuar el trabajo premezclado.*

**E.P.4**

**LIMPIEZA DE OBRAS DE DRENAJE**

**EJECUCION:**

*Las obras de drenaje como alcantarillas tubulares, de bóveda, de losa y puentes que se encuentren azolvados con sólidos y material vegetal, así como hierba silvestre, se deberán limpiar aguas arriba, en el interior de alcantarilla y aguas abajo para permitir el flujo de las aguas pluviales, evitando así acumulamientos de agua que nos provoquen problemas de humedad a las capas sub-yacentes a la superficie de rodamiento. El material producto de la limpieza deberá ser depositado en sitios dentro del derecho de vía donde no estorben ni interrumpan el drenaje o donde lo ordene la Dependencia.*

**MEDICION:**

*Se considerará como unidad de obra terminada la pieza limpia y desazolvada, recibéndola a satisfacción por la Dependencia.*

**BASE DE PAGO:**

*El pago por unidad de obra terminada, se hará al precio unitario fijado en el contrato para cada pieza. Este precio incluye: limpieza, carga, descarga, acarreo, chaponeo, acomodo del material de desperdicio dentro del derecho de vía donde no interrumpa el drenaje o donde lo indique la Dependencia; la herramienta y equipo necesario para la limpieza y retiro del material de desperdicio.*



**E.P.5. LIMPIEZA DE CUNETAS Y LAVADEROS POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA**

**EJECUCION:** *Las cunetas y lavaderos que se encuentren azolvados con suelo y material vegetal, así como hierba silvestre, se deberá limpiar en todo lo largo y ancho de la cuneta para permitir el flujo de las aguas, pluviales, evitando así acumulamientos de agua que provoquen problemas de humedad a las capas sub-yacentes a la superficie de rodamiento. El material producto de la limpieza deberá ser depositado en sitios adentro del derecho de vía donde no estorben ni interrumpen el drenaje o donde lo indique la Dependencia.*

**MEDICION:** *Se considerará como unidad de medida el metro lineal de cuneta y/o lavadero desazolvado, desyerbado y limpio, aproximando la unidad a un decimal.*

**BASE DE PAGO:** *El pago por unidad de obra terminada, se hará al precio unitario fijado en el contrato para el metro lineal. Este precio incluye: limpieza, carga, descargas, retiro, acarreo, acomodo del material de desperdicio dentro del derecho de vía donde no interrumpa el drenaje o donde lo indique la Dependencia; la herramienta y el equipo necesario para la limpieza y retiro del material de desperdicio.*

E.P.6

**PROTECCION DEL AMBIENTE Y A LOS ENTORNOS  
NATURALES DE ZONAS, MONUMENTOS Y VESTIGIOS  
ARQUEOLOGICOS, HISTORICOS Y ARTISTICOS**

Conforme lo previene el punto 32.1 de los documentos de las bases de licitación, el Contratista para la ejecución de las obras deberá prever lo necesario para:

- a).- Previamente al inicio de los trabajos, deberá obtener la autorización de la Secretaría de Desarrollo Social en cuanto al funcionamiento de sus plantas procesadoras, fijas y móviles.
- b).- Dar cabal cumplimiento a los ordenamientos en vigor emanados de la "**Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente**", a los reglamentos y a las normas técnicas ecológicas expedidas por la extinta **Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología**, en especial las normas SEDUE, NTE-CCAT-007/88 relativa al control de contaminantes provenientes de procesos de combustión en fuentes fijas; NET-CCAT-009/88 sobre partículas sólidas provenientes de fuentes fijas y NET-CCAT-005/88 relativa al control de contaminantes provenientes de procesos de combustión de diesel en fuentes fijas. Para controlar la emisión a la atmósfera de gases y partículas sólidas por las plantas de asfalto y de trituración, se instalarán los equipos para el control de esas emisiones, a fin de que se sitúen dentro de los rangos permitidos.
- c).- Hacer las acciones necesarias para que se propicie la regeneración del suelo, una vez concluida la extracción de los materiales en los bancos explotados.

- d).- *Suspender de inmediato las obras o la explotación de bancos de materiales, en caso de que se descubran vestigios arqueológicos, históricos o artísticos, dando aviso a las autoridades correspondientes.*

*En todos estos casos, como lo precisa el inciso 1.01.01.005.E-05 del Libro 1, "Generalidades y Terminología de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)", ...El Contratista será responsable de los daños y perjuicios que cause a la Dependencia o a terceras personas, con motivo de la ejecución de las obras, por no ajustarse a lo estipulado en el Contrato, por inobservancia de las instrucciones dadas por escrito por la Dependencia y por violación a las leyes y reglamentos en vigor.*

**E.7                    DISPOSITIVOS DE PROTECCION DURANTE LA EJECUCION DE  
LAS OBRAS**

*Durante la ejecución de las obras del concurso y hasta que estas le sean recibidas, el Contratista estará obligado a sujetarse a las disposiciones de seguridad contenidas en el Capítulo Sexto del **Manual de Dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras, Edición 1986 de ésta Secretaria de Comunicaciones y Transportes**, en la inteligencia de que no se le autorizará la iniciación de ninguna clase de trabajos hasta que se haya colocado a satisfacción de la Dependencia, las señales y dispositivos de protección respectivos en la forma y condiciones indicadas en dicho Capítulo.*

*La elaboración, colocación y mantenimiento de las señales y dispositivos de protección, así como los bandereros, serán a cargo del Contratista y por lo tanto su costo deberá considerarlo en los precios unitarios de los diversos conceptos de obra, conforme a lo señalado en los "Trabajos por Ejecutar", a la conclusión de las obras, el señalamiento quedará a favor de la Dependencia, inventariándolo en el acta de recepción respectiva.*

*Además, el Contratista estará obligado a extremar las precauciones para prevenir y evitar al tránsito accidentes de cualquier naturaleza, ya sea con motivo de las obras o por los movimientos de su maquinaria, equipo o abastecimiento de materiales.*

E.P.8

**OBLIGACION DEL CONTRATISTA PARA EL CONTROL DE LA OBRA EJECUTADA Y PARA MANTENER LA CONTINUIDAD DEL TRANSITO**

*Conforme lo previene el inciso 005.E.08, Título 01, Parte 01, Libro Uno Generalidades y Terminología, de las **Normas de Obras Públicas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes**, el Contratista estará obligado a mantener un laboratorio de campo con el personal, equipo y demás elementos necesario para que pueda controlar adecuadamente la calidad de los materiales de construcción y de la obra ejecutada.*

*El Contratista está obligado a tomar todas providencia que sean necesarias para mantener la continuidad y fluidez del tránsito en este tramo y reducir al mínimo las molestias que se ocasionen con motivo de las obras.*

*El Contratista deberá someter a la consideración y aprobación de la Dependencia, el número de frentes de trabajo que pretenda atacar simultáneamente de acuerdo con su programa y necesidad de equipo. La aceptación por parte de la Dependencia de los frentes de trabajo propuestos por el Contratista, en ningún caso libera a este de la obligación de disponer los trabajos en forma tal que pueda mantener la fluidez del tránsito en el tramo objeto del Concurso, construyendo las desviaciones necesarias y conservándolas de manera adecuada para que durante el tiempo de ejecución de los trabajos en cada sub-tramo se mantenga la fluidez del tránsito.*

*La construcción y conservación de lo antes mencionado, serán por cuenta del Contratista y su costo deberá considerarlo en los indirectos de la obra.*

E.P.9

**LETREROS INFORMATIVOS DE LA OBRA**

*El contratista queda obligado a colocar en cada uno de los dos (2) lugares que le indique la Dependencia del tramo un "Letrero Informativo de la Obra" de tres (3) por seis (6) metros con la leyenda que oportunamente se le proporcione. Cada letrero se formará con un bastidor de madera de pino de cincuenta y un (51) milímetros por ciento dos (102) milímetros, reforzándolo en forma adecuada con madera se tratará con aceite quemado o aceite de linaza para protegerla. sobre todo el bastidor se colocará una lámina del número dieciocho (18) doblándola hacia atrás y clavándola en todo el perímetro. Para el fondo del letrero y la leyenda alusiva se usará pintura de aceite de color que indique la Dependencia.*

*La elaboración y colocación de estos dos (2) letreros, será por cuenta del Contratista y su costo deberá considerarlo en los indirectos de la obra.*

**E.P.10 PINTADO DE LA LINEA SEPARADORA DE CARRILES**

**EJECUCION:** *Sobre el eje del trazo de la línea separadora de cada carril se procederá a dar un barrido enérgico en un ancho de un (1) metros para proceder al pintado de la línea separadora de carriles, la cual deberá ser de diez (10) centímetros de ancho. La aplicación de la pintura se realizará de acuerdo a lo que se menciona en cláusula respectiva de las **Normas para la Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (S.C.T.)***

**MEDICION:** *Se considerará como unidad el metro lineal de franja pintada.*

**BASE DE PAGO:** *Pintado de la línea separadora de carriles por unidad de obra terminada, se pagará al precio que se fije en el Contrato del concepto y unidad que se indica, este Precio Unitario incluye lo que corresponde a: trazo, m barrido de la superficie en un ancho de un (1) metro, adquisición de los materiales, cargas, transportes, al lugar de la obra y descargas, almacenamientos, instalación y todas las maniobras necesarias de acuerdo al proyecto.*

TRABAJOS A EJECUTAR

OBRA: CONSTRUCCION DE LA REHABILITACION Y REFUERZO DEL PAVIMENTO Y OBRAS DE DRENAJE. AV.: CEYLAN

TRAMO: ENTRONQUE CARR.: (MEXICO - QUERETARO) - AV. MARIO COLIN

SUBTRAMO: KM 0+000 AL KM 5+500

MUNICIPIO: TLALNEPANTLA

ENTIDAD: ESTADO DE MEXICO

**CANTIDADES DE OBRA A EJECUTAR**

O B R A						
C O N C E P T O			CANTIDAD DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
No.	NORMA DE OBRA PUBLICA O ESPECIFICACION	DESCRIPCION				
	3.01.02	ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE				
	02.047.C	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS				
	C.02	Excavaciones para estructuras de acuerdo con su clasificación a cualquier profundidad (inciso 02.022.H.01)				
1	h)	Excavado, por unidad de obra terminada, cualesquiera que sean su clasificación y profundidad	1,220.00	m <sup>3</sup>		
	02.047.D	RELLENOS				
	0.02	Rellenos (inciso 3.01.02.023-H.01).				
2	d)	Para la protección de las obras de drenaje, por unidad de obra terminada:	125.32	m <sup>3</sup>		
	02.047.F	ZAMPEADOS				
	F.07	Zampeados a cualquier altura, por unidad de obra terminada (inciso 02.025-H.06):				
	c)	De concreto hidráulico				
3	1)	Simple, de f'c = 100 kg/cm <sup>2</sup>	5.00	m <sup>3</sup>		
	02.047.G	CONCRETO HIDRAULICO				



TRABAJOS A EJECUTAR

	G.11	Concreto hidráulico, por unidad de obra terminada (inciso 02.026-H.10)			
	a)	Simple, colado en seco:			
4	1)	De f'c= 100 Kg/cm <sup>2</sup>	50.00	m <sup>3</sup>	
5	2)	De f'c= 150 kg/cm <sup>2</sup> , en diversos	1,435.00	m <sup>3</sup>	
6	3)	De f'c= 200 Kg/cm <sup>2</sup>	16.00	m <sup>3</sup>	
	02.047.L	ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO			
	L.03	Tubería de concreto, por unidad de obra terminada (inciso 02.031-H.02)			
	a)	Simple, de f'c_200 kg/cm <sup>2</sup> :			
7	1)	De treinta (30) centímetros de diámetro	111.00	m	
	02.047-X	DEMOLICIONES			
	X.01	Demoliciones, por unidad de obra terminada (inciso 02.044-H.01)			
	c)	De concreto hidráulico			
8	1)	Simple, en guariciones existentes	233.00	m <sup>3</sup>	
	02.047-Y	TRABAJOS DIVERSOS			
	Y.02	Guariciones de concreto hidráulico (inciso 02.044-H.01)			
	b)	Coladas en el lugar:			
9	1)	De f'c= 150 kg/cm <sup>2</sup> de 0.0875 y 0.111 cm <sup>2</sup> de sección	13,476.80	m	
	Y.06	Lavaderos (inciso 02.044-H.05)			
10	b)	De concreto hidráulico simple colado en el lugar de f'c= 100 Kg/cm <sup>2</sup>	21.00	m <sup>3</sup>	
	3.01.03	PAVIMENTOS			
11	E.P.1	Recuperación del material del pavimento actual, por unidad de obra terminada	24,137.93	m <sup>3</sup>	
	03.086-G	MATERIALES ASFALTICOS			
	G.07	Materiales asfálticos, por unidad de obra terminada (inciso 03.076-H.07)			
	b)	ASFALTOS REBAJADOS			
	2)	Empleados en riegos :			
12	a)	FR-3, en riego de liga, base y/o renovaciones	136,950.00	t	
	C)	EMULSIONES ASFALTICAS			

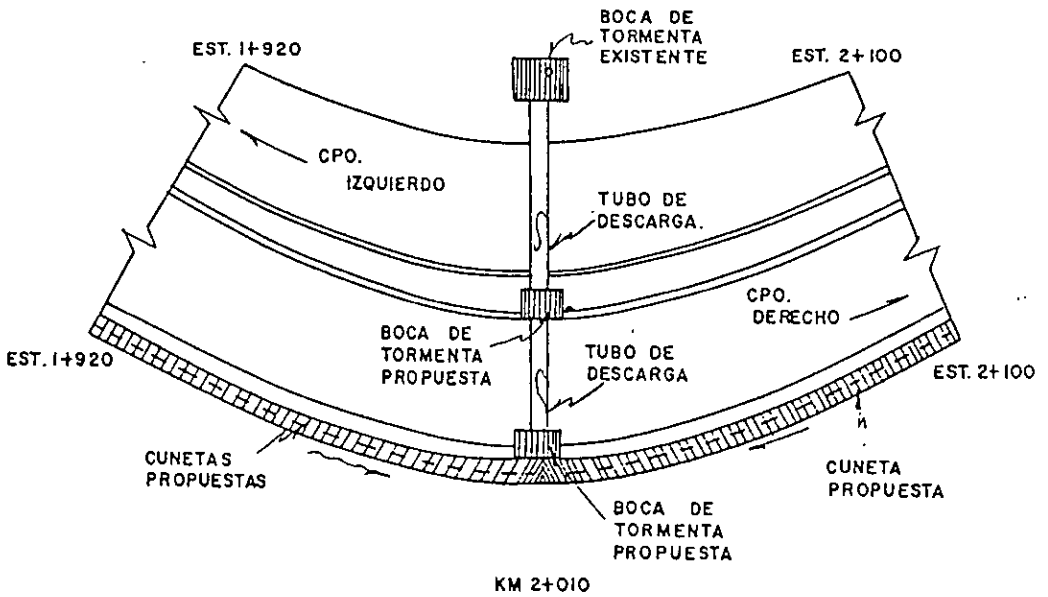
**TRABAJOS A EJECUTAR**

	1)	Empleadas en estabilizaciones:				
13	a)	Catiónica en rompimiento rápido en estabilización del material recuperado	844,827.50	l		
	2)	Empleadas en riegos:				
14	a)	Catiónica de rompimiento rápido tipo ER-C2, en riego de sello	191,730.00	l		
	03.086-I	RIEGO DE IMPREGNACION				
15	1.02	Barrido de la superficie por tratar (inciso 078 F.01)	27.30	Ha		
	03.086-I	carpetas de concreto asfáltico				
	E.P.2	Concreto asfáltico por unidad de obra terminada				
16	A)	En nivelaciones, compactado al noventa y cinco por ciento (95%), de banco No., III "Planta LASA"	7,145.20	m <sup>2</sup>		
17	B)	En carpeta, compactada al noventa y cinco por ciento (95%), del banco No. III "Planta LASA"	10,956.00	m <sup>2</sup>		
	03.086-M	RIEGO DE SELLO				
	E.P.3	Riego de sello con material premezclado, por unidad de obra terminada:				
	a)	Utilizando material pétreo No. 3A:				
18	1)	Del banco No. V "Iztapalapa, D.F."	1,369.50	m <sup>2</sup>		
	03.086-P	ACARREOS DE MATERIALES PARA PAVIMENTOS				
	P.05	Acarreos, por unidad de obra terminada (inciso 03.085-H.04)				
	a)	De los materiales seleccionados naturales o que haya tenido un tratamiento, para mezclas o para concretos asfálticos:				
19	1)	Medidos acarreñados en los almacenamientos o en los vehículos de transporte (material No. 3a)	50,493.20	m <sup>2</sup> /Km		
20	2)	Medidos compactos en la carpeta asfáltica y nivelaciones	181,012.09	m <sup>2</sup> /Km		
	047-W	RECUBRIMIENTO CON PINTURA				
	W.02	Recubrimiento de superficies (inciso 3.01.02.042-H.01).				
	1)	De pavimento:				
21	4)	Raya de diez (10) centímetros de ancho	44,320.00	m		
		V A R I O S				
22		Construcción de bocas de tormenta nuevas, por unidad de obra terminada	6.00	PZA		

TRABAJO A EJECUTAR

24	E.P.4	Limpieza de bocas de tormenta existentes, por unidad de obra terminada	25.00	PZA.		
25	E.P.4	Limpieza de bocas de tormenta existentes, por unidad de obra terminada	7.00	PZA.		
26		Construcción de canal con rejilla metálica por unidad de obra terminada	2.00	PZA.		

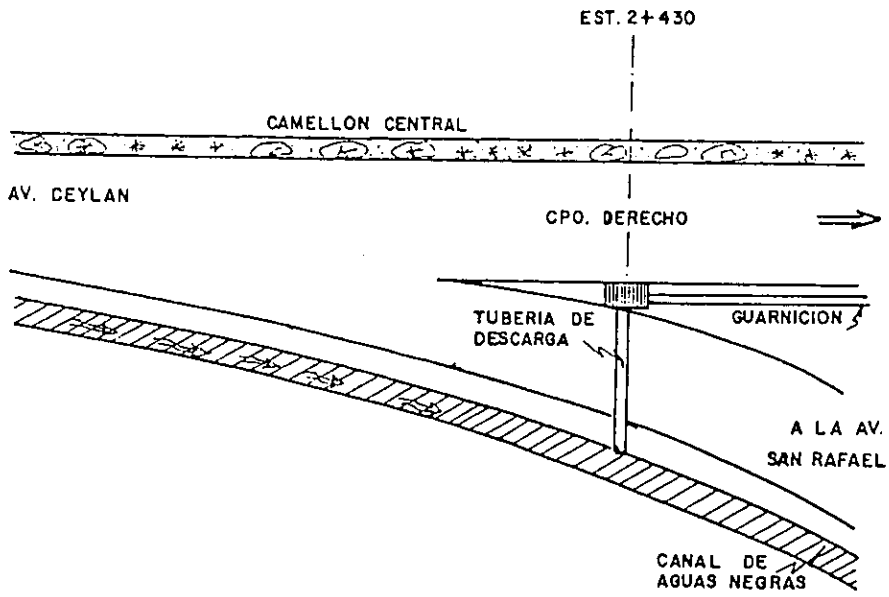
OBRA: REPAVIMENTACION DE LA AV. CEYLAN.  
MUNICIPIO: TLALNEPANTLA EDO. DE MEXICO.



CROQUIS N° A.1  
BOCAS DE TORMENTA PROPUESTAS

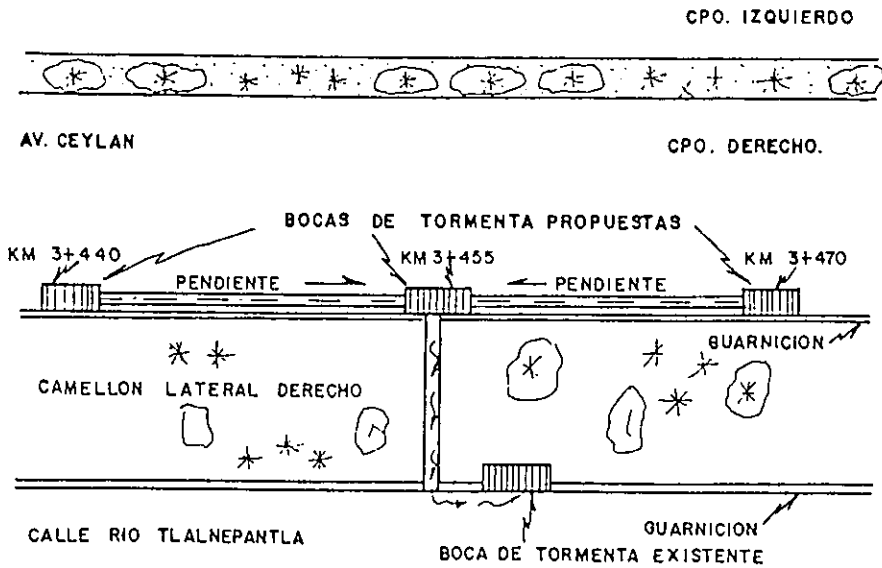
EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO Y PROYECTO DE REHABILITACION Y REFOZAMIENTO DEL MISMO.

OBRA: REPAVIMENTACION DE LA AV. CEYLAN.  
MUNICIPIO: TLALNEPANTLA EBO. DE MEXICO.



CROQUIS No. A.2  
BOCA DE TORMENTA PROPUESTA CON LINEA DE TUBERIA PARA  
DESALOJAR AGUA PLUVIAL AL CANAL DE AGUAS NEGRAS LATERAL

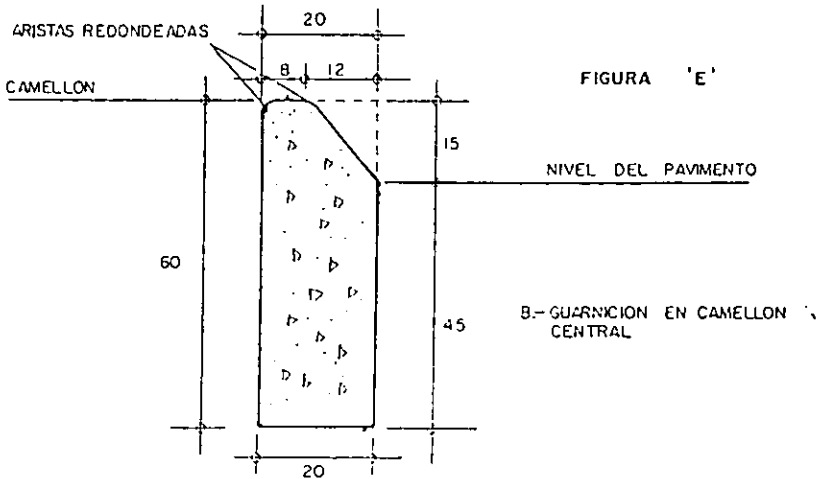
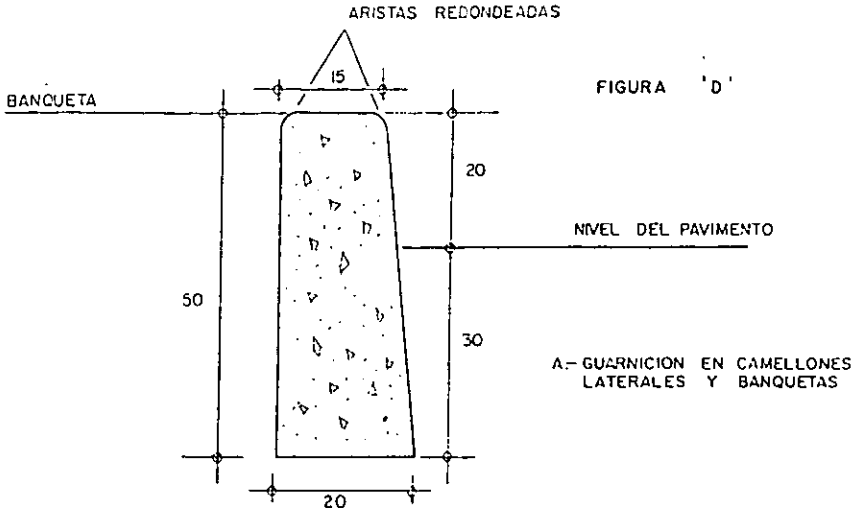
OBRA: REPAVIMENTACION DE LA AV. CEYLAN.  
 MUNICIPIO: TLALNEPANTLA EDO. DE MEXICO.



CROQUIS No. A.3

BOCAS DE TORMENTA PROPUESTAS CON LINEAS DE TUBERIA  
 INTERCONEXION PARA DESALOJO DE AGUAS PLUVIALES

SECCIONES TIPO DE GUARNICIONES  
 OBRA: AV. CEYLAN TLALNEPANTLA EDO. DE MEX.



NOTA, EN AMBOS CASOS:

- 1.- Dimensiones en cms.
- 2.- Juntas de dilatación de cartón asfaltado de 0.3 cms. de espesor, deberán disponerse a cada 6.0 mts. como maximo
- 3.- Concreto  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$

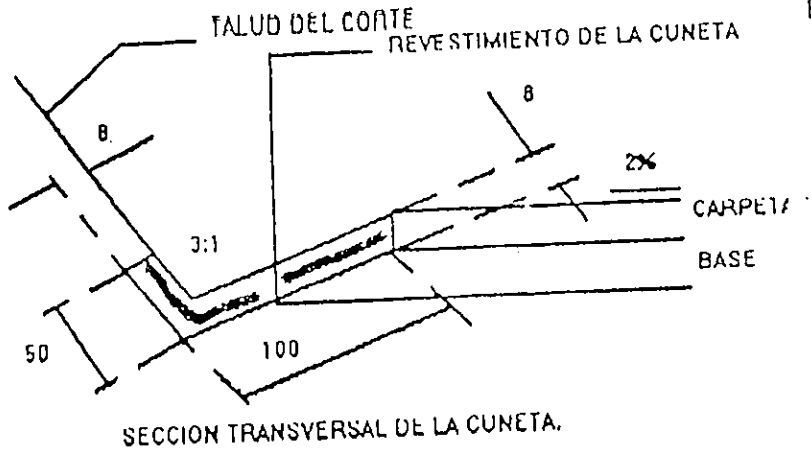


FIG. "A"

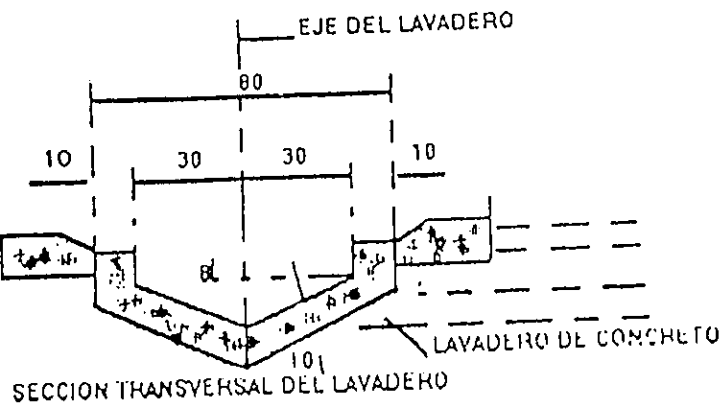


FIG. "B"

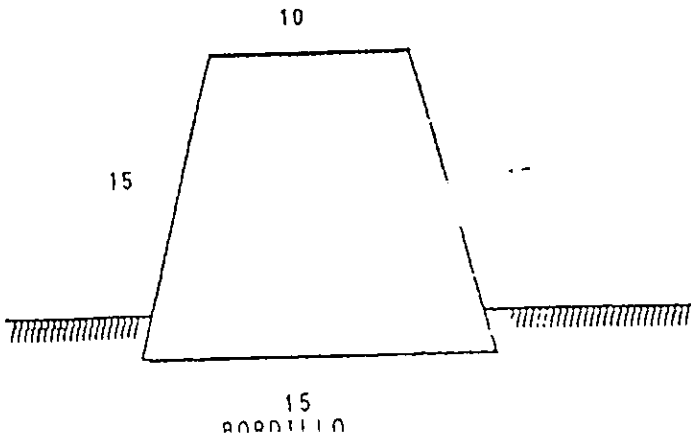


FIG. "C"

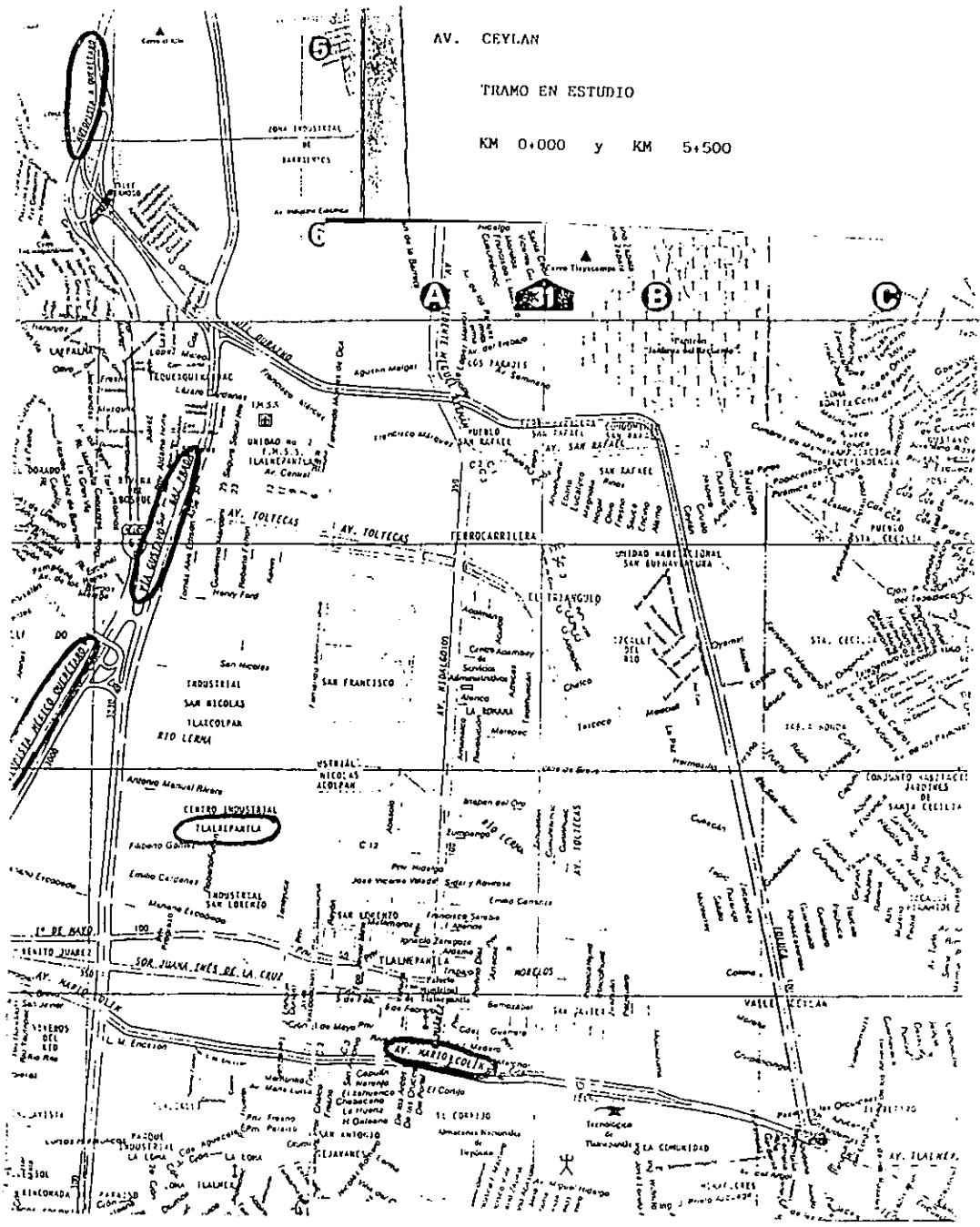


***ANEXOS***

AV. CEYLAN

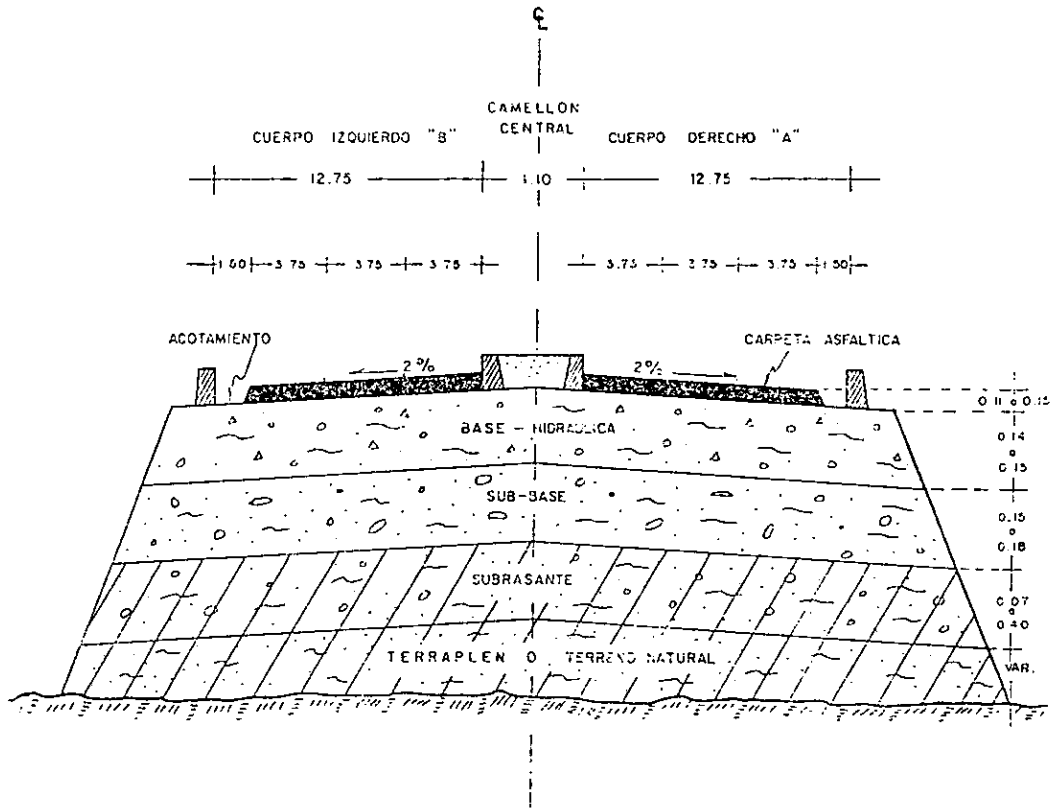
TRAMO EN ESTUDIO

KM 0+000 y KM 5+500



# SECCION TIPO TERRAPLEN

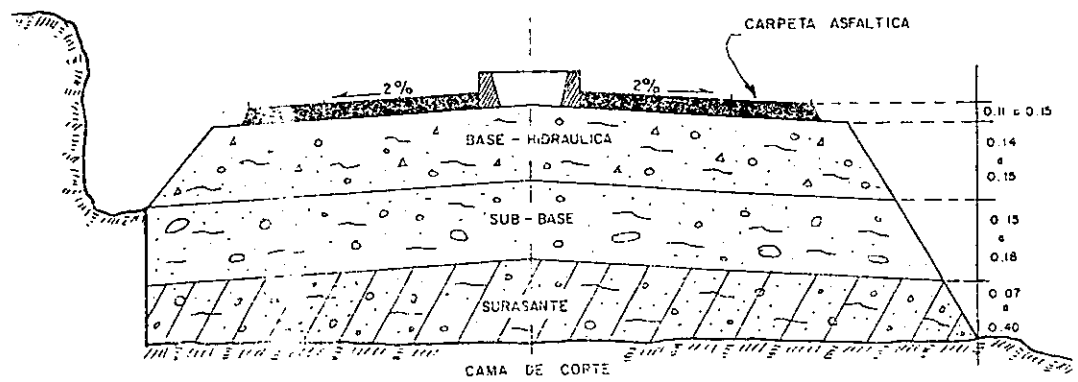
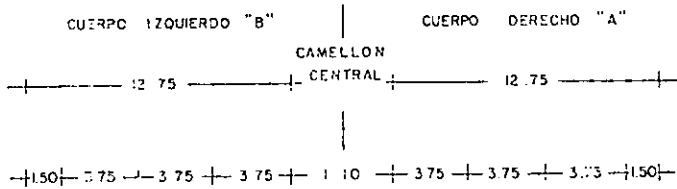
DEL KM 0+000 AL KM 3+500  
(EN SUB-TRAMOS)



ACOTACIONES EN METROS.

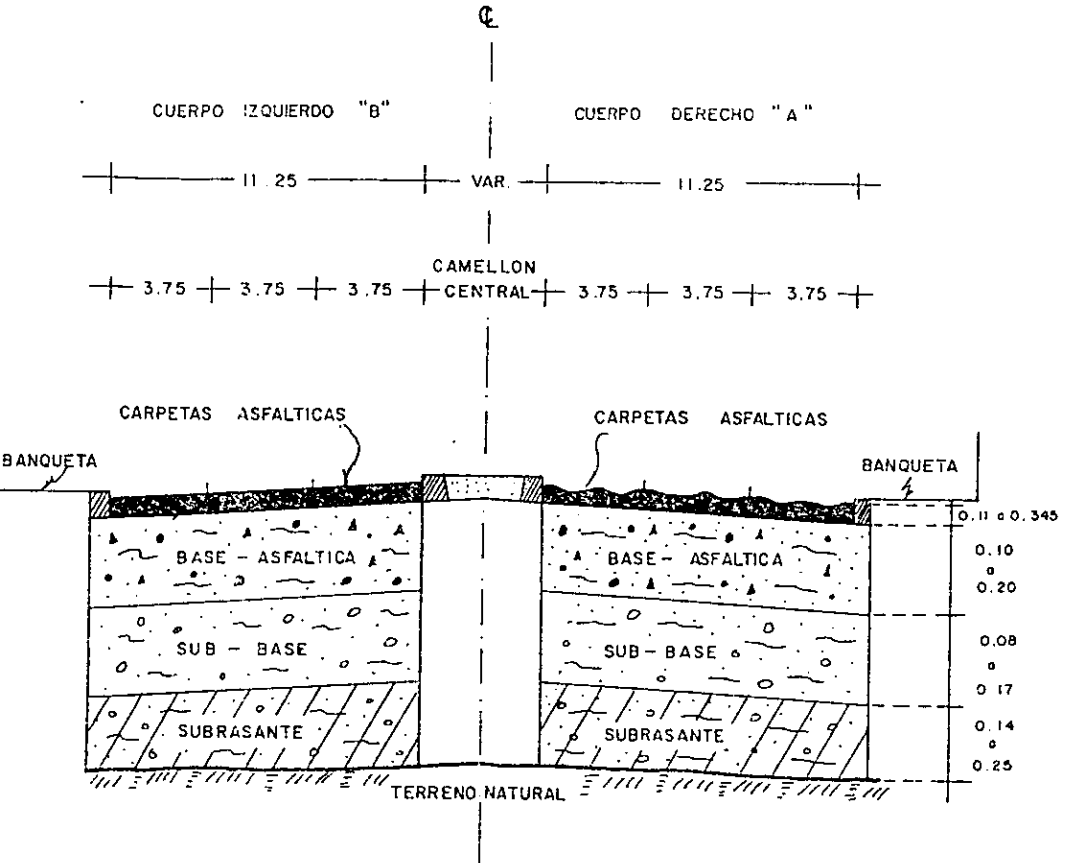
SECCION TIPO CORTE  
 DEL KM. 2+000 AL KM 3+500  
 ( EN SUB-TRAMOS )

℄



ACOTACIONES EN METROS.

SECCION TIPO CAJON  
DEL KM 3+500 AL KM 5+500  
(EN SUB-TRAMOS)

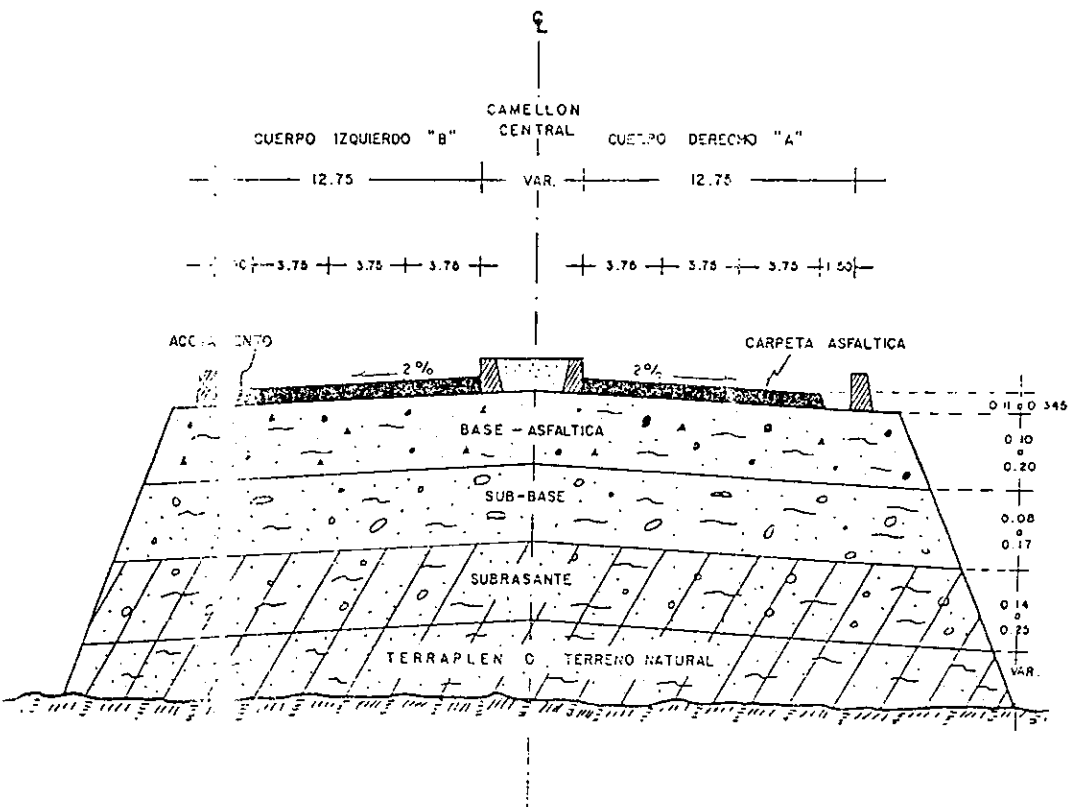


ACOTACIONES EN METROS.

ANCHO DE CAMELLON CENTRAL:

- DEL KM 4+390 AL KM. 4+500 = VARIA DE 1.20 a 5.90 metros.
- DEL KM. 4+500 AL KM. 5+316 = 5.90 metros
- DEL KM. 5+316 AL KM. 5+500 = 2.40 metros

SECCION TIPO TERRAPLEN  
 DEL KM 3+500 AL KM 5+500  
 (EN SUB-TRAMOS)



ACOTACIONES EN METROS.

ANCHO DE CAMELLON

DEL KM. 4+390 AL KM 4+500 : VARIA DE 1.20 a 5.30 metros.

DEL KM. 4+500 AL KM 5+316 : 5.90 metros

DEL KM. 5+316 AL KM 5+500 : 2.40 metros

## CALIFICACION ACTUAL

ENTIDAD FEDERATIVA: MEXICO

OBSERVADOR : \_\_\_\_\_  
ENTR. (CARR.: MEXICO-QUERETARO)

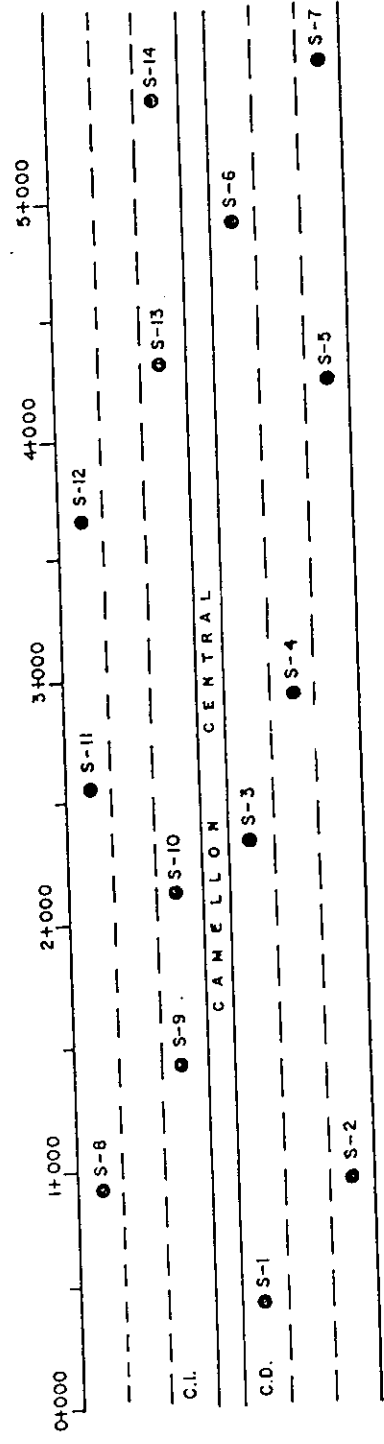
CARRETERA: AVENIDA CEYLAN

TRAMO : AV. MARIO COLIN

SUBTRAMO: DEL Km 0+000 AL Km 5+500 ORIGEN : Km 0+000

CUERPO UNICO		DERECHO	XXXXXXXX	IZQUIERDO			
<b>CALIFICACIONES</b>							
DE KILOMETRO	A KILOMETRO	OBSERVADOR No.					PROMEDIO
		1	2	3	4	5	
0+000	1+000	2.5	3.0	2.5	2.0	2.5	2.5
1+000	2+000	3.5	4.0	3.5	3.0	3.5	3.5
2+000	3+000	3.0	3.5	3.0	2.5	3.0	3.0
3+000	4+000	2.5	3.0	2.5	2.0	2.5	2.5
4+000	5+000	2.5	3.0	2.5	2.0	2.5	2.5

OBRA: AV. CEYLAN.  
 TRAMO: ENTRONQUE DE CARRETERA: ( MEXICO - QUERETARO ) - AV. MARIO COLIN.  
 SUB-TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+500.  
 MUNICIPIO: TLALNEPANTLA.  
 ESTADO: MEXICO.



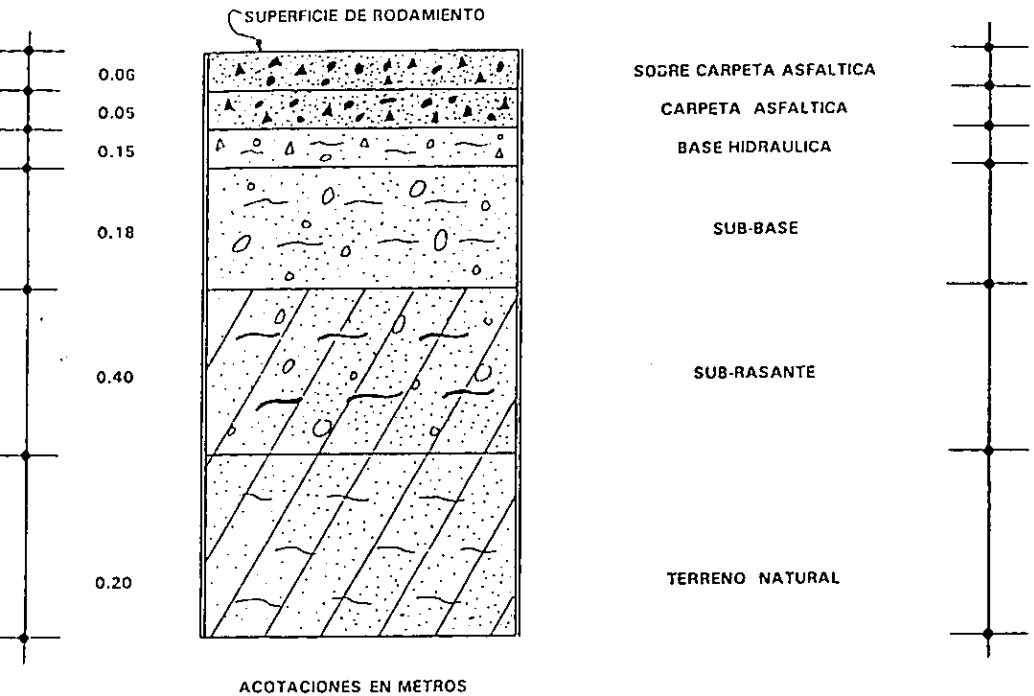
CUERPO DERECHO		CARRIL	
SONDEO N.º	ESTACION	IZQUIERDO	DERECHO
1	0 + 500	IZQUIERDO	DERECHO
2	1 + 100	DERECHO	DERECHO
3	2 + 400	IZQUIERDO	CENTRAL
4	3 + 900	DERECHO	DERECHO
5	4 + 500	IZQUIERDO	DERECHO
6	5 + 100	IZQUIERDO	DERECHO
7	5 + 450	DERECHO	DERECHO

CUERPO IZQUIERDO		CARRIL	
SONDEO N.º	ESTACION	IZQUIERDO	DERECHO
8	0 + 960	IZQUIERDO	DERECHO
9	1 + 200	DERECHO	DERECHO
10	2 + 100	DERECHO	DERECHO
11	2 + 700	IZQUIERDO	IZQUIERDO
12	3 + 800	IZQUIERDO	DERECHO
13	4 + 500	DERECHO	DERECHO
14	5 + 300	DERECHO	DERECHO



SONDEO No 1

KM. 0+500  
CUERPO DERECHO  
CARRIL IZQUIERDO

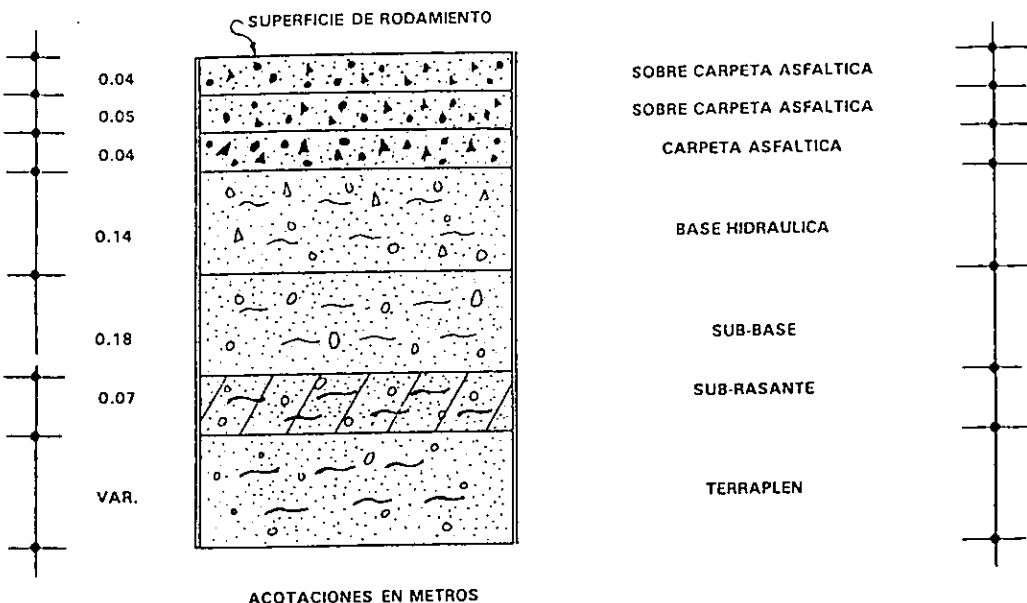


OBSERVACIONES

CAPA	TIPO DE MATERIAL
SOPRE CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
BASE HIDRAULICA	GRAVA - ARENA
SUB - BASE	ARCILLA - ARENOSA
SUB - RASANTE	ARENA - LIMOSA
TERRENO NATURAL	ARCILLA NEGRA DE ALTA COMPRESIBILIDAD

## SONDEO No 2

KM. 1+100  
CUERPO DERECHO  
CARRIL DERECHO

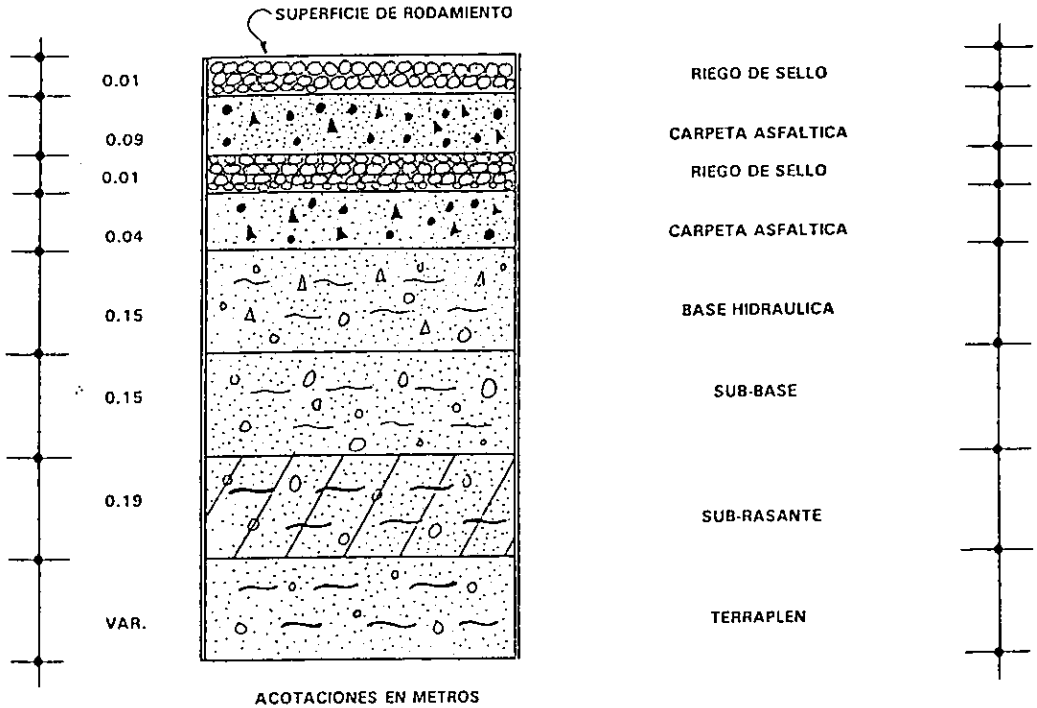


## OBSERVACIONES

CAPA	TIPO DE MATERIAL
SOBRE CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
SOBRE CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
BASE HIDRAULICA	GRAVA - ARENA
SUB - BASE	GRAVA - ARENA
SUB - RASANTE	ARENA - LIMOSA - POCO AGREGADO
TERRAPLEN	ARENA - LIMOSA - POCO AGREGADO

SONDEO No 3

KM. 2+400  
CUERPO DERECHO  
CARRIL IZQUIERDO

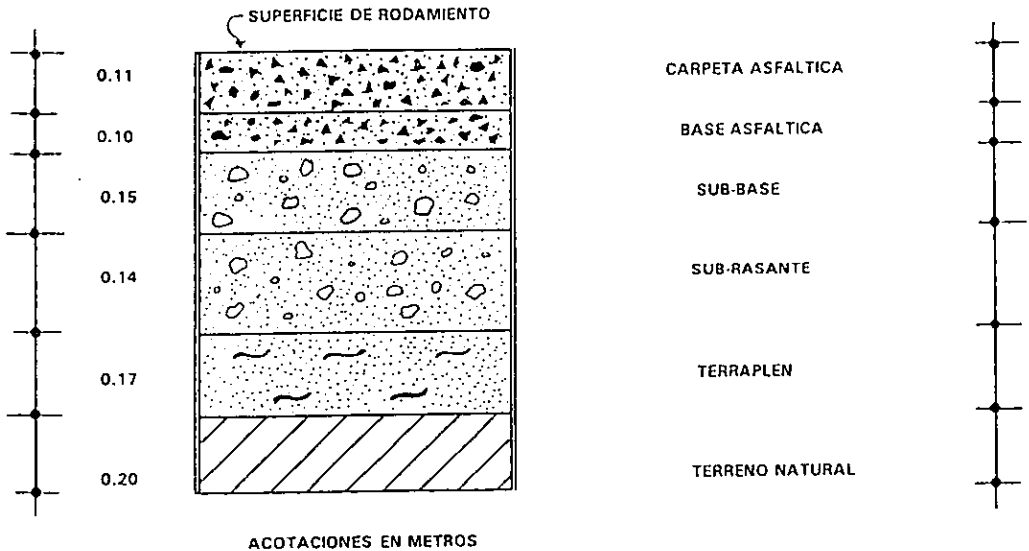


OBSERVACIONES

CAPA	TIPO DE MATERIAL
RIEGO DE SELLO	MATERIAL 3A
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
RIEGO DE SELLO	MATERIAL 3A
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
BASE HIDRAULICA	GRAVA - ARENA
SUB - BASE	GRAVA - ARENA
SUB-RASANTE	ARENA LIMOSA
TERRAPLEN	ARENA LIMOSA

SONDEO No 4

KM. 3+900  
CUERPO DERECHO  
CARRIL CENTRAL

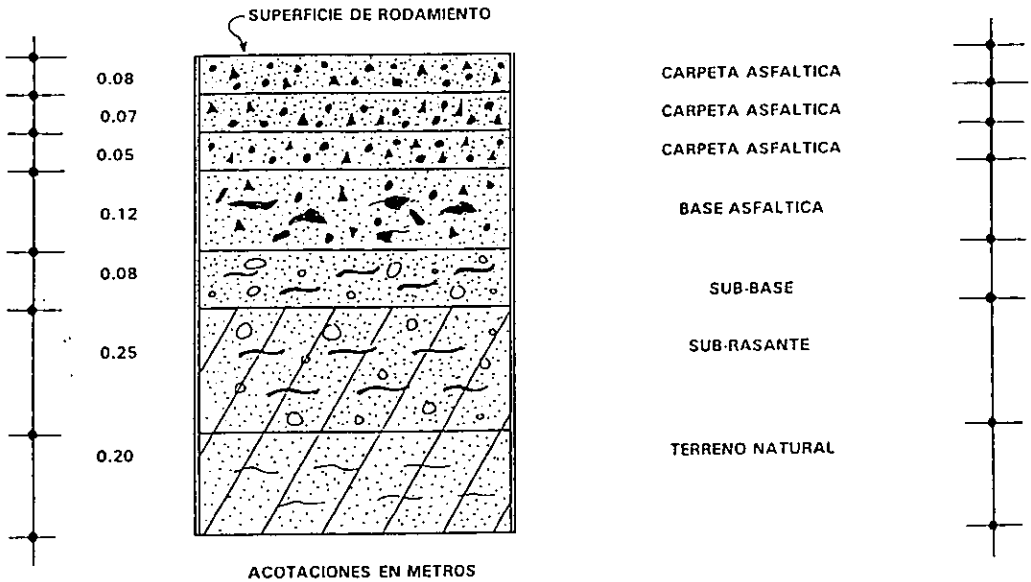


OBSERVACIONES

CAPA	TIPO DE MATERIAL
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
BASE ASFALTICA	GRAVA - ARENA - ASFALTO
SUB - BASE	GRAVA - ARENA
SUB - RASANTE	GRAVA - ARENA
TERRAPLEN	ARENA LIMOSA
TERRENO NATURAL	ARCILLA NEGRA

SONDEO No 5

KM. 4+500  
CUERPO DERECHO  
CARRIL DERECHO

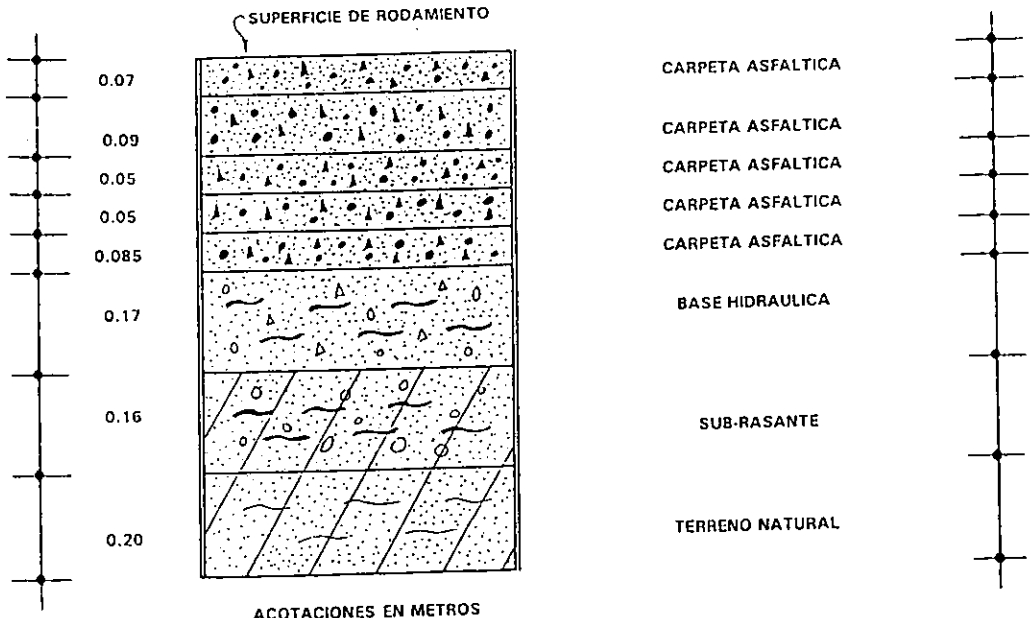


OBSERVACIONES

CAPA	TIPO DE MATERIAL
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
BASE ASFALTICA	GRAVA - ARENA - ASFALTO
SUB - BASE	GRAVA - ARENA LIMOSA
SUB - RASANTE	ARENA LIMOSA
TERRENO NATURAL	ARCILLA NEGRA

SONDEO No 6

KM. 5+100  
CUERPO DERECHO  
CARRIL IZQUIERDO

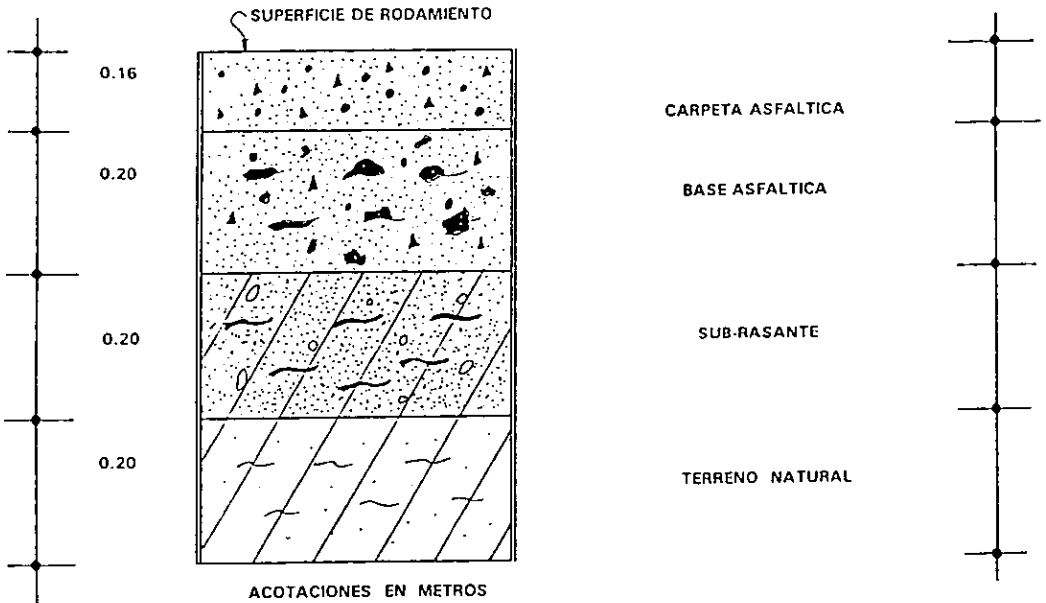


OBSERVACIONES

CAPA	TIPO DE MATERIAL
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA ASFALTICA	MEZCLA EN FRIO
CARPETA ASFALTICA	MEZCLA EN FRIO
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
BASE HIDRAULICA	GRAVA - ARENA LIMOSA
SUB - RASANTE	ARENA LIMOSA
TERRENO NATURAL	ARCILLA NEGRA

SONDEO No. 7

KM. 5+450  
CUERPO DERECHO  
CARRIL DERECHO

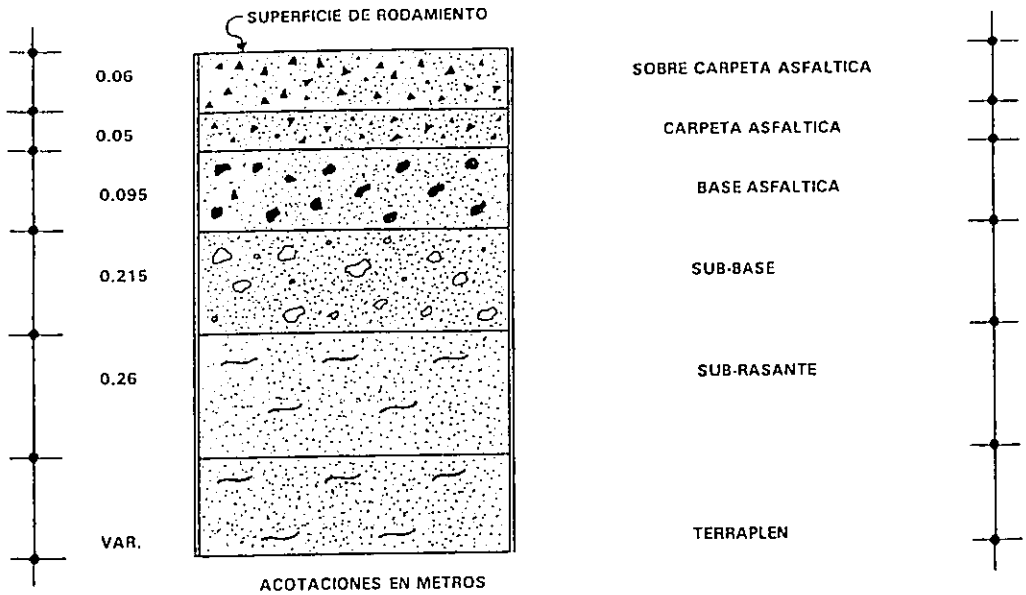


OBSERVACIONES

CAPA	TIPO DE MATERIAL
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
BASE ASFALTICA	GRAVA - ARENA - ASFALTO
SUB - RASANTE	ARENA LIMOSA
TERRENO NATURAL	ARCILLA NEGRA

SONDEO No 8

KM. 0+960  
CUERPO IZQUIERDO  
CARRIL IZQUIERDO



OBSERVACIONES

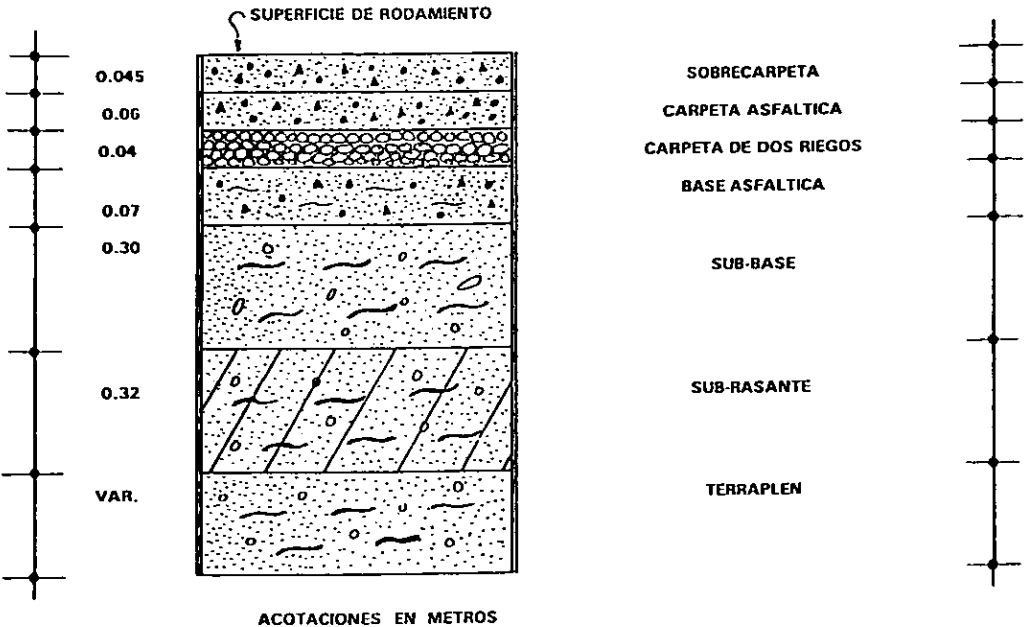
CAPA	TIPO DE MATERIAL
SOBRE CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
BASE ASFALTICA	GRAVA - ARENA - ASFALTO
SUB - BASE	GRAVA - ARENA
SUB-RASANTE	ARENA - LIMOSA
TERRAPLEN	ARENA - LIMOSA

- EN LA ZONA CIRCUNDANTE A ESTE SONDEO LA SOBRECARPETA ASFALTICA SE ENCUENTRA EN ESTADO DE FALLA DEL TIPO "PIEL DE COCODRILO".
- LA CARPETA ASFALTICA SE ENCUENTRA OXIDADA POR LA PRESENCIA DE AGUA.



**SONDEO No. 9**

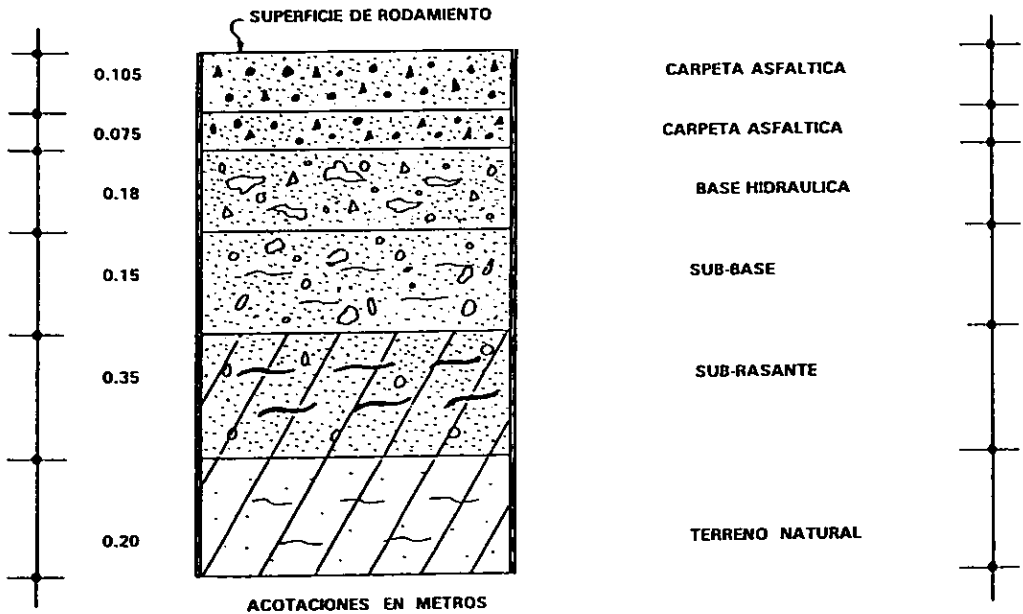
**KM. 1+200  
CUERPO IZQUIERDO  
CARRIL DERECHO**



**OBSERVACIONES**

CAPA	TIPO DE MATERIAL
SOBRECARPETA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA DE DOS RIEGOS	MATERIAL 3A
BASE ASFALTICA	GRAVA - ARENA - ASFALTO
SUB - BASE	GRAVA TRITURADA CON LIMO ARENOSO
SUB-RASANTE	CAFE
TERRAPLEN	LIMO ARENOSO COLOR CAFE
	LIMO ARENOSO

**SONDEO No 10**  
**KM. 2+100**  
**CARRIL DERECHO**  
**CUERPO IZQUIERDO**

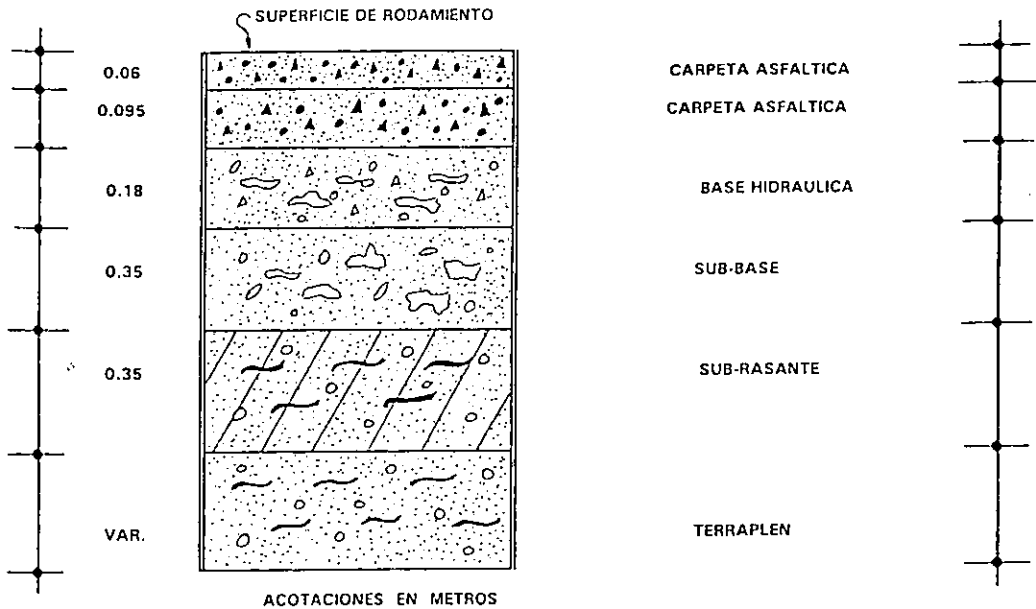


**OBSERVACIONES**

CAPA	TIPO DE MATERIAL
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
BASE HIDRAULICA	GRAVA - ARENA
SUB - BASE	GRAVA - ARENA
SUB - RASANTE	ARENA - LIMOSA
TERRENO NATURAL	ARCILLA NEGRA

SONDEO No 11

KM. 2+700  
CARRIL IZQUIERDO  
CUERPO IZQUIERDO



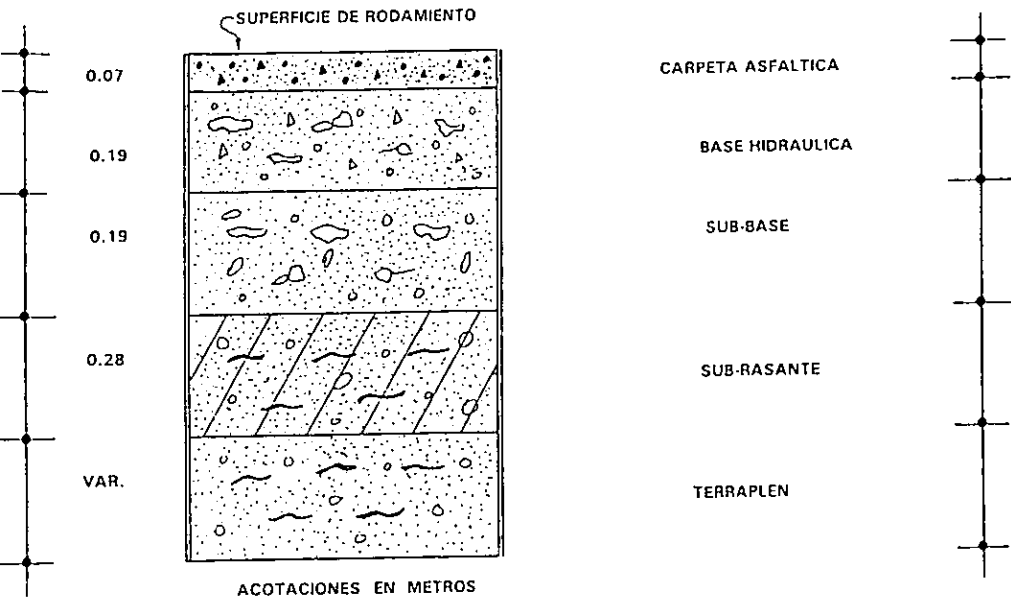
OBSERVACIONES

CAPA	TIPO DE MATERIAL
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
BASE HIDRAULICA	GRAVA - ARENA
SUB - BASE	GRAVA - ARENA
SUB - RASANTE	ARENA - LIMOSA
TERRAPLEN	ARENA - LIMOSA

- LA ZONA CIRCUNDANTE A ESTE SONDEO PRESENTA SUPERFICIE CON AGRIETAMIENTO EN FORMA TIPICA PIEL DE COCODRILO.

SONDEO No 12

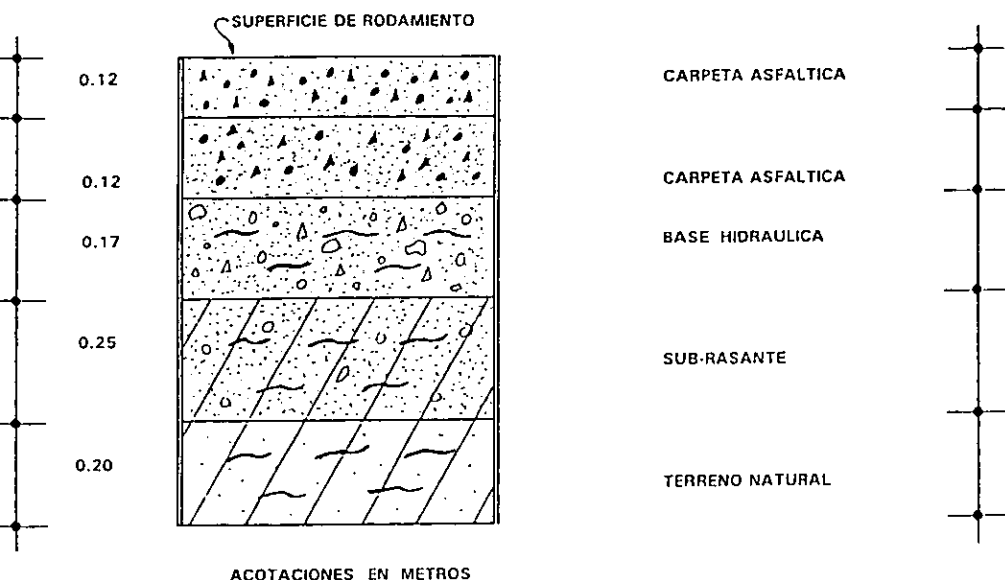
KM. 3+800  
CUERPO IZQUIERDO  
CARRIL IZQUIERDO



OBSERVACIONES

CAPA	TIPO DE MATERIAL
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
BASE HIDRAULICA	GRAVA - ARENA
SUB - BASE	GRAVA - ARENA
SUB - RASANTE	ARENA - LIMOSA
TERRAPLEN	ARENA - LIMOSA

**SONDEO No 13**  
**KM. 4+500**  
**CARRIL DERECHO**  
**CUERPO IZQUIERDO**

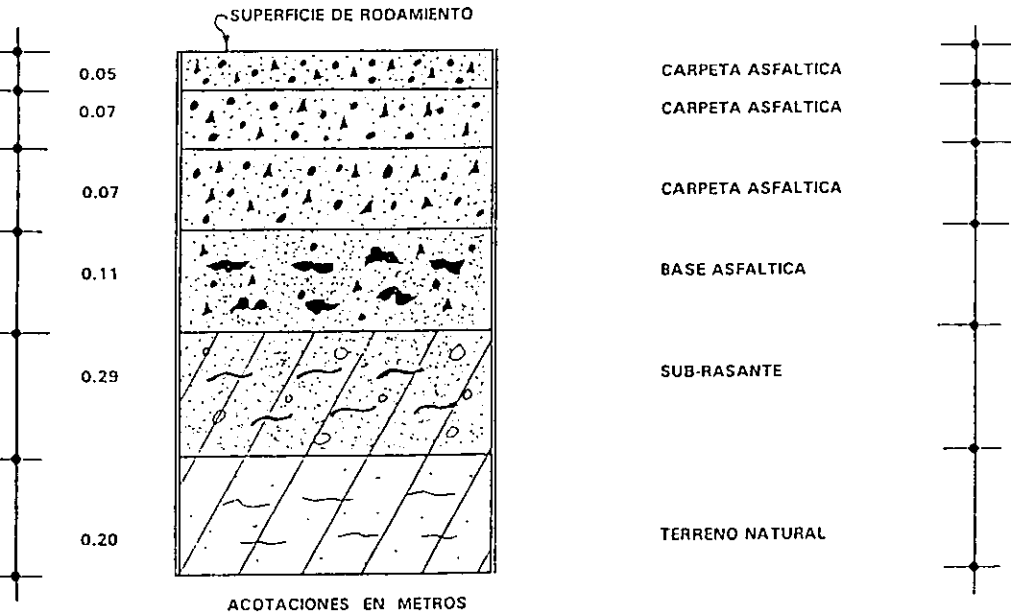


**OBSERVACIONES**

CAPA	TIPO DE MATERIAL
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA ASFALTICA	ELABORADA EN FRIJO
BASE HIDRAULICA	GRAVA - ARENA - MOSA
SUB - RASANTE	ARENA - MOSA
TERRENO NATURAL	ARCILLOSA NEGRA

SONDEO No 14

KM. 5+300  
CARRIL DERECHO  
CUERPO IZQUIERDO



OBSERVACIONES

CAPA	TIPO DE MATERIAL
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
CARPETA ASFALTICA	CONCRETO ASFALTICO
BASE ASFALTICA	GRAVA - ARENA - ASFALTO
SUB - RASANTE	ARENA - LIMOSA
TERRENO NATURAL	ARCILLA NEGRA

## CUADRO DE BANCOS DE MATERIALES Y SUS CARACTERISTICAS

BANCO	No	LOCALIZACION	MATERIAL	TRATAMIENTO	UTILIZACION	MEZCLA APROXIMADA PARA SU EMPLEO (% EN VOLUMEN)
MINA "ESPIRITU SANTO"	I	CAMINO: VIA DR. JORGE J. CANTU EJIDO "EL ESPIRITU SANTO" Km 4+800 DESV. IZQ. 700 m	BASE, GRAVA Y ARENA (CONGLOMERADO)	NINGUNO	MATERIAL CON CALIDAD PARA BASE HIDRAULICA Y SUB-BASE	MEZCLA: 70% BCO. ESPIRITU SANTO II 30% BCO. ESPIRITU SANTO I PARA SUB-BASE MEZCLA: 80% BCO. ESPIRITU SANTO II 20% BCO. ESPIRITU SANTO I PARA BASE HIDRAULICA
MINA "ESPIRITU SANTO II"	II	CAMINO VIA DR. J. JIMENEZ CANTU - EJIDO "ESPIRITU SANTO" Km 5+300 DESVIDER. 200 m	CONGLOMERADO BASE, GRAVA Y ARENA	NINGUNO	BASE HIDRAULICA Y SUB-BASE	MEZCLA: 70% BCO. ESPIRITU SANTO II 30% BCO. ESPIRITU SANTO I PARA SUB-BASE MEZCLA: 80% BCO. ESPIRITU SANTO II 20% BCO. ESPIRITU SANTO I PARA BASE HIDRAULICA
ATIZAPAN "PLANTA LASA"	III	Km 5+000 DESVIDER. CAMINO: TLALNEPANTLA - ATIZAPAN	BASE, GRAVA Y ARENA	NINGUNO	MATERIAL CON CALIDAD PARA BASE HIDRAULICA Y CONCRETO ASFALTICO	MEZCLA: PARA BASE HIDRAULICA 80% TRITURADO 1 1/2 A FINOS 20% CRIBADO 3/8 A FINOS PROPORCIONES PARA CARPETA ASFALTICA: 48% GRAVA DE 3/4" A FINOS 32% ARENA DE 1/4" A FINOS 20% ARENA (FILLER)
MINA "LA COLORADA"	IV	Km 11+600 DESVIDER. 2000 MTS. CARR. NAUCALPAN-TOLUCA	ARENA Y FRAGMENTOS DE ROCA CRIBADOS	CRIBADO HASTA TAMAÑO MAXIMO 3"	MATERIAL PARA FILTRO	EMPLEO 100% SOLO
IZTAPALAPA D.F.	V	IZTAPALAPA D.F.	BASALTO	TRITURACION TOTAL	RIEGO DE SELLO	SE USARA SOLO



Observese en ésta fotografía, una zona del cuerpo derecho totalmente dañada que prácticamente ha llegado a su nivel de rechazo, con un índice de servicio actual (ISA) menor a 2.5, en éste sub-tramo, el tránsito de vehículos se vuelve lento e incómodo.

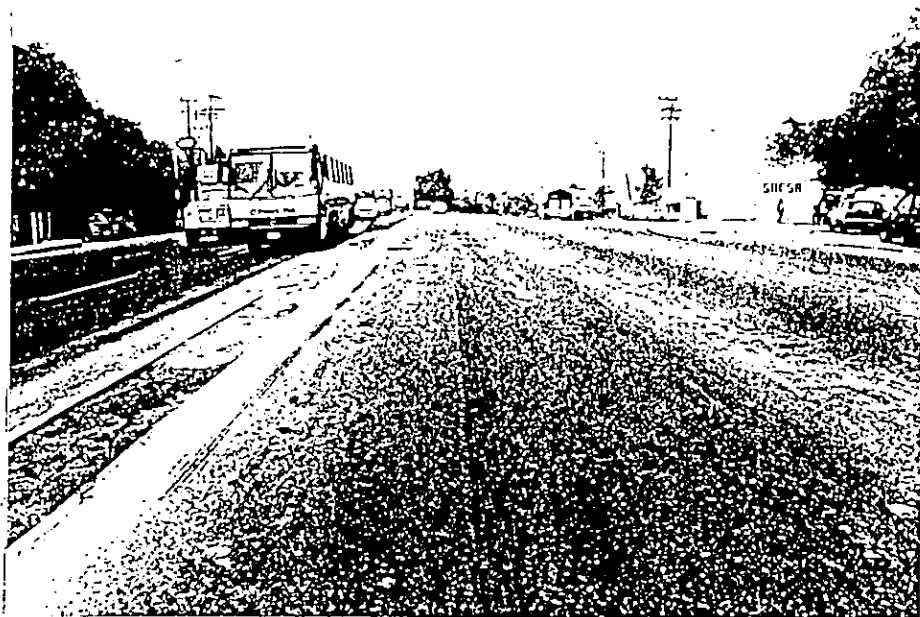




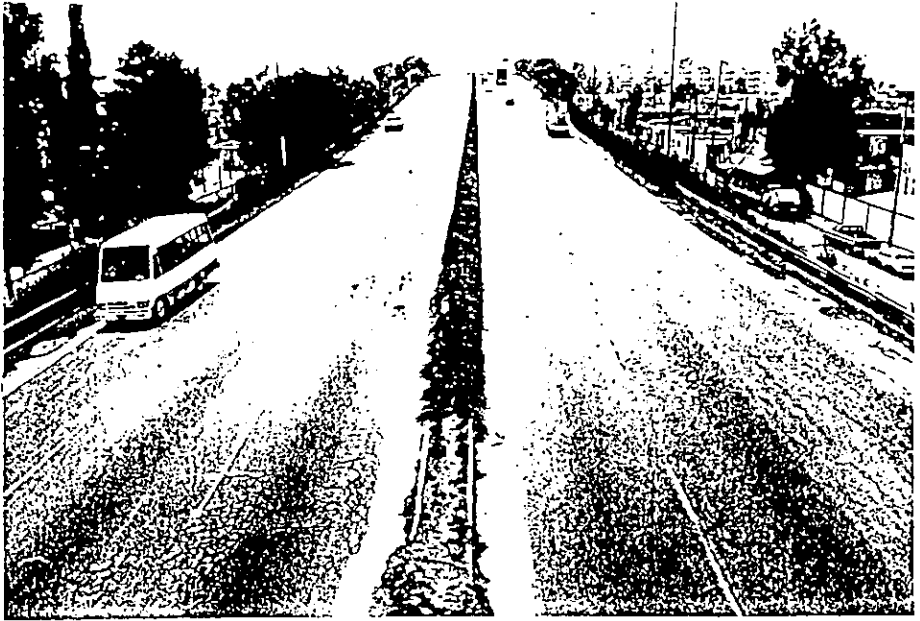
En la fotografía se observan zonas con agrietamiento en forma del tipo piel de cocodrilo en roderas (cuerpo izquierdo) y algunos baches en cuerpo derecho ocasionados por la desintegración de la carpeta asfáltica. Notese la intensidad del tránsito, así como su clasificación (alto porcentaje de vehículos de carga).



Observese en ésta fotografía una zona del cuerpo derecho a la altura del km. 0+200, se ve claramente que el pavimento se encuentra severamente dañado a todo lo ancho de la calzada, la carpeta se encuentra en proceso de DESINTEGRACION tal vez por el tránsito intenso ó el fin de la vida útil de la carpeta asfáltica.



La fotografía nos ilustra una zona dañada del cuerpo izquierdo a la altura del km. 0 + 200, nótese que el deterioro de la carpeta, básicamente es en las zonas de roderas, la anomalía está en la etapa cuando se inicia el desprendimiento de la carpeta asfáltica.



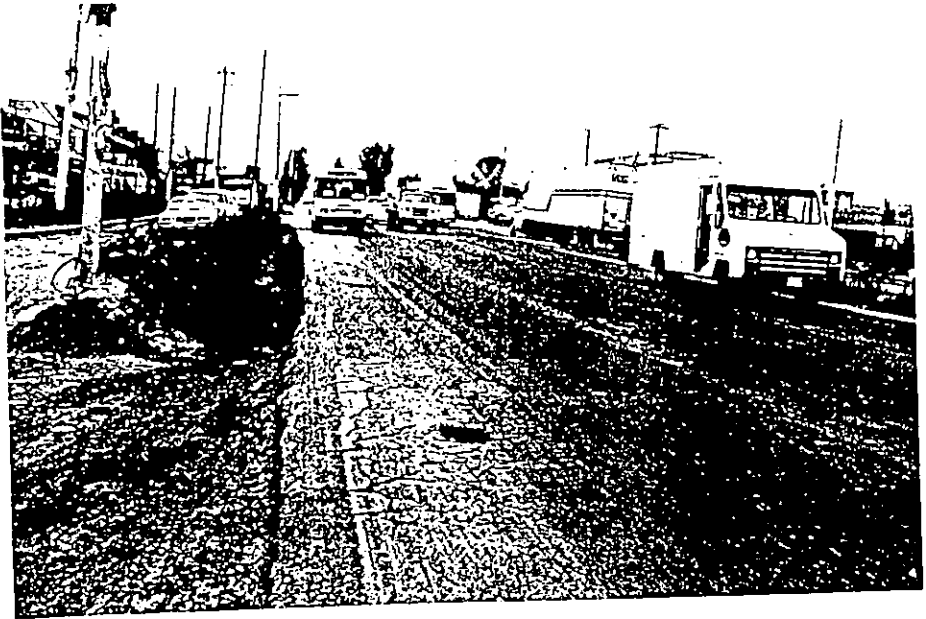
En la fotografía se ilustra claramente como el agrietamiento severo en forma del tipo piel de cocodrilo, se acentúa en las roderas de cada carril lo cual es típico de la intensidad del tránsito, observese como los acotamientos se encuentran invadidos por la maleza km. 2 + 800, ambos cuerpos.



La fotografía ilustra un sub-tramo a la altura del km. 3 + 500 del cuerpo derecho donde se aprecia todo el acotamiento con encharcamientos y basura acumulada lo que demuestra que las obras de drenaje superficial no están funcionando correctamente.



Notese en ésta fotografía (km. 3+900 cuerpo derecho) las roderas que se empiezan a formar en carril izquierdo y carril central, así como las protuberancias longitudinales en el carril exterior (desplazamiento de la carpeta) que pueden éstos daños ser causados también por las sobrecargas intensas, se puede apreciar el tránsito usuario de ésta vialidad.



En la fotografía se muestra un sub-tramo (km. 4 + 600 del cuerpo izquierdo) con zonas que presentan agrietamiento en forma del tipo piel de cocodrilo donde está iniciando la etapa donde la carpeta se desintegra porque ésta ha llegado al final de su vida útil y por la acción del tránsito intenso y pesado.



Apróximadamente en el km. 5+000, se observa un sub-tramo donde el agrietamiento en forma de mapa, esta ocasionando la desintegración de la carpeta a un cuando se ve claramente la intensidad de los trabajos de conservación superficiales.



## BIBLIOGRAFIA

YODER, E.J

Principles of Paviment Design.

John Wiley & Sons,

1956

RICO, A. y Del Castillo H.

La Ingeniería de Suelos en Vías Terrestres, Vol. II

Limusa

1978

JUAREZ, Badillo E. y Rico Rodríguez A.

Mecánica de Suelos

Tomos I, II.

México, 1975

KLYNINE and Judd

Principios de Geología y Geotecnia para Ingenieros

Omega

1972

DICKEY y Watts

Analytic Techniques in Urban and Regional Planning

Mc. Graw Hill

1980

LAURENCE I. Hewes and Clarkson H.

Ingeniería de Carreteras

John Wiley

1974

S.C.T. (Secretaría de Comunicaciones y Transportes)

Normas para Construcción e Instalaciones

Libro 3

México