



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN**

COORDINACION DE POSGRADO

**DICTAMEN GEOTECNICO DEL TRAMO CARRETERO: CAMINO AL MOLINO BLANCO KM 0+000 AL
3+260**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE ESPECIALIZACION EN GEOTECNIA

P R E S E N T A:

EDGAR SANTOS CANO

T U T O R:

ESPE. JORGE ALEJANDRO REBOLLEDO COSTES.

DOCENTE DE LA ESPECIALIZACION EN GEOTECNIA DE LA FES ACATLAN.

LUGAR:

SANTA CRUZ ACATLAN, NAUCALPAN EDO DE MEX A 18 DE MAYO DEL 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

INDICE

CAPITULO	TEMA	PAGINA
I	INTRODUCCION	5
1.1	Antecedentes.	6
1.2	Localización.	7
1.3	Clima y vegetación.	7
1.4	Hidrografía y Orografía.	8
1.5	Descripción del proyecto.	9
1.6	Objetivo principal.	10
II	EXPLORACION DIRECTA Y TRABAJOS DE CAMPO	
2.1	Marco geológico.	11
2.2	Geología regional.	14
2.3	Geología local.	14
2.4	Zonificación geotécnica	14
2.5	Levantamiento topográfico planimetrico.	17
2.6	Realización de muestreo por medio de PCA.	22
III	TRABAJOS DE LABORATORIO.	
3.1	Clasificación S.U.C.S. del suelo.	26
3.2	Pruebas índice.	26
3.3	Grado de compactación.	26
3.4	Perfil estratigráfico.	26
IV	DETERMINACION DEL GRADO DE DETERIORO DE LA CARPETA ASFALTICA.	
4.1	Fisuras y grietas por fatigamiento.	31
4.2	Fisuras y grietas en bloque.	32
4.3	Grietas de borde.	33
4.4	Parches deteriorados.	34
4.5	Baches en carpetas asfálticas y tratamientos superficiales.	35
4.6	Roderas.	36
4.7	Desgaste y pérdidas de agregados.	37
4.8	Piel de cocodrilo.	38
V	PROPUESTAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	
5.1	Método del instituto de ingeniería.	40
5.2	Método del V.R.S.	42

VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
6.1	Conclusiones y Recomendaciones.	45
6.2	Reporte fotográfico.	47
6.3	Anexos.	72
6.4	Bibliografía.	75

CAPITULO I

INTRODUCCION

INTRODUCCION.

El presente trabajo tiene la finalidad de dictaminar y proponer las medidas correctivas así como de reparación de un tramo carretero de poco más de 3 km de longitud y que es un acceso importante al municipio de Tepetlaoxtoc, Estado de México. La superficie de rodamiento está constituida por una carpeta de concreto asfáltico con un ancho total de calzada de 7.00 metros y con un buen sistema de drenaje lateral por medio de cunetas. La afectación de este tramo es considerada básicamente por la fatiga de la estructura, así como por falta de mantenimiento rutinario del camino e incluso por el incremento considerable del tránsito promedio anual actual, que con el que fue proyectado para su inicio. Finalmente se busca una estructura que pueda absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas actuales solicitadas por medio de un programa geotécnico de diseño de pavimentos.

Para llevar a cabo el objetivo planteado, este trabajo se dividió en 6 capítulos específicos. En el primer capítulo se hace una breve descripción de las condiciones de la zona donde se encuentra la obra, considerando los aspectos climáticos, los tipos de ecosistemas circundantes, la orografía así como la hidrografía y el objetivo principal de este estudio.

En el capítulo II se describe la exploración directa del subsuelo mediante la descripción del marco geológico, es decir, la provincia geológica a la que pertenece. Para realizar la caracterización geotécnica, se realizan levantamientos geológicos, para identificar rasgos particulares de la zona. Se realizan pozos a cielo abierto, para poder verificar la estructura del pavimento.

Con los datos obtenidos de campo, se llevan las muestras de suelo al laboratorio y se procede a clasificar el tipo de suelo, se determina el contenido de agua natural, el peso volumétrico, la densidad de sólidos y su composición granulométrica, así como sus propiedades mecánicas, porcentaje de compactación, con la finalidad de determinar un perfil estratigráfico de la estructura, cabe hacer mención que esta información conforma el capítulo III.

El capítulo IV se describe el grado de deterioro del pavimento asfáltico en base a las patologías que presenta esta estructura, clasificando y describiendo cada una de ellas, con todos sus parámetros de identificación, evaluación y los trabajos que se deben de realizar para mitigar los daños para que la estructura pueda brindar el servicio adecuado a los usuarios.

En el capítulo V, se lleva a cabo el cálculo de la estructura del pavimento mediante tres diferentes métodos, el primero es el Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM, el segundo por el Método del V.R.S.

Y por último en el capítulo VI se especifican las recomendaciones y las conclusiones, los reportes fotográficos, los anexos que complementan el presente trabajo así como también las referencias bibliográficas consultadas.

1.1. Antecedentes.

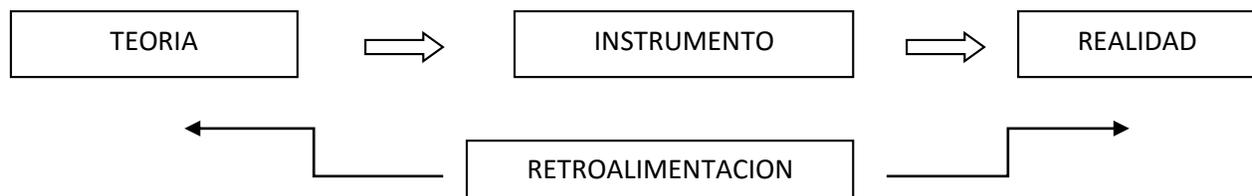
La construcción de carreteras así como su mantenimiento, es tema del cual nunca se tiene termino, ya que el constante paso de los vehículos la va deteriorando y si a esto le sumamos algunos otros factores como el aumento del tráfico, mayor al utilizado en su diseño, el deterioro del drenaje superficial el mantenimiento y la mala calidad de los materiales, son factores que nos van a determinar la vida útil de nuestra estructura vial.

Los componentes que se buscan en un estudio geotécnico, son muy similares, tanto en una edificación, como de una estructura vial.

Nº	COMPONENTE	PAVIMENTO	EDIFICACION
1	Solicitud de la carga.	TDPA	CM, CV, CS
2	Apoyo	Subrasante	Suelo de Apoyo
3	Ensayos para determinar el esfuerzo cortante.	VRS o CBR	Corte directo, triaxial, compresión simple.
4	Parámetros mecánicos	Nº de VRS	C, ϕ
5	Características físicas	LL, LP, W, Y	LL, LP, W, Y
6	Parámetro final requerido	Capas componentes	Cantidad de acero y concreto.

Tabla Nº 1 Componentes comparativos.

Para poder determinar estos parámetros y formular un método de reparación tiene que ver mucho la experiencia en campo de quienes están encargados de evaluar estos daños en los caminos y aunque ya se manejan varios métodos mecanicistas el método científico siempre nos va a ayudar a enfrentar el problema desde este punto de vista:



La comparación de las capas requeridas en un pavimento rígido y en uno flexible varía en forma significativa aun con el mismo esfuerzo y el mismo suelo de apoyo. Y lo que se refleja inmediatamente en el proceso constructivo y económico, así como en el mantenimiento rutinario del camino.

1.2. Localización

El municipio de Tepetlaoxtoc se localiza en el extremo oriental del valle de México y del estado, entre los paralelos 19°34' de latitud norte y los meridianos 98°49' de longitud oeste.

Limita al norte con los municipios de San Martín de las Pirámides y Otumba; al sur con Papalotla y Texcoco; al este con los estados de Tlaxcala y Puebla; al oeste con los municipios de Acolman y Chiautla. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 100 kilómetros.

La localización de la obra, está en la entrada del municipio, en el km 41 aproximadamente, por la carretera N° 136 Texcoco-Calpulalpan, cuenta con una extensión de 178.37 km² la cual representa el 0.82 %, del total del estado.

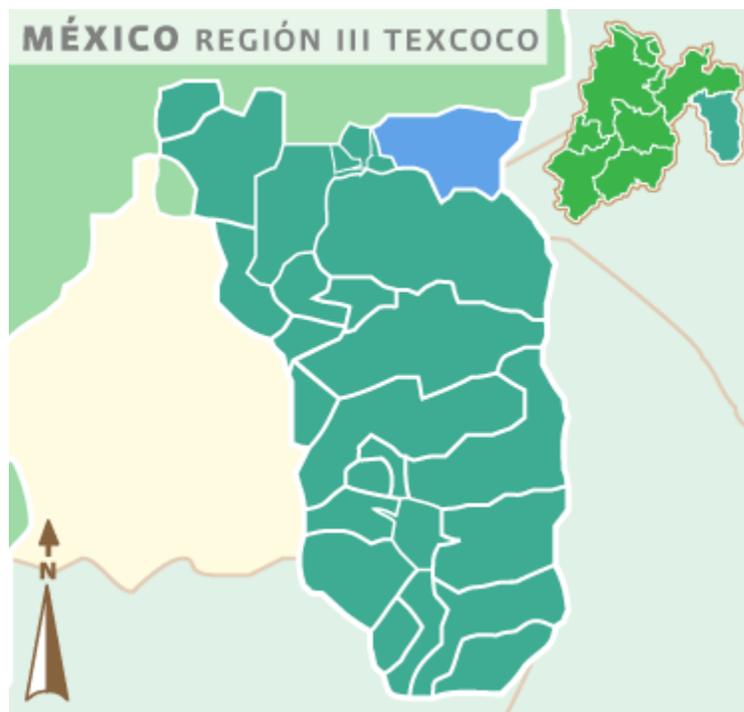


Fig. N° 1. Localización del municipio de Tepetlaoxtoc.

1.3. Clima y vegetación.

El clima que se presenta en esta zona, es considerado templado-subhúmedo, para zonas de lomeríos, con lluvias en verano. Con lluvias en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, alcanzando hasta 688 mm promedio; y la estación seca comprende desde el mes de octubre hasta el mes de mayo. Según la estación meteorológica de la Universidad Autónoma Chapingo, los fenómenos meteorológicos que más afectan al municipio, son las heladas y las granizadas, que se presentan durante los meses de septiembre-abril y junio-agosto respectivamente. La temperatura promedio es de 17° C.

La vegetación, ya no es la nativa, es un bosque inducido por arboles de la especie eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) y el pirul (*Schinus molle*) y por sembradío en terrazas, en el cauce del río, si hay vegetación nativa, como lo es el fresno (*Fraxinus uhdei*), aile (*Alnus acuminata*) y tepozán (*Buddleia cordata*). Existe una gran cantidad de pastizales zacatonal de la familia de las gramíneas (*Muhenbergia distans*), que cubren prácticamente todas las zonas de la ladera y que en épocas de incendios son los primeros en sucumbir.

1.4. Hidrografía y Orografía.

Las características de los ríos, que bajan de la sierra nevada son muy similares en cuanto a que algunos son perenes y muchos otros intermitentes, pero ambos, con escorrentía del orden torrencial en periodos de lluvia y con periodos de retorno de avenidas máximas del orden de entre 20 y 30 años. Los principales ríos que bajan de la sierra nevada, son: el río Xalapanco, Cozcacuaco, Texcoco, San Bernardino, Coatlinchan, desembocando directamente al canal colector, a la laguna Xalapanco y el lago Nabor Carrillo; o lo que era antes el antiguo lago de Texcoco. Y muchos otros más, que se forman más abajo por manantiales o tributarios de otros ríos, como el del partididor, que es tributario del Río Hondo-Tepetlaoxtoc-Papalotla, que es el río más cercano a la zona de estudio con apenas 500 metros en forma paralela al camino. Y al cual se le unen una gran cantidad de arroyos o barrancas intermitentes como: el acolco, xola, tepetlatenco, texcachica, xixiptl-xolalco, oxtotlapanco-xanco, ameyal, la carbonera-atlahuite-paso de ladrón y barranca del perro.

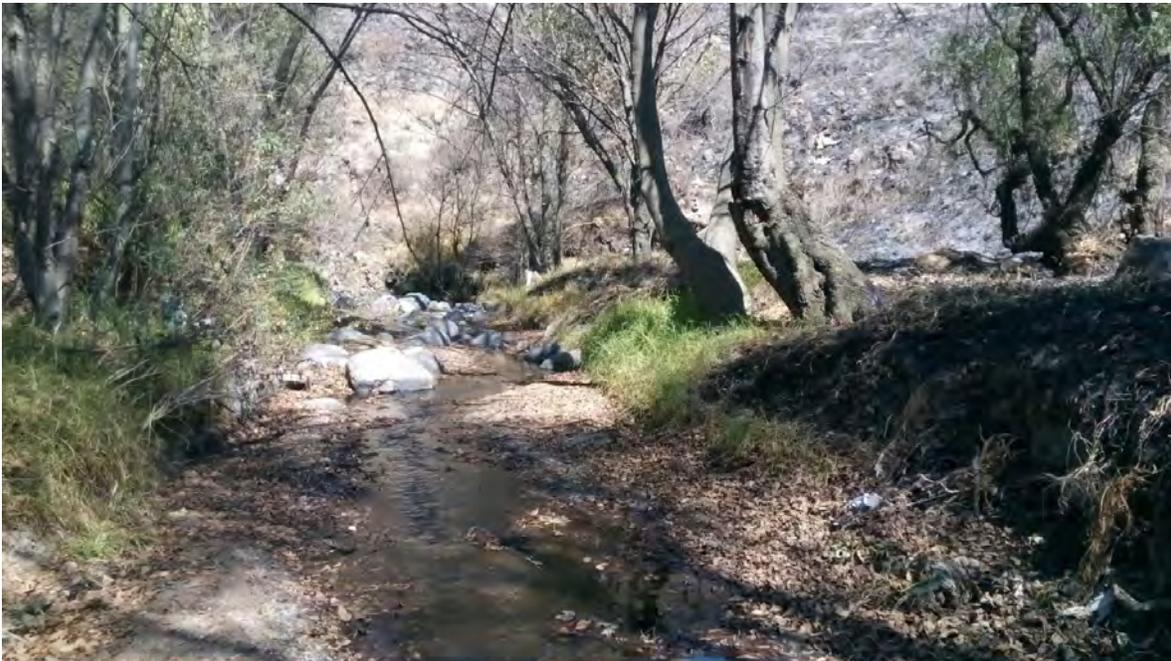


Foto N° 1. Cauce del Río Hondo-Tepetlaoxtoc-Papalotla que es paralelo al camino.

Orografía.

En la parte norte se localiza la Sierra Patlachique, sus cerros más elevados son: el Ocoyo, el Cuajio con 2,730 msnm; Metecatl con 2,730 msnm; Xoconoch 2,740 msnm; Azteca 2,690 msnm; Xoxoqui 2,700 msnm; Hueytepetl 2,600 msnm. En la parte occidental del municipio, se prolonga el norte de la Sierra Nevada entre los montes y cerros más elevados en msnm, son: Huilotepec 3,550; Tlamacas 3,340; Montecillo-el Organo 3,100; Huilo Chico 3090; Tepeyahualco 3000, entre otros. Entre montes, cerros y lomas hay más de 150 elevaciones.

1.5. Descripción del Proyecto.

La zona de estudio comprende un camino perteneciente a la red de carreteras alimentadoras de la SCT (tipoA2) ver tabla N° 3, y comunica a la comunidad de Tultecateopan con la cabecera municipal de Tepetlaoxtoc, así como de carácter intermunicipal ya que conecta al mismo tiempo a este municipio con el de Papalotla, Chiautla, Chiconcuac y Texcoco. En los últimos años, el TDPA se ha incrementado en forma significativa, ya que el desarrollo de esta zona, así como de otros municipios cercanos a crecido en forma constante en el sector industrial, principalmente con la extracción de agregados pétreos para la construcción del nuevo aeropuerto de la ciudad de México, como en el comercio, ganadería y poblacional. El tránsito vehicular, es constante en la mayor parte del aforo, esto se pudo apreciar durante el periodo que se realizaron los trabajos correspondientes. El trazo de la carretera inicia, en la entrada del municipio con el km 0+000 y se va hasta el 3+260 con una sección promedio de 7.0 metros de ancho de calzada y con cunetas en ambos lados, con una pendiente transversal del 2 % y un desnivel total de 75 metros. Por lo que presenta un buen drenaje superficial.

Sección Transversal Tipo:

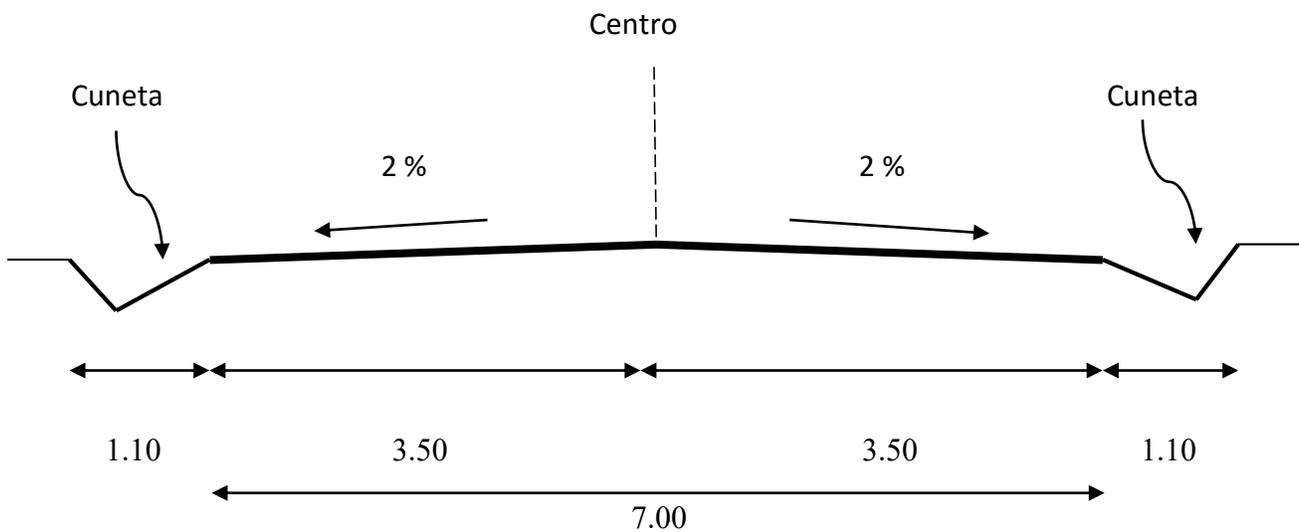


Figura N° 2 Sección tipo



Foto N° 2. Ubicación del tramo del 0+000 al 3+260

1.6. Objetivo del Trabajo.

Determinar los parámetros de diseño y de mantenimiento correctivo y preventivo, mediante un análisis racional, basado en el procesamiento de información recopilada en diferentes evaluaciones de campo y de gabinete.

CAPITULO II

EXPLORACION DIRECTA Y TRABAJOS DE CAMPO.

II EXPLORACION DIRECTA Y TRABAJOS DE CAMPO.

2.1 Marco geológico.

La cuenca hidrológica de México permaneció abierta hasta hace 700,000 años, cuando la gran actividad volcánica formó una enorme cortina natural: la sierra del Chichinautzin, que cerró la cuenca (Mosser, 1963) y obstruyó el drenaje hacia el río Balsas. Por esta razón, se almacenó agua y dio origen a varios lagos. Los ríos que descendían de las sierras circundantes, depositaron en potentes conos de deyección, materiales muy diversos al confluir a dichos lagos. La parte central de la cuenca se fue llenando con acarros limo-arenosos, limo-arcillosos y emisiones de ceniza volcánica y material pumítico provenientes de los volcanes del sur. Al pie de las sierras y por el brusco cambio de pendiente de los ríos se localizan grandes depósitos aluviales de composición muy variable y estratificación cruzada o lenticular, evidencia de una dinámica erosiva, debido a periodos de lluvia intensa. Las características de los ríos que bajan de la sierra Nevada, son muy similares, en cuanto a que algunos son perenes y muchos otros intermitentes, pero ambos, con escorrentía del orden torrencial en periodos de lluvia y con periodos de retorno de avenidas máximas del orden de entre 20 y 30 años. Los principales ríos que bajan de la sierra Nevada son el río Xalapanco, Cozacuaco, Texcoco, San Bernardino, Coatlinchan, desembocando directamente al canal colector, a la laguna Xalapango y el lago Nabor Carrillo; o lo que era antes el antiguo lago de Texcoco. Y muchos otros más que se forman más abajo por manantiales o tributarios de otros ríos, como el del partidador, que es tributario del Río Hondo que es el río más cercano a la zona de estudio con apenas 500 metros en forma paralela al camino.

2.2. Geología regional

De acuerdo con la descripción de la carta geológica, del Servicio Geológico Mexicano tenemos lo siguiente:

La zona está rodeada prácticamente por QptLh-TA2 que corresponde a Lahar-toba andesítica del cuaternario, son suelos muy duros, conocidos como tepetates con afloramientos esporádicos de Tm(?)Rd = Riodacita del terciario neógeno, como flujos de lava hacia el oriente y poniente a 20°, por la parte más al norte, tenemos la presencia de andesita-basalto o Qpta-B5, aparentemente no se detectaron superficialmente ningún tipo de discontinuidades o fallas cercanas a la zona de estudio.

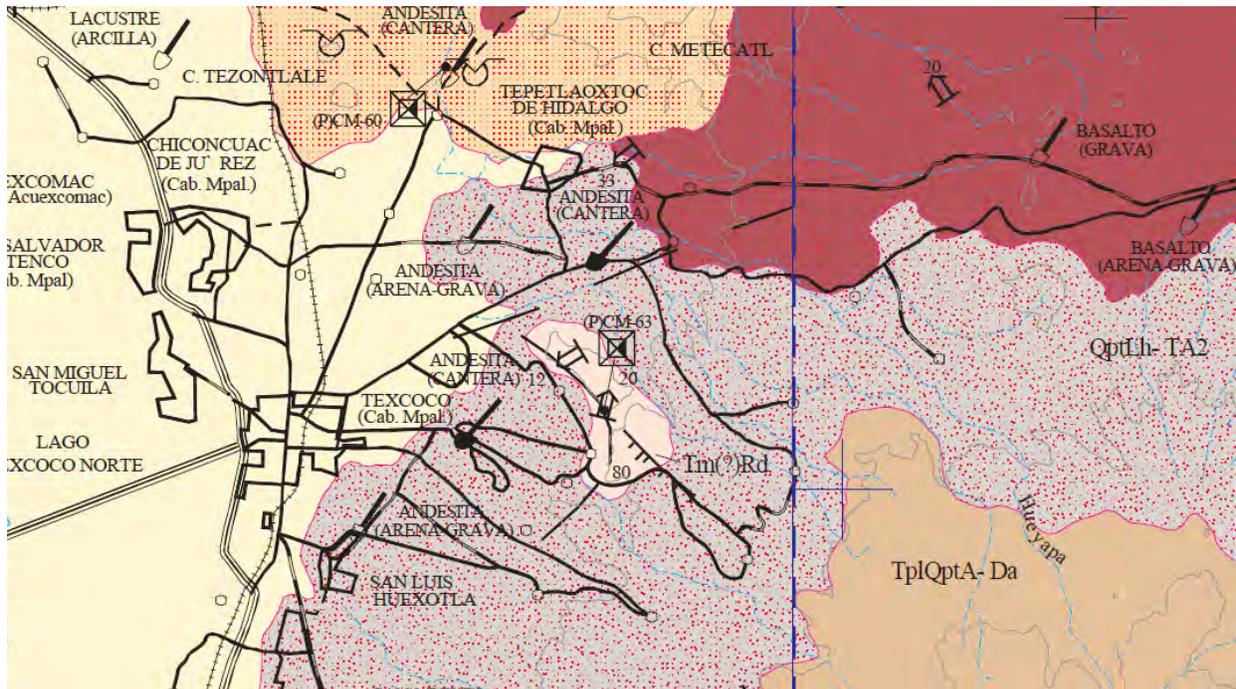


Fig. 3. Carta geológica de la zona de estudio.

Las laderas son muy estables, formadas por lahar muy consolidado y duro, dispuesto en capas alternadas con arenas-tobas-gravas, que finalmente, estas han sido explotadas, desde hace mucho tiempo, como minas de agregados pétreos y materiales para la construcción y relleno.

En el campo volcánico de la Sierra Nevada, se encuentran los volcanes Telapón, Iztaccihuatl y Popocatepetl. Están representadas por la formación Tlálóc. (Tm(?)Rd y TplQptA-Da, que es un conjunto de derrames riodacíticos, expuestos en la sierra de Río Frio, están interdigitadas con sedimentos y tobas de la formación Tarango. Se considera que esta sierra, se formó en el mioceno tardío o pleistoceno temprano.

COLUMNA GEOLÓGICA

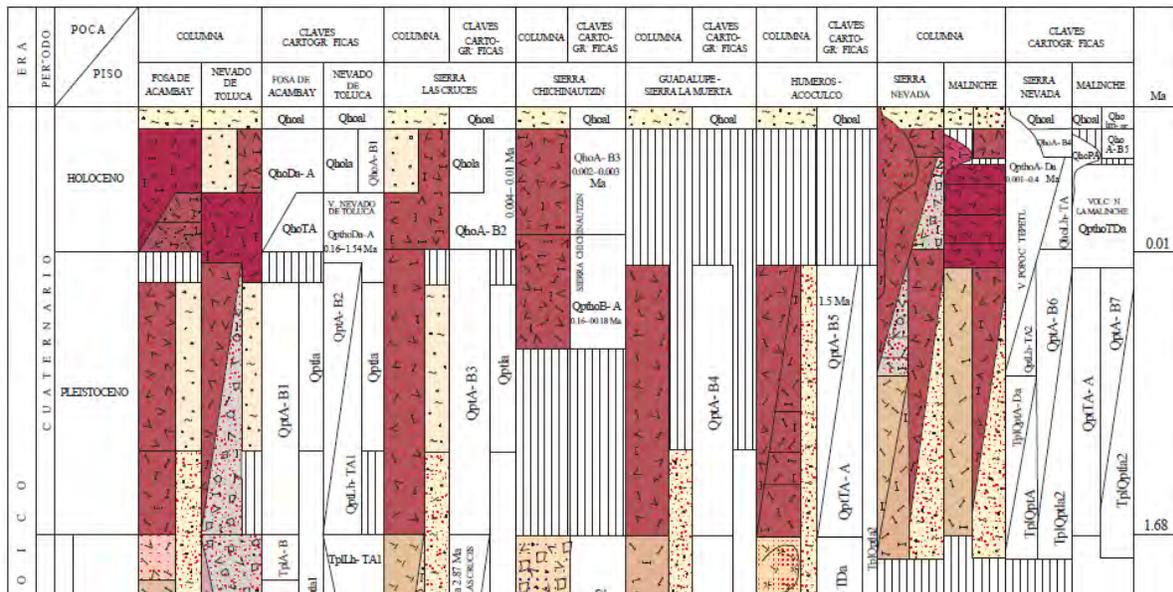


Fig. N° 4 Columna Geológica.

Esta columna geológica nos describe gráficamente las formaciones que constituyen el Valle de México y nos da un panorama general, de lo que se puede encontrar, al momento de realizar los sondeos correspondientes a la exploración del subsuelo.

2.3. Geología local.

Existen unas minas de agregados pétreos muy cerca de la obra, lo que nos permite observar ampliamente la columna estratigráfica. Tiene una amplitud de aproximadamente, 90 m de paredes verticales y con depósitos de tobas de ceniza volcánica (tepetate), en la base se encuentran estratos alternos en capas, la primer capa de hasta 0.80 m de terreno vegetal, después una costra de ceniza volcánica muy dura de 1.00 m, la siguiente es una capa de toba de 4 metros de espesor con presencia de boleo, la siguiente capa de aproximadamente 30-40 metros con basalto intercalado y por ultimo una capa de arena pumítica de color grisáceo y rosa. Este tipo de estratificación, corresponde a la formación Tarango (Mosser 1963), cruza de oriente a poniente la cuenca, y es la principal proveedora de agregados pétreos utilizados para la construcción.

2.4. Zonificación geotécnica.

Según el reglamento de construcción del D.F de los artículos y normas técnicas complementarias se considera dividido en las sub-zonas I, II y III dependiendo el tipo de suelo.

Zona I. Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona es frecuente la presencia

de oquedades en rocas, de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arenas y rellenos no controlados.



Foto N° 3. Perfil estratigráfico de las minas a 200 metros del tramo.



Foto N° 4. Costra superficial después de la capa vegetal.



Foto N° 5. Conglomerado que se encuentra aparentemente muy bien cementado.

El fondo del cauce es sobre roca aparentemente impermeable y cubierta por arena blanca con características de una gran concentración de sílice y material pumítico.



Foto N° 6. Arena de sílice al fondo del cauce del río.

2.5. Levantamiento topográfico.

Se llevó a cabo un levantamiento planimétrico colocando a cada 20 metros el kilometraje, y en donde también se midieron los anchos de la sección transversal para poder cuantificar el área total con respecto al área afectada y ubicar perfectamente con cadenamientos los problemas que presente la superficie de rodamiento.

Con estas mediciones se pudo determinar una sección tipo:

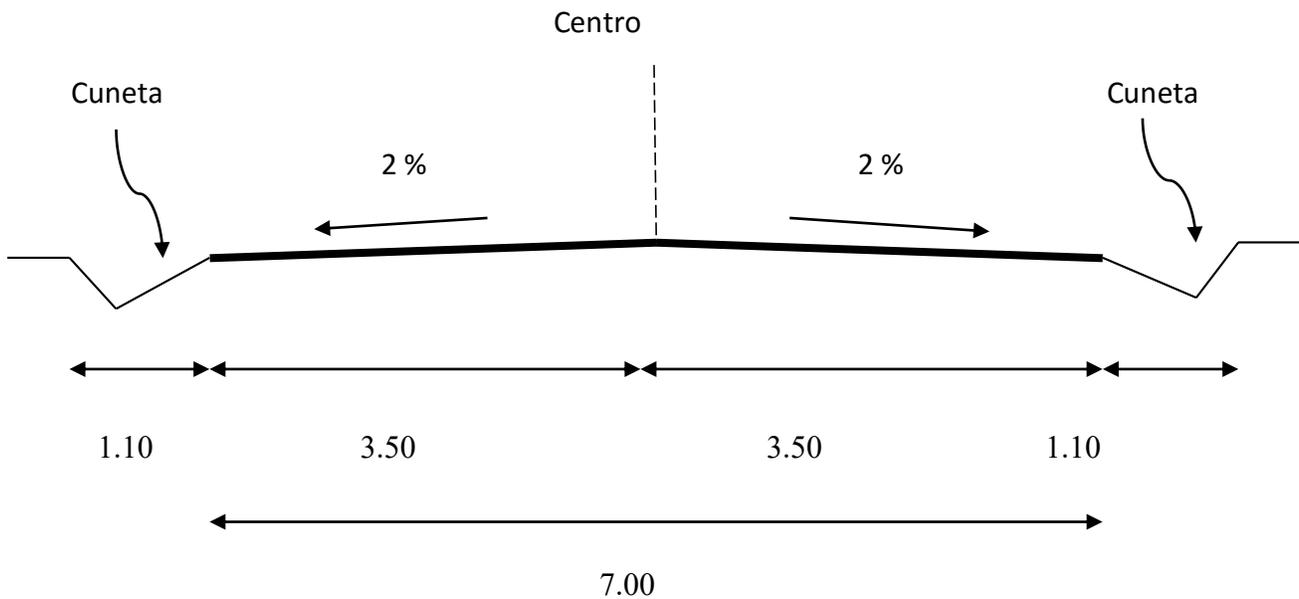


Fig. N° 5 Sección tipo.

Como se puede apreciar en el levantamiento realizado, esta sección varia, y a continuación se presentan los resultados en la tabla N° 3 donde nos indica el cadenamiento, el ancho promedio así como el área total y el área afectada.

Levantamiento Planimétrico.

KILOMETRO (Km)	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ANCHO PROMEDIO	AREA (M ²)	AREA AFECTADA
0+000		7.00			
0+020	20.00	6.80	6.90	138.00	138.00
0+040	20.00	7.10	6.95	139.00	139.00
0+060	20.00	7.10	7.10	142.00	142.00
0+080	20.00	6.90	7.00	140.00	140.00
0+100	20.00	6.80	6.85	137.00	137.00
0+120	20.00	6.80	6.80	136.00	136.00
0+140	20.00	7.00	6.90	138.00	138.00
0+160	20.00	6.90	6.95	139.00	139.00
0+180	20.00	7.10	7.00	140.00	140.00
0+200	20.00	7.10	7.10	142.00	142.00
0+220	20.00	7.00	7.05	141.00	141.00
0+240	20.00	6.90	6.95	139.00	139.00
0+260	20.00	7.60	7.25	145.00	145.00
0+280	20.00	7.10	7.35	147.00	147.00
0+300	20.00	7.00	7.05	141.00	141.00
0+320	20.00	6.80	6.90	138.00	138.00
0+340	20.00	6.80	6.80	136.00	136.00
0+360	20.00	6.80	6.80	136.00	136.00
0+380	20.00	7.00	6.90	138.00	138.00
0+400	20.00	7.20	7.10	142.00	142.00
0+420	20.00	6.80	7.00	140.00	140.00
0+440	20.00	6.80	6.80	136.00	136.00
0+460	20.00	6.90	6.85	137.00	137.00
0+480	20.00	7.00	6.95	139.00	139.00
0+500	20.00	7.10	7.05	141.00	141.00
0+520	20.00	6.60	6.85	137.00	137.00
0+540	20.00	6.90	6.75	135.00	135.00
0+560	20.00	6.30	6.60	132.00	132.00
0+580	20.00	6.60	6.45	129.00	129.00
0+600	20.00	6.70	6.65	133.00	133.00
0+620	20.00	6.90	6.80	136.00	136.00
0+640	20.00	6.90	6.90	138.00	138.00
0+660	20.00	7.00	6.95	139.00	139.00
0+680	20.00	7.10	7.05	141.00	141.00
0+700	20.00	7.20	7.15	143.00	143.00
0+720	20.00	7.80	7.50	150.00	150.00
0+740	20.00	7.10	7.45	149.00	149.00
0+760	20.00	7.00	7.05	141.00	141.00

Levantamiento Planimétrico.

KILOMETRO (Km)	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ANCHO PROMEDIO	AREA (M ²)	AREA AFECTADA
0+780	20.00	7.10	7.05	141.00	141.00
0+800	20.00	7.00	7.05	141.00	141.00
0+820	20.00	7.10	7.05	141.00	141.00
0+840	20.00	7.10	7.10	142.00	142.00
0+860	20.00	7.00	7.05	141.00	141.00
0+880	20.00	7.00	7.00	140.00	140.00
0+900	20.00	6.90	6.95	139.00	139.00
0+920	20.00	7.10	7.00	140.00	140.00
0+940	20.00	7.00	7.05	141.00	141.00
0+960	20.00	7.20	7.10	142.00	142.00
0+980	20.00	7.00	7.10	142.00	142.00
1+000	20.00	7.00	7.00	140.00	140.00
1+020	20.00	7.00	7.00	140.00	140.00
1+040	20.00	7.00	7.00	140.00	140.00
1+060	20.00	6.90	6.95	139.00	139.00
1+080	20.00	6.90	6.90	138.00	138.00
1+100	20.00	6.80	6.85	137.00	137.00
1+120	20.00	6.90	6.85	137.00	137.00
1+140	20.00	6.90	6.90	138.00	138.00
1+160	20.00	7.00	6.95	139.00	139.00
1+180	20.00	7.20	7.10	142.00	142.00
1+200	20.00	7.00	7.10	142.00	142.00
1+220	20.00	7.00	7.00	140.00	140.00
1+240	20.00	7.20	7.10	142.00	142.00
1+260	20.00	7.10	7.15	143.00	143.00
1+280	20.00	7.10	7.10	142.00	142.00
1+300	20.00	7.20	7.15	143.00	143.00
1+320	20.00	7.20	7.20	144.00	144.00
1+340	20.00	7.10	7.15	143.00	143.00
1+360	20.00	7.10	7.10	142.00	142.00
1+380	20.00	7.10	7.10	142.00	142.00
1+400	20.00	6.80	6.95	139.00	139.00
1+420	20.00	6.90	6.85	137.00	137.00
1+440	20.00	7.00	6.95	139.00	139.00
1+460	20.00	7.00	7.00	140.00	140.00
1+480	20.00	7.00	7.00	140.00	140.00
1+500	20.00	7.00	7.00	140.00	140.00
1+520	20.00	7.00	7.00	140.00	140.00
1+540	20.00	7.30	7.15	143.00	143.00

DICTAMEN GEOTECNICO DEL TRAMO CARRETERO: CAMINO AL MOLINO BLANCO KM 0+000 AL 3+260**ESPECIALIDAD EN GEOTECNIA FES ACATLAN UNAM.**

KILOMETRO (Km)	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ANCHO PROMEDIO	AREA (M²)	AREA AFECTADA
1+560	20.00	6.50	6.90	138.00	138.00
1+580	20.00	6.90	6.70	134.00	134.00
1+600	20.00	6.90	6.90	138.00	138.00
1+620	20.00	7.10	7.00	140.00	140.00
1+640	20.00	6.90	7.00	140.00	140.00
1+660	20.00	7.10	7.00	140.00	140.00
1+680	20.00	7.00	7.05	141.00	141.00
1+700	20.00	6.90	6.95	139.00	139.00
1+720	20.00	6.80	6.85	137.00	137.00
1+740	20.00	6.90	6.85	137.00	137.00
1+760	20.00	6.70	6.80	136.00	136.00
1+780	20.00	6.80	6.75	135.00	135.00
1+800	20.00	6.90	6.85	137.00	137.00
1+820	20.00	7.00	6.95	139.00	139.00
1+840	20.00	6.80	6.90	138.00	138.00
1+860	20.00	6.90	6.85	137.00	137.00
1+880	20.00	6.80	6.85	137.00	137.00
1+900	20.00	6.60	6.70	134.00	134.00
1+920	20.00	6.50	6.55	131.00	131.00
1+940	20.00	6.40	6.45	129.00	129.00
1+960	20.00	6.40	6.40	128.00	128.00
1+980	20.00	6.50	6.45	129.00	129.00
2+000	20.00	6.90	6.70	134.00	134.00
2+020	20.00	6.50	6.70	134.00	134.00
2+040	20.00	6.50	6.50	130.00	130.00
2+060	20.00	6.80	6.65	133.00	133.00
2+080	20.00	6.90	6.85	137.00	137.00
2+100	20.00	6.80	6.85	137.00	137.00
2+120	20.00	6.80	6.80	136.00	136.00
2+140	20.00	6.70	6.75	135.00	135.00
2+160	20.00	6.90	6.80	136.00	136.00
2+180	20.00	6.80	6.85	137.00	137.00
2+200	20.00	6.90	6.85	137.00	137.00
2+220	20.00	6.80	6.85	137.00	137.00
2+240	20.00	7.50	7.15	143.00	143.00
2+260	20.00	7.20	7.35	147.00	147.00
2+280	20.00	7.20	7.20	144.00	144.00
2+300	20.00	7.00	7.10	142.00	142.00
2+320	20.00	7.10	7.05	141.00	141.00
2+340	20.00	7.30	7.20	144.00	144.00
2+360	20.00	7.20	7.25	145.00	145.00

DICTAMEN GEOTECNICO DEL TRAMO CARRETERO: CAMINO AL MOLINO BLANCO KM 0+000 AL 3+260**ESPECIALIDAD EN GEOTECNIA FES ACATLAN UNAM.**

KILOMETRO (Km)	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	ANCHO PROMEDIO	AREA (M²)	AREA AFECTADA
2+380	20.00	7.80	7.50	150.00	150.00
2+400	20.00	7.60	7.70	154.00	154.00
2+420	20.00	7.80	7.70	154.00	154.00
2+440	20.00	7.70	7.75	155.00	155.00
2+460	20.00	8.30	8.00	160.00	160.00
2+480	20.00	8.10	8.20	164.00	164.00
2+500	20.00	8.30	8.20	164.00	164.00
2+520	20.00	9.20	8.75	175.00	175.00
2+540	20.00	9.50	9.35	187.00	187.00
2+560	20.00	9.00	9.25	185.00	185.00
2+580	20.00	10.00	9.50	190.00	190.00
2+600	20.00	10.50	10.25	205.00	205.00
2+620	20.00	10.50	10.50	210.00	210.00
2+640	20.00	10.50	10.50	210.00	210.00
2+660	20.00	10.50	10.50	210.00	210.00
2+680	20.00	10.50	10.50	210.00	210.00
2+700	20.00	11.20	10.85	217.00	217.00
2+720	20.00	11.20	11.20	224.00	
2+740	20.00	10.60	10.90	218.00	
2+760	20.00	11.90	11.25	225.00	
2+780	20.00	11.40	11.65	233.00	
2+800	20.00	11.20	11.30	226.00	
2+820	20.00	11.00	11.10	222.00	
2+840	20.00	11.00	11.00	220.00	
2+860	20.00	11.00	11.00	220.00	
2+880	20.00	11.10	11.05	221.00	
2+900	20.00	11.00	11.05	221.00	
2+920	20.00	11.10	11.05	221.00	
2+940	20.00	12.20	11.65	233.00	
2+960	20.00	12.20	12.20	244.00	
2+980	20.00	12.20	12.20	244.00	
3+000	20.00	12.60	12.40	248.00	
3+020	20.00	11.10	11.85	237.00	
3+040	20.00	11.30	11.20	224.00	
3+060	20.00	11.20	11.25	225.00	
3+080	20.00	11.10	11.15	223.00	
3+100	20.00	11.00	11.05	221.00	
3+120	20.00	11.00	11.00	220.00	
3+140	20.00	10.90	10.95	219.00	
3+160	20.00	10.80	10.85	217.00	
3+180	20.00	10.80	10.80	216.00	
3+200	20.00	10.70	10.75	215.00	
3+220	20.00	10.70	10.70	214.00	

3+240	20.00	10.55	10.63	212.50	
3+260	20.00	10.50	10.53	210.50	

Tabla N° 2.- Levantamiento Planimetrico

2.6. Realización de los muestreos. (PCA).

Se determinaron los lugares de los muestreos a cada 500 metros como lo establece las normas vigentes SCT el criterio fue tomado para realizarlos en la parte izquierda y derecha, al centro no se realizó ningún muestreo para evitar algún accidente posterior a la apertura de la caja, para realizar el muestreo se llevó a cabo cortes de la carpeta con disco de diamante de sección de 0.60 X 0.60 metros y posteriormente se realizó la cala para determinar el grado de compactación extrayendo el material para llevarlo a analizar al laboratorio y determinar sus características físicas y mecánicas.

Se realizó el muestreo del material que formara la capa de base y a su vez la estructura del pavimento.

Tabla de muestreos

N° de Muestra	Lugar	Lado	Capa
1	0+300	Izquierdo	Base
2	0+800	Derecho	Base
3	1+300	Izquierdo	Base
4	1+895	Derecho	Base
5	2+500	izquierdo	Base

Tabla N° 3 Tabla de Muestreos.



Foto N° 7.- Corte del pavimento en el km 2+500 PCA N° 2



Foto N° 8.- Sondeo de caja de 0.60X0.60 en el km 0+800 PCA N° 2



Foto N° 9.- Determinación del grado de compactación en el km 0+800. PCA N° 2

Las calas para determinar el grado de compactación se realizaron en el mismo lugar antes descrito, una vez que se retiró la carpeta se realizó el sondeo y posteriormente el vaciado del material que forma la capa de base,(Tobas). En estas calas se pudo determinar el espesor de la capa de base y conocer el tipo de suelo de sustentación o terreno natural.

Por último, se llevaron a cabo recorridos en el tramo de estudio, para poder identificar las patologías presentadas en la superficie de rodamiento.

CAPITULO III

TRABAJOS DE LABORATORIO

III TRABAJOS DE LABORATORIO.

3.1 Clasificación S.U.C.S. del suelo.

Las muestras que se tomaron fueron llevadas al laboratorio donde se analizaron para poder determinar sus características e índices con resultados que se citan a continuación en la tabla de resultados de laboratorio.

TABLA DE RESULTADOS DE LABORATORIO

N° Muestra	Granulometría			Límites				E.A %	V.R.S %	Exp. %	Clasificación S.U.C.S.
	Pasa 4.75 mm	Pasa 0.425 mm	Pasa 0.075 mm	LL	LP	IP	CL				
1	57	41	20	36	32	4.0	4.0	19.5	58.8	0.40	GM-GC
2	52	39	21	32	30	3.8	3.9	18.0	55.8	0.39	GM-GC
3	51	39	21	30	30	3.5	3.3	18.7	60.0	0.43	GM-GC
4	50	40	20	38	31	4.0	4.0	17.5	55.0	0.46	GM-GC
5	55	37	18	35	31	4.2	3.9	19.3	55.2	0.41	GM-GC

Tabla N° 4.- Resultados de Laboratorio.

3.2 Pruebas Índice.

Las características del material de la base, es una mezcla de gravas y arenas limosas- arcillosas mal graduada con un equivalente de arena del 19.5 %, considerado bajo para la función que desempeña en la estructura del pavimento, por otro lado, la granulometría se encuentra ubicada y con características de una sub-base de acuerdo a las normas vigentes SCT, pero que finalmente cumple su cometido que es de transmitir los esfuerzos al terreno natural. Los parámetros de los límites nos demuestran que se encuentran entre un suelo limoso-arcilloso ya que al tacto se siente muy ligeramente la abrasión de la arena, la contracción lineal es significativa y debe de tomarse en cuenta, por último el VRS, que está dentro de lo permisible para ser considerada como sub-base.

3.3 Grado de Compactación.

El grado de compactación se determinó en los mismos lugares donde se realizaron los PCA, después de retirar la carpeta se realizó la cala para determinar el porcentaje de compactación, y posteriormente se extrajo el material para realizar las pruebas correspondientes para la determinación del máximo, pesos volumétricos, determinación de la humedad así como poder ver la estratigrafía hasta la capa del terreno natural.

INFORME DE COMPACTACIONES DE LA CAPA DE BASE

OBRA: REENCARPETAMIENTO DEL CAMINO MOLINO BLANCO						CAPA ENSAYADA: BASE		
LOCALIZACION: 0+000 AL 3+260						FECHA DE RECIBO:		
REPORTE DE CAMPO N° 127						COMPACTACION: SI		
GRADO DE COMPACTACION MINIMO ESPECIFICADO EN CAPAS ENSAYADAS:						95 % DE SU PVS		
ESTACION	LADO	ESPESOR DE LA CAPA ENSAYADA (CM)	ESPESOR DE PROYECTO (CM)	HUMEDAD %		PESO ESPECIFICO SECO (KG/M ³)		% DE COMPACTACION
				DEL LUGAR	OPTIMA	DEL LUGAR	MAXIMO	
0+300	Izq.	14.00	20.00	22.0	18.5	1801	1794	100.00
0+800	Der.	12.00	20.00	21.0	18.5	1762	1794	98.21
1+300	Izq.	20.00	20.00	11.0	18.5	1793	1794	99.94
1+895	Der.	26.00	20.00	8.0	18.5	1831	1794	100.00
2+500	Izq.	23.00	20.00	14.0	18.5	1732	1794	95.54
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES								
CON ESTOS RESULTADOS OBTENIDOS PODEMOS APRECIAR QUE EL PORCENTAJE DE COMPACTACION ESTA POR ARRIBADE LO REQUERIDO TODA VEZ QUE EL MATERIAL ESTA TOTALMENTE CONSOLIDADO.								
EL LABORATORISTA			JEFE DEL LABORATORIO			Vo.Bo.		
ISAI BOJORQUEZ ELIZALDE			ING. EDGAR SANTOS CANO			ING. EDGAR SANTOS CANO		

3.4 Perfil Estratigráfico.

Los espesores de esta capa de base se determinaron con la apertura de los sondeos y también se realizaron mediciones en los espesores de carpeta y muestras para poder hacer un lavado y determinar el porcentaje de asfalto contenido en la carpeta existente.

KILOMETRO	ESPEJOR DE BASE (CM)	ESPEJOR DE CARPETA (CM)	CONTENIDO DE ASFALTO (%)	N° DE MUESTRA
0+300	14.00	4.5	5.38	1
0+800	12.00	5.0	5.11	2
1+300	20.00	4.2	5.03	3
1+895	26.00	5.0	7.03	4
2+500	23.00	6.0	7.10	5

Tabla N° 5.- Espesores de la estructura del Pavimento.

CAPITULO IV

DETERMINACION DEL DETERIORO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO

4.1 Determinación del deterioro de la superficie de rodamiento.

Para poder medir el grado de deterioro tanto en los pavimentos flexibles como rígidos son procedimientos y técnicas basadas principalmente en la observación del comportamiento de las características físicas y funcionales de los pavimentos y a la acción que se ejercen sobre ellos como el tránsito vehicular y las variaciones climatológicas.

Un pavimento flexible es una estructura que comprende varias capas entre la subrasante y la superficie de rodamiento y la cual está construida por materiales adecuados y cuya función principal es permitir el rodamiento de vehículos por una vía o área de circulación de forma rápida, cómoda y segura para los usuarios. Debe de ser resistente a la acción de tránsito a los efectos del clima y transmitir hasta la subrasante los esfuerzos producidos por las cargas. Con magnitudes inferiores a la capacidad de soporte del suelo de apoyo. El pavimento flexible es un sistema tricapa cuya capa superior es de concreto asfáltico, compuesto de un ligante, usualmente asfalto y agregados pétreos; material granular y suelo. Este tipo de pavimento se llama flexible porque al ser sometido a una carga sufre una deformación y recuperación deseada al cesar la carga, completamente elástica.

La estructura del pavimento. La subrasante es la capa que está constituida por el suelo de sustentación y puede ser producto de corte o relleno o una combinación de ambos. La subbase es la primera capa de la estructura del pavimento y permite la construcción de las capas subsecuentes. En esta capa se presenta una disipación parcial de los esfuerzos. Tiene la capacidad de absorber algunos cambios de volumen de la subrasante y puede sustituir económicamente parte de la base. La base es la capa que se construye sobre la subbase y en su construcción se emplean materiales de mejor calidad y con mejores especificaciones de construcción. Su importancia radica en su capacidad estructural y de protección al resto del pavimento.

IV. DETERMINACION DEL GRADO DE DETERIORO EN LA CARPETA ASFALTICA

<p>DETERIORO:</p>	<p>4.2. FISURAS Y GRIETAS POR FATIGAMIENTO</p>
<p>DESCRIPCION:</p>	<p>Son una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente ubicadas en zonas donde hay repeticiones de carga. Estas fisuras tienden a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de cargas</p>
<p>IMAGEN:</p>	
<p>UBICACIÓN:</p>	<p>DESDE EL 0+000 AL 2+700</p>
<p>EVALUACION:</p>	<p>LIGERO MENOR DEL 10 % DEL 10 % AL 50 % SE CONSIDERA MEDIO MAS DEL 50 % ES CONSIDERADO COMO FUERTE SE CONSIDERA FUERTE.</p>
<p>TIPO DE MANTENIMIENTO</p>	<p>Calafateo con cemento asfáltico.</p>
<p>POSIBLES CAUSAS</p>	<p>Las causas más frecuentes de la falla por fatiga de la estructura es debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Espesores de la estructura insuficientes. ➤ Deformación de la subrasante rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de carga por envejecimiento del asfalto. ➤ Problemas de drenaje. ➤ Compactación deficiente en las capas de la estructura.

DETERIORO:	4.3. FISURAS Y GRIETAS EN BLOQUE
DESCRIPCION:	En este tipo de falla la superficie del asfalto se divide en bloques de forma más o menos rectangular y en zonas donde no se presentan cargas, evolucionando posteriormente hasta convertirse en piel de cocodrilo debido al tránsito vehicular.
IMAGEN:	
UBICACIÓN:	DESDE EL 0+000 AL 2+700
EVALUACION:	LIGERO MENOR DEL 10 % DEL 10 % AL 50 % SE CONSIDERA MEDIO MAS DEL 50 % ES CONSIDERADO COMO FUERTE SE CONSIDERA FUERTE
TIPO DE MANTENIMIENTO	Calafateo con cemento asfáltico.
POSIBLES CAUSAS	Es causada principalmente por la contracción del pavimento asfáltico debido a la variación de las temperaturas durante el día, lo que produce ciclos de Esfuerzo-Deformación sobre la superficie Otra causa puede ser el envejecimiento de la mezcla. Los espesores del pavimento inadecuados para el nivel de tráfico. Baja capacidad de soporte de la capa de base o sub-base.

DETERIORO:	4.4. GRIETAS DE BORDE
DESCRIPCION:	Son agrietamientos con tendencias longitudinales ubicadas cerca del borde de la calzada, se presentan generalmente por la ausencia de cunetas o bordillos, o por la diferencia del nivel de la cuneta y el hombro. Usualmente se ubican dentro de una franja paralela al borde hasta como de 60 cm de separación.
IMAGEN:	
UBICACIÓN:	En el 1+800 lado izquierdo.
EVALUACION:	SE CONSIDERA FUERTE.
TIPO DE MANTENIMIENTO	Limpieza de cuneta y/o construcción de bordillos.
POSIBLES CAUSAS	La principal causa de este daño es la falta de confinamiento lateral de la estructura debido a la carencia de bordillos o anchos de cunetas insuficientes. Por carpetas que quedan en desnivel con la cuneta y la circulación de los vehículos es muy cerca del borde apareciendo las fisuras entre 30 y 60 cm de distancia del hombro.

DETERIORO:	4.5. PARCHES DETERIORADOS
DESCRIPCION:	Los parches corresponden a zonas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la superficie de rodamiento o hasta la base o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios como el agua potable, gas, alcantarillado, etc..
IMAGEN:	
UBICACIÓN:	EN EL KM 0+620
EVALUACION:	SE CONSIDERA FUERTE
TIPO DE MANTENIMIENTO	Cortar y cuadrar el área para volver a reemplazarlo.
POSIBLES CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Procesos constructivos deficientes. ➤ Solamente se cubrió el área deteriorada sin solucionar la causa que lo originaron. ➤ Deficiencias en las juntas. ➤ Parche estructuralmente insuficiente para el nivel de servicio y las características de la subrasante. ➤ Mala construcción del parche, mal diseño de la mezcla, base insuficiente, compactación baja.

DETERIORO:	4.6. BACHES EN CARPETAS ASFALTICAS Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES
DESCRIPCION:	Cavidades normalmente redondeadas, que se forman al desprenderse la mezcla asfáltica. Para que sea considerado como bache debe de tener por lo menos 15 cm en su parte más corta.
IMAGEN:	
UBICACIÓN:	Varios tramos desde el km 0+000 hasta 2+000
EVALUACION:	SE CONSIDERA FUERTE
TIPO DE MANTENIMIENTO	Cuadrarlos cortando el pavimento y vaciar el material contaminado e incrementar el material sano si es necesario y compactarlo por medios mecánicos antes de restituir la capa de asfalto.
POSIBLES CAUSAS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pavimento estructuralmente insuficiente para el nivel de servicio y características de la subrasante. ➤ Drenaje inadecuado o insuficiente. ➤ Derrame de solventes o quema de elementos sobre la carpeta asfáltica.

DETERIORO:	4.7. RODERAS
DESCRIPCION:	Es una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de la llanta de los vehículos, con frecuencia se encuentra acompañado de una elevación en las áreas adyacentes de la zona deprimida y de fisuración. Estas roderas en forma significativa pueden llevar a la falla estructural del pavimento y posibilitar el hidropilado por almacenamiento de agua en la superficie de rodadura.
IMAGEN:	
UBICACIÓN:	En varios tramos desde el km 0+000 hasta el 2+500.
EVALUACION:	Ligero menor a 2 cm. Mayor de 2 cm pero menor a 4 cm es considerado Medio. Mayor a 4 cm es considerado como Fuerte. SE CONSIDERA FUERTE.
TIPO DE MANTENIMIENTO	Levantar la capa y restituirla por una capa nueva, mejorando la estructura del pavimento.
POSIBLES CAUSAS	Ocurre principalmente debido a una deformación permanente de alguna de las capas del pavimento o de la subrasante, generada por deformación plástica del concreto asfáltico o por deformación de la subrasante debido a la fatiga de la estructura ante la repetición de cargas. La deformación plástica de la mezcla asfáltica tiende a aumentar en climas cálidos y también puede darse por una compactación deficiente de las capas de la estructura durante la etapa de construcción, por el uso de agregados redondeados o asfaltos blandos.

DETERIORO:	4.8. DESGASTE Y PERDIDA DE AGREGADOS
DESCRIPCION:	Corresponde al deterioro del pavimento principalmente por la acción del tránsito, perdiendo gradualmente los agregados, haciendo la superficie más rugosa y exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y a los agentes climáticos.
IMAGEN:	
UBICACIÓN:	Desde el km 0+000 hasta el 2+700 en forma aislada.
EVALUACION:	
TIPO DE MANTENIMIENTO	Colocación de sobrecarpetas.
POSIBLES CAUSAS	<p>El deterioro superficial generalmente es un deterioro natural del pavimento puede ser también por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de adherencia del asfalto con los agregados. ➤ Deficiencia en la dosificación del asfalto (Mal diseño). ➤ Acción intensa de agua y otros agentes abrasivos además del tránsito. ➤ Aplicación irregular del ligante en tratamientos superficiales ➤ Lluvia durante la aplicación o el fraguado del ligante asf. ➤ Endurecimiento significativo del asfalto. ➤ Deficiente compactación en la carpeta asfáltica. ➤ Contaminación de la capa de rodamiento con aceite, gasolina, diesel o algún otro solvente.

DETERIORO:	4.9. PIEL DE COCODRILO.
DESCRIPCION:	Corresponde al deterioro del pavimento principalmente por fisuras interconectadas con patrones irregulares y generalmente se inician en las zonas donde hay repeticiones de carga. Esta fisuración comienza por debajo de la carpeta, que es en donde los esfuerzos de tracción son mucho mayores bajo la acción de las cargas.
IMAGEN:	
UBICACIÓN:	Desde el km 0+000 hasta el 2+700 en forma aislada pero constante.
EVALUACION:	<p>Por cada 100 metros de distancia.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ligero menor del 10 % ➤ Del 10 % al 50 % es Medio. ➤ Mayor del 50 % es Fuerte.
TIPO DE MANTENIMIENTO	Retiro y restitución de la carpeta.
POSIBLES CAUSAS	<p>La causa mas frecuente el la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta, principalmente por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de carga. ➤ Oxidación del asfalto o envejecimiento. ➤ Problemas de drenaje. ➤ Compactación deficiente tanto en carpeta como estructura. ➤ Reducción del modulo de reacción por falta de asfalto en la mezcla. ➤ Deficiencia de la mezcla por exceso de asfalto. ➤ Mal mantenimiento en las reparaciones y bacheos.

CAPITULO V

PROPUESTA DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

V PROPUESTA DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.

5.1 Método del instituto de Ingeniería.

Este método, se basa en la teoría de distribución de esfuerzos en los suelos, con el que se obtiene una estructura homogénea en todas sus capas. Las gráficas están basadas en el volumen de tránsito acumulado en la vida útil de la obra y en el valor relativo de soporte de campo. Utilizando el valor del VRS de la prueba Porter Modificada, obteniendo espesores menos conservadores t como se sabe este índice de resistencia es más cercano al de campo que si el VRS se obtiene en el laboratorio de especímenes compactados en forma dinámica. Utilizando métodos más sencillos y confiables se pueden obtener un mayor número de datos y así se conoce mucho más los materiales. Este método propone graficas con diferentes grados de confianza, pero para este caso práctico se considera la del 90 %.(Ver grafica 1).

Datos:

Terreno natural:

VRS: 5.4, 6.9, 5.6, 7.0, 6.5

VRS _{PROMEDIO} = 6.28	Desviación estándar = 0.66	Coefficiente de variación =0.10
--------------------------------	----------------------------	---------------------------------

Capa de Base:

VRS: 58.8, 55.8, 60.0, 55.0, 55.2

VRS _{PROMEDIO} = 56.96	Desviación estándar = 2.04	Coefficiente de variación =0.03
---------------------------------	----------------------------	---------------------------------

Para un tránsito de la vida útil de 83×10^6 ejes estándar, se obtendrá de la gráfica 1 para un nivel de confianza de 0.8

Esesor de subrasante 35 cm	Esesor de base 25 cm	Esesor de carpeta asfáltica
-------------------------------	-------------------------	-----------------------------

De esta forma los espesores de la capas de la estructura serian:

Esesor de subrasante 35-25 = 10 (como min 30 cm)	Esesor de base 25-10 = 15 cm (como min)	Esesor de carpeta asfáltica 15/2 = 7.5 cm
--	---	---

Nota: 7.5 cm de esesor de carpeta asfáltica no es recomendable ya que a mayor esesor las roderas serán más profundas.

5.2 Método del VRS (Porter Modificada).

La prueba de Porter Modificada consiste en obtener el Valor Relativo de Soporte (V.R.S.) de un espécimen compactado de manera estática, para obtener la combinación del peso volumétrico y la humedad que el proyectista considere más conveniente, con base a las condiciones más críticas que se esperan en la obra y donde el espécimen no se satura.

CONDICIONES DE LA ZONA	COMPACTACION	HUMEDAD
Zonas con baja precipitación y buen drenaje(NAF > 5 cm)	100 %	W_0
Zonas con condiciones regulares de drenaje y precipitación (5m > NAF < 1m)	95 %	$W_0 + 1.5 \%$
Zonas con alta precipitación y mal drenaje (NAF < 1m)	90 %	$W_0 + 3.0 \%$

El grado de compactación, es con respecto al Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSM) obtenido en la prueba de laboratorio y al tipo del material, así como la humedad óptima. Es importante considerar las condiciones de drenaje por la que atraviesa el camino, por lo que no corresponde al drenaje artificial, el cual debería estar solucionado desde el inicio.

Para cada sondeo realizado, se necesitará un solo espécimen con las características que marque el proyectista, pero es recomendable efectuar al menos tres combinaciones tanto del banco de material como de los sondeos efectuados, para evitar una variación considerable en los pesos y la humedad.

Para realizar la prueba, se necesita conocer con anticipación el PVSM y la humedad del material inicial, donde se calcula la cantidad de agua por agregar al material ensayado, para que este material tenga el PVS y la humedad de prueba deseados al quedar enrasado en su parte inferior. Una vez compactado el material se coloca inmediatamente en la prensa para llevar a cabo la penetración del espécimen, para después poder calcular el VRS.

Cuando los materiales son de baja calidad y se encuentran en una zona de alta precipitación y mal drenad, se compara el VRS obtenido en la Porter Estándar con el resultado de la prueba modificada y el menor de ellos se usara para el proyecto.

Para calcular espesores basados en esta prueba se toman del nomograma 2 los cuales se consideran adecuados para el tipo de carreteras en México.

De acuerdo a la calidad de los materiales, el tránsito pesado actual y los espesores mínimos, se calculan los espesores de la sub-base, base y carpeta. Se debe tener cuidado con la calidad de los materiales y si es necesario colocar capas rompedoras de capilaridad.

Datos:

VRS de Proyecto para el terreno natural: 5%

VRS de proyecto para la capa de base: 50%

TDPA inicial: 6450 vehículos con la siguiente composición:

Tipo de vehículo	%
Menores a 15 ton.	50%
Autobuses	5%
Camiones de 17 ton.	20 %
Camiones de 25 ton.	10%
Camiones de 40 ton.	10%
Camiones de 70 ton.	5%

Periodo de diseño de 20 años

Tasa de crecimiento anual del tránsito del 7%

CALCULO DE ESPESORES PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (METODO DE PORTER MODIFICADO).

NOMBRE DE LA OBRA: CAMINO AL MOLINO BLANCO	FECHA: MARZO 2017
TRAMO: 0+000 al 3+260	SUBTRAMO: NINGUNO

DATOS PARA EL PROYECTO

TRANSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL (TDPA)		VEHICULOS		
TRANSITO EN EL CARRIL DE DISEÑO (85%):		PERIODO DE DISEÑO:		
TASA ANUAL DE CRECIMIENTO:		FACTOR DE PROYECCION A FUTURO:		
Tipo de vehículos	Distribución del tránsito (%)	Distribución del tránsito (numero)	Coefficiente de equivalencia.	Ejes sencillos equivalentes a 8.2 ton.
	(2)	(3)	(4)	(5)
Hasta de 15 ton.	45	2902	0.06	174
Autobuses	12	774	2.1	1625
Camiones de (15-23) Ton.	25	1612	2.1	3385
Tractor con semirremolque de (25-33) Ton	12	774	4.1	3173
Camión con remolque (35-55) Ton.	4	258	6.4	1651
Tractor con semi y remolque de (65-85) Ton.	2	129	8.4	1083
Transito equivalente acumulado			Suma	11091
Al final de la vida útil=factor de proy (C) x suma= 12754*11091				141,454,614
Calculo de espesores				
VR _s de diseño del terreno natural: 5 %				
D ₁ =Espesor de capa subrasante + pavimento: 55 cm en grava				
VR _s de diseño de la capa de base: 7 %				
D ₂ =Espesor de pavimento: cm de grava.				

$$C = ((1+r)^n - 1/r)365$$

Estructuración del pavimento

Tipo de capa	Estructura real	Factor de conversión	Espesor de gravas (cm)		
			Por capa	De Pavimento	Total
Carpeta	7	2	14		
Base	15	1.3	19.5		
Sub-base	---	1	---		
Subrasante	30	1	30	63.5	93.5

CAPITULO VI

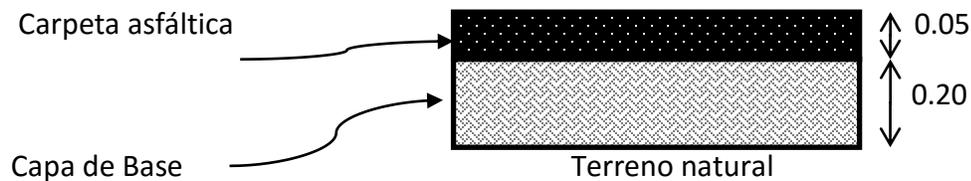
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Con los resultados obtenidos, tanto de campo, como de laboratorio, se pueden determinar las condiciones en las que se encuentra actualmente la superficie de rodamiento. Con el levantamiento planimétrico, sabemos que se tiene una superficie total pavimentada de 25,768.00 m², desde el km 0+000 hasta el km 3+260 y con un ancho promedio de 6.9 m, y de esta área obtenida el 75 % se considera con daños severos en la superficie de rodamiento, es decir, con un área de 19,494.00 m², que presentan problemas de roderas, piel de cocodrilo, fisuras y agrietamiento por fatiga, grietas en bloque, grietas de borde, presenta un bacheo superficial, desgaste, pérdida de agregados y en general una falta de mantenimiento rutinario que nos ha llevado a estos problemas en todo lo largo y ancho de la calzada. El otro 25 % restante, se encuentra dentro de la colonia de Tultecateopan y al parecer esta carpeta fue tendida en otro momento, más recientemente, y se encuentra en estado aceptable y que solo requiere de un poco de mantenimiento rutinario de limpieza en general. Los espesores de la carpeta se encuentran en un promedio de 4.94 cm y un contenido de asfalto entre 5-7 % y aunque no sabemos el óptimo del diseño Marshall, se puede ver claramente que tanto los agregados, como el aspecto del cemento asfáltico, no se encuentra dentro de los parámetros, por lo que, no se descarta que uno de los factores que influyeron para que fallara la estructura, también sea la carpeta asfáltica. Con respecto a los sondeos realizados para poder determinar parámetros físicos y mecánicos de la estructura del pavimento, podemos apreciar que la capa de base se encuentra con un promedio de espesor de 19 cm y que la calidad de los agregados están en el límite permisible para que cumpla como capa de sub-base, y que cumpla con su cometido que es el de recibir y transmitir los esfuerzos al terreno natural. Los grados de compactación se consideran aceptables para soportar el paso repetido de las cargas, sin embargo, la capa subsecuente es mucho más firme, lo que originó la deformación con la presencia del agua. El terreno natural, es un suelo muy firme, tal como se describe en el contexto geológico, es una zona de lomeríos con suelos muy duros y bloques de roca, que pueden soportar cargas muy elevadas sin problemas de poder deformarse, estas cualidades han servido para que este camino tenga la calidad que tiene y con una conservación rutinaria pueda seguir brindando el servicio adecuadamente, sin embargo, los problemas que se tienen presentes se pueden mejorar si se levantara la carpeta asfáltica y se le realizara un recargue a la capa de base, para aumentar sus características físicas y mecánicas logrando un aumento en la vida útil del pavimento, cabe ser incosteable, en forma inmediata, por lo que se recomienda reforzar las zonas en muy mal estado aplicando energía de compactación con agregados que satisfagan las normas vigentes, llevar a cabo renivelaciones con concreto asfáltico y aplicar una sobre-carpeta de por lo menos 6 cm de espesor con su diseño Marshall y agregados pétreos que cumplan con especificaciones vigentes, así como aplicar un mantenimiento rutinario adecuado como la limpieza en las cunetas para garantizar un buen drenaje de la superficie de rodamiento. Es importante mencionar que este agrietamiento existente se verá reflejado en un tiempo corto es decir, en el orden de 4 o 5 años estos

agrietamientos volverán a aparecer debido a las condiciones antes descritas. Por lo que se recomienda la colocación de una geomembrana en todo el ancho y largo del camino para evitar o retardar la aparición de estas fisuras y además que ayudaría a repartir más uniformemente los esfuerzos sometidos por el tránsito vehicular y brindar una mayor durabilidad en la superficie de rodamiento, sin descartar el mantenimiento rutinario sobre todo en las cunetas.

Estructura Tipo del Pavimento:



REPORTE FOTOGRAFICO



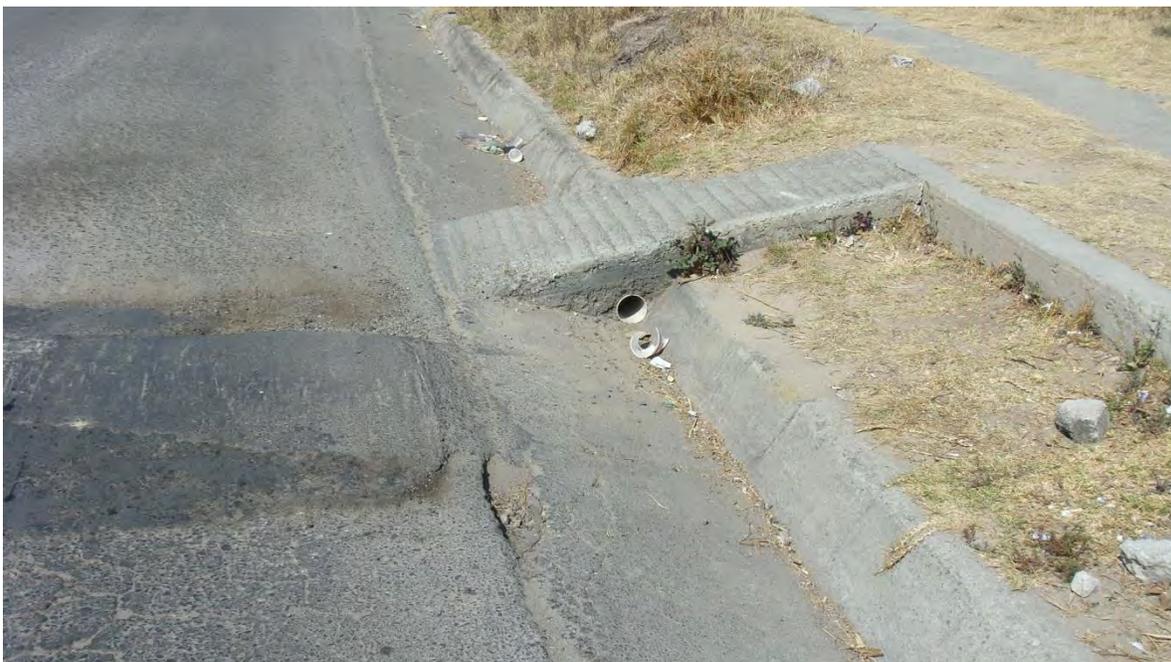
LIMPIEZA DE CUNETAS



REPORTE FOTOGRAFICO



LIBERACION DEL AREA DE LA CUNETA



REPORTE FOTOGRAFICO



MANTENIMIENTO MENOR DE LIMPIEZA



REPORTE FOTOGRAFICO



CORTE DE LA CARPETA PARA REALIZAR LOS SONDEOS.



REPORTE FOTOGRAFICO



COLOCACION DE CADENAMIENTOS



REPORTE FOTOGRAFICO



APERTURA DE SONDEOS DE CAJA



REPORTE FOTOGRAFICO



SONDEOS DE TIPO CAJA



REPORTE FOTOGRAFICO



DETERMINACION DEL GRADO DE COMPACTACION DE LA CAPA DE BASE Y ESPESORES.



REPORTE FOTOGRAFICO



DETERMINACION DEL GRADO DE COMPACTACION EN CAPA DE BASE Y ESPESORES.



REPORTE FOTOGRAFICO



DETERMINACION DE LOS ESPESORES DE LA CARPETA



REPORTE FOTOGRAFICO



DETERMINACION DE LOS ESPESORES DE CARPETA.



REPORTE FOTOGRAFICO



IDENTIFICACION DE RODERAS



REPORTE FOTOGRAFICO



IDENTIFICACION DE RODERAS



REPORTE FOTOGRAFICO



IDENTIFICACION DE BACHES



REPORTE FOTOGRAFICO



IDENTIFICACION DE BACHES.



REPORTE FOTOGRAFICO



IDENTIFICACION DE PARCHES.



REPORTE FOTOGRAFICO



IDENTIFICACION DE PARCHES.



REPORTE FOTOGRAFICO



PIEL DE COCODRILO



REPORTE FOTOGRAFICO



PIEL DE COCODRILO



REPORTE FOTOGRAFICO



GRIETAS POR FATIGAMIENTO.



REPORTE FOTOGRAFICO



GRIETAS DE BORDE.



REPORTE FOTOGRAFICO



FISURAS Y GRIETAS REFLEJADAS.



REPORTE FOTOGRAFICO



EXUDACIONES ASFALTICAS



REPORTE FOTOGRAFICO



DESGASTE Y PÉRDIDA DE AGREGADOS.



REPORTE FOTOGRAFICO



AGREGADOS DE CONCRETO ASFALTICO MUY FINOS

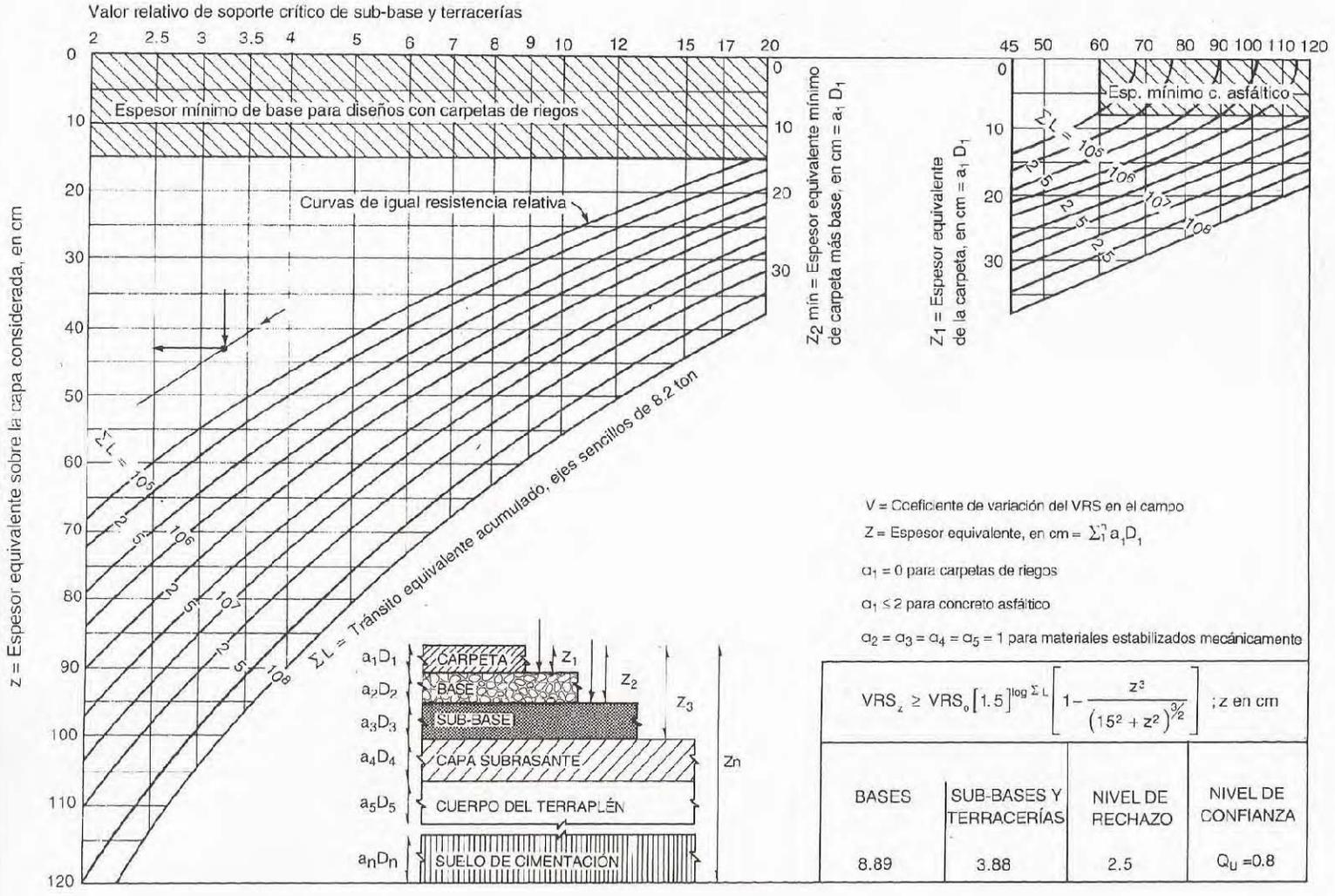
ANEXOS

Tipo de vehículos	Peso total (ton)	Coeficiente de equivalencia	Peso de ejes cargados (ton)				
			Tractor		Caja	Remolque	
			Delantero	Trasero		Delantero	Trasero
Automóvil A2	2	0.003	1(s)	1(s)			
Autobús B2	15.5	2.0	5.5(s)	10.0(s)			
B3	20.0	1.8	5.5(s)	14.5(t)			
B4	27.0	2.3	9.0(t)	18.0(t)			
Camiones A'2	5.5	0.06	1.7(s)	3.8(s)			
C2	15.5	1.8	5.5(s)	10.0(s)			
C3	23.5	2.2	5.5(s)	18.0(t)			
C4	28.0	2.5	5.5(s)	22.5(tr)			
T2-S1	25.5	4.0	5.5(s)	10.0(s)	10.0(s)		
T2-S2	33.5	4.2	5.5(s)	10.0(s)	18.0(t)		
T3-S2	41.5	4.3	5.5(s)	18.0(t)	18.0(t)		
C2-R2	35.5	5.5	5.5(s)	10.0(s)		10.0(s)	10.0(s)
C3-R2	43.5	6.3	5.5(s)	18.0(t)		10.0(s)	10.0(s)
C3-R3	51.5	6.3	5.5(s)	18.0(t)		10.0(s)	18.0(s)
T2-S1-R2	48.5	6.1	5.5(s)	10.0(s)	10.0(s)	10.0(s)	10.0(s)
T3-S3	50.5	6.0	5.5(s)	18.0(t)	22.5(tr)		
T2-S2-R2	53.5	6.4	5.5(s)	10.0(s)	18.0(t)	10.0(s)	10.0(s)
T3-S1-R2	53.5	6.6	5.5(s)	18.0(t)	10.0(s)	10.0(s)	10.0(s)
T3-S2-R2	61.5	8.4	5.5(s)	18.0(t)	18.0(t)	10.0(s)	10.0(s)
T3-S2-R3	69.5	8.2	5.5(s)	18.0(t)	18.0(t)	10.0(s)	18.0(t)
T3-S2-R4	77.5	8.0	5.5(s)	18.0(t)	18.0(t)	18.0(t)	18.0(t)

(s) = eje sencillo; (t) = eje tándem; (tr) = eje triple.

Datos de coeficientes de equivalencia para diferentes tipos de vehículos.

Gráfica para proyecto de espesores de pavimento.



- ✚ Fernando Olivera Bustamante. Estructuración de Vías Terrestres. Compañía Editorial S.A. de C.V. México 2004.
- ✚ Roberto Landeros Ortiz/Manuel Zarate Aquino/Manuel Jara López/Alfonso Rico Rodríguez/ Arturo A. Bello Maldonado/B Landany. Tópicos de Geotecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Año 2000.
- ✚ Secretaria de Obras Públicas. Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. Año 1971.
- ✚ Alfonso Rico y Hermilo del Castillo. La ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Carreteras y Ferrocarriles y Aeropistas. Volumen I y II. Editorial Limusa. México 2006.
- ✚ Norma N-CMT-4-01-/02. Libro CMT. Características de los Materiales Parte 4. Materiales para Pavimentos. Titulo 01. Materiales para Revestimiento.
- ✚ Norma N-CMT-1-03-/02. Libro CMT. Características de los Materiales Parte 1. Materiales para Terracerías. Titulo 03. Materiales para Subrasante.
- ✚ Norma N-CMT-1-01-/02. Libro CMT. Características de los Materiales Parte 1. Materiales para Terracerías. Titulo 01. Materiales para Terraplén.
- ✚ Norma N-CMT-1-02-/02. Libro CMT. Características de los Materiales Parte 1. Materiales para Terracerías. Titulo 02. Materiales para Subyacente.
- ✚ Norma N-CMT-4-02-003/04. Libro CMT. Características de los Materiales Parte 4. Materiales para Pavimentos. Titulo 02. Materiales para sub-bases y bases. Capítulo 002. Materiales para bases hidráulicas 003. Materiales para bases tratadas.
- ✚ Norma N-MMP-1-09-/03. Libro MMP. Métodos de muestreo y pruebas de materiales. Parte 1. Suelos y materiales para terracerías. Titulo 09. Compactación AASHTO.
- ✚ Eduard J. Tarbuck y Frederick K. Lutgens. Ciencias de la tierra. Una introducción a la geología física Volumen 1 y 2. 8ª Edición. Uned Pearson Madrid 2010.
- ✚ Luis González de Vallejo. Ingeniería Geológica. Pearson Prentice Hall. España 2010.
- ✚ Francisco Viniegra Osorio. Geología histórica de México. Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional Autónoma de México. México 1992.
- ✚ José María Chávez Aguirre. Colaboraciones: Alberto Ramírez Piedrabuena, Adán Ramos Bautista, Ernesto Carmona Ricardo. Geotecnia. CFE, Coordinación de impresión: Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil. Facultad de Estudios Superiores Acatlán UNAM. México 2006.
- ✚ Gustavo Arvizu Lara&Mosisés Dávila Serrano. Geología Aplicada a la Construcción de Infraestructura. Fundación Prociencias de la Tierra FECIT A.C. México 2013.7
- ✚ Luis Arna Simón y Max Betancourt Suarez. Reglamento de Construcciones para el distrito federal. Editorial Trillas. México 2017.
- ✚ Monografía del municipio de Tepetlaoxtoc. Publicaciones del estado de México. México 2008.