

75  
2af.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**"PROYECTO DE OBRAS VIALES EN CIUDAD MIGUEL  
ALEMAN TAMAULIPAS".**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A N :**

**JOSE ALVARO HERNANDEZ MENESES**

**JOSE LUIS RAMIREZ RUIZ**



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 está 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.

**PROYECTO DE OBRAS VIALES**

**PARA LA CIUDAD DE**

**MIGUEL ALEMAN, TAMAULIPAS**

<b>TEMA</b>	<b>PAGINA</b>
<b>I ANTECEDENTES</b>	<b>4</b>
<b>II VISITA DE RECONOCIMIENTOS</b>	<b>35</b>
<b>III ESTUDIOS PRELIMINARES</b>	<b>45</b>
- ANEXO I ( TOPOGRAFICO )	52
- ANEXO II ( MECANICA DE SUELOS )	60
<b>IV PROYECTO DE VIALIDADES</b>	<b>63</b>
- ANEXO DE PLANOS	128
<b>V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>132</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>138</b>

## INTRODUCCION

El municipio de Miguel Alemán es uno de los 43 municipios que conforman el Estado de Tamaulipas. Este municipio se ubica en el norte del Estado y en la frontera con los Estados Unidos de Norteamérica. Esta situación geográfica ha ocasionado que el municipio se desarrolle con relativa rapidez.

La Ciudad de Miguel Alemán, cabecera municipal, ha sufrido un crecimiento demográfico no planeado, por esta razón muchas colonias de reciente creación no cuentan con los servicios de urbanización necesarios, tales como: vialidades, agua potable y alcantarillado, entre otros.

La Secretaría de Asentamientos Humanos Obras y Servicios Públicos del Estado de Tamaulipas, preocupada por esta situación, que padecen este y otros municipios del Estado, y apoyándose en el programa FOMUN de BANOBRAS, se dio a la tarea de elaborar los proyectos para resolver los problemas prioritarios de los diversos municipios.

En la Ciudad de Miguel Alemán se desarrollaron proyectos ejecutivos de agua potable, alcantarillado y vialidades. En lo referente a vialidades se efectuaron proyectos nuevos y de recarpeteo.

El desarrollo de esta infraestructura es muy importante ya que esta ciudad es un punto de liga para el comercio, así como para fomentar el turismo, que es una de las principales industrias de la zona.

En el presente trabajo se describen de manera breve, las características generales de la región, las cuales deben tomarse en cuenta para la ejecución de cualquier proyecto. De igual forma se presentan la metodología empleada en la elaboración de los estudios de campo y el proyecto ejecutivo de vialidades.

## **I ANTECEDENTES**

## ANTECEDENTES

Para dar cumplimiento a las disposiciones emanadas de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Tamaulipas, el H. Ayuntamiento de Ciudad Miguel Alemán y el Gobierno del Estado, han elaborado el Plan Director Urbano para Ciudad Miguel Alemán, Tamaulipas.

Dicho Plan constituye un eslabón del amplio esfuerzo nacional en materia de planeación. Surge por la necesidad de contar con un instrumento legal que corrija los problemas urbanos actuales y constituye el cimiento de un proceso de planeación que procure el armónico crecimiento del Área urbana

El Plan Director Urbano se concibe como un conjunto de reglamentos, normas técnicas y disposiciones; para ordenar los usos, destinos y reservas del Área urbana con el propósito de procurar la organización de los espacios urbanizados. Surge en el momento adecuado, dada la escala urbana de la localidad, con la finalidad de lograr la corrección de sus deficiencias actuales.

La definición de los lineamientos a los que deberán sujetarse las acciones de los agentes públicos y privados en el desarrollo urbano es propósito también de este Plan Director.

Para la elaboración del Plan Director Urbano se ha contado con el apoyo de la consulta pública, aportada por los grupos organizados de la localidad y con el apoyo del Consejo Consultivo integrado por el H. Ayuntamiento.

El mencionado Plan no es un documento terminal y significa solo el inicio de un proceso de planeación que deberá darse en forma continua y permanente, complementándose con la elaboración de sus planes parciales y sectoriales, a través de un continuo sistema de retro-alimentación y sobre todo, con el conocimiento y aportaciones emanadas de una efectiva participación ciudadana en este proceso, ya que la operatividad del Plan será una realidad, si es acogido con celo y respeto por la comunidad a la que pretende servir.

#### BASES JURIDICAS

Las bases jurídicas del Plan Director Urbano se enmarcan en la legislación en materia de Asentamientos Humanos; ésta surge por las reformas y adiciones a la Constitución General, en sus artículos 27, 73 y 115 que generará la coyuntura que propicia el surgimiento de la Ley General de Asentamientos Urbanos y en el Estado de Tamaulipas, de la Ley de Desarrollo Urbano y Rural. Dicha legislación establece los objetivos de la planeación y la define como un acto de Gobierno.

Para detectar la problemática y potencialidad de la Ciudad de Miguel Alemán, hay que ubicarla en su contexto urbano, ya que este centro de

población no es un elemento aislado y su surgimiento y desarrollo ha sido condicionado por múltiples factores.

Por esta razón, el Plan Director Urbano para la Ciudad de Miguel Alemán, se inicia en el estudio de los antecedentes que la sitúan dentro de este marco de referencia, con el propósito de tener mayores elementos de juicio que coadyuven a obtener una más acertada selección de la alternativa de desarrollo de este centro de población, al horizonte del año 2000

#### LOCALIZACION

La Ciudad de Miguel Alemán es una localidad fronteriza que presenta cierta conurbación con la Ciudad de Roma, Texas. Contaba en el año de 1980 con una población de 18,309 Hab. y se ubica dentro de una zona de agricultura de riego y en un punto estratégico en las comunicaciones por el intercambio comercial internacional. Se localiza en las coordenadas 26° 24' y 99° 08' de latitud norte y longitud oeste y a una altitud de 54 m.s.n.m.

#### UBICACION EN EL SISTEMA DE CIUDADES

Este centro de población presenta cierta escala demográfica,

diversificación económica y ubicación geográfica que origina que presente una gran importancia en la prestación de bienes y servicios en la zona que se conoce tradicionalmente como "Frontera Chica".

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano asigna, por esta razón, una jerarquía intermedia y con esto, un nivel de servicios adecuados para garantizar la eficiente prestación de bienes y servicios a este nivel para su población local y de su región de influencia, área que abarca además de su municipio a los de Mier, Camargo y parte de Guerrero. Con este papel, esta ciudad se convierte en apoyo de la Ciudad de Reynosa, centro urbano de mayor especialización en esta región y a su vez en apoyo del área metropolitana de Monterrey; por todo esto, este centro de población presenta un rango especial en el sistema de ciudades tanto estatales como regionales.

Internamente presenta un importante intercambio con su ciudad gemela en la frontera del vecino país ( Roma ) y por lo tanto una importante relación con el sistema de ciudades del Valle de Texas.

Para visualizar su situación actual, hay que analizar los factores que generaron su surgimiento, crecimiento y desincorporación del municipio de Mier, para llegar a ser hoy una importante localidad de dimensiones medias. Por este motivo, la investigación urbanística se inicia en sus antecedentes históricos.

## ANTECEDENTES HISTORICOS

La Ciudad de Miguel Alemán es una de las localidades urbanas más recientes de la entidad, su origen está íntimamente ligado a la Ciudad de Mier, que actuó por largo tiempo como cabecera municipal de la porción de territorio que ahora constituye el municipio del que hoy es cabecera este centro de población.

San Pedro de Roma, hoy Ciudad Miguel Alemán, hasta 1950 perteneció a la jurisdicción de Mier; esta última data de la colonización de don José de Escandón, teniendo su asentamiento el 6 de Marzo de 1755.

Se desconocen los orígenes de San Pedro de Roma, pero seguramente se remontan a la época de la colonización sin llegar a tener un puesto relevante entre las localidades tamaulipecas de la época.

Es hacia el año de 1927, con la construcción del Puente Internacional, cuando este poblado empieza a destacar. Contaba en esa época con 323 Hab. siendo la cuarta población en dimensión del Municipio de Mier.

El auge comercial y el movimiento aduanal incide en el crecimiento de esta localidad, duplicando su población para el año de 1940.

En esa década con la construcción del sistema de riego y la ubicación del vaso de la presa Marte R. Gómez en sus proximidades, se origina un fuerte impacto que provoca que en diez años la población se multiplique en 3.2 veces.

Ya para 1950, la población de San Pedro manifiesta su deseo de separarse del Municipio de Mier, sosteniendo una difícil controversia con los habitantes de la Villa de Mier, culminando con su desincorporación el 29 de Septiembre de ese año, mediante el decreto número 294, promulgado por el Ejecutivo el 11 de Octubre y creándose el Municipio de Miguel Alemán.

En la actualidad la Ciudad de Miguel Alemán es una dinámica localidad urbana, con un amplio potencial de desarrollo por sus recursos naturales, ubicación geográfica, infraestructura carretera, equipamiento y escala urbana, situación que la convierte en un importante centro de población prestador de bienes y servicios a una vasta población de la faja fronteriza.

El acelerado crecimiento físico y su potencial de desarrollo, hacen sentir la urgencia de planificar su desarrollo urbano para armonizar su futuro crecimiento.

#### ASPECTOS FISICO - NATURALES

##### MEDIO NATURAL

El medio físico natural donde se ubica el centro de población, es un aspecto importante que al analizarlo permitirá la identificación de las

limitantes y a su vez, definir los elementos que propician el proceso de planeación.

Adecuar más racionalmente los Asentamientos Humanos a su medio ambiente, es uno de los propósitos de este documento.

El objetivo básico de este análisis es detectar las aptitudes del suelo, sus usos óptimos, y con esto, definir la dirección más adecuada del crecimiento del área urbana.

#### GEOLOGIA

La historia geológica de la llanura costera de Tamaulipas se ubica en las eras mesozoica y cenozoica, en los periodos cretácico y paleoceno.

La Geología del suelo está compuesta por rocas sedimentarias y volcanosedimentarias, representadas por lutitas, conglomerado, areniscas y suelo de aluvión, aptos para la agricultura.

#### TOPOGRAFIA

La Ciudad de Miguel Alemán, se encuentra ubicada en un terreno plano, con pendientes en el rango de 0 a 2%; esta pendiente es adecuada para tramos

cortos ( 100 m ) pero en tramos largos presenta problemas en cuanto al tendido de redes de drenaje, lo que eleva el costo en la introducción y mantenimiento de los sistemas.

De acuerdo a este análisis, se deduce que existen ciertas limitaciones al desarrollo urbano por este concepto.

## HIDROGRAFIA

El cuerpo de agua más importante en el área de estudio es el Río Bravo, corriente perenne que a la fecha sirve como fuente de abastecimiento de agua para el centro de población

Tomando en cuenta que la localidad se encuentra ubicada al margen del Río Bravo, el volumen que éste conduce, así como los requerimientos de agua para uso urbano, se deduce que las limitantes para el desarrollo urbano por este concepto son nulas ya que las posibilidades de obtención de agua son favorables.

El arroyo Del Buey, es una corriente intermitente y constituye la barrera física natural más importante al desarrollo urbano de la localidad.

Las zonas sujetas a riesgos de inundación son aquellas aledañas al cauce del Río Bravo y del arroyo Del Buey.

## CLIMA

La clasificación del clima que impera en la localidad es el más seco de los esteparios, muy cálido, con un coeficiente P/T mayor de 22'g, régimen de lluvias entre verano e invierno con temperatura media anual mayor de 22° C. y la del mes más frío menor de 18°C. y una precipitación pluvial media anual de 450 mm.

## EDAFOLOGIA

En el área de estudio, se presentan las unidades de suelo xerosol y regasol, siendo las sub-unidades dominantes el xerosol ( XK ) calcio y el regasol calcárico.

El xerosol tiene una capa superficial de color claro y pobre en materia orgánica, debajo puede haber un sub-suelo rico en arcilla o carbonato, muy parecidas a la capa superior; presentan cristales de yeso y carbonatos; se localizan en zonas áridas y semi-áridas; su vegetación natural es de pastizales y matorrales. Son suelos de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en pendientes y sobre alguna fase física.

El regasol se caracteriza por no presentar capas distintas; son claros y se parecen a la roca que les dio origen; se pueden presentar en muy diferentes climas y con diversos tipos de vegetación; su susceptibilidad

a la erosión es muy variable y depende del terreno en que se localicen.

La fase física de estos suelos es gravosa sin presentar fase química.

La textura que presenta el suelo hasta 30 cm. de profundidad es limo-arcillosa.

Estos suelos pueden ser productivos cuando se cuenta con sistemas de riego por goteo o aspersión; no presenta limitantes serias al desarrollo urbano en la porción sur y suroeste de la localidad y presenta ciertas limitantes al oriente ya que predomina el suelo regasol calcárico que tiene una textura limo-arcillosa, además de contar con infraestructura de riego.

#### USO DEL SUELO EXTRAURBANO

En el área de estudio, el suelo está dedicado principalmente a actividades agrícolas. Estas áreas cuentan con infraestructura hidráulica para su irrigación, siendo los principales cultivos: el maíz y el sorgo.

Los terrenos ubicados al oeste de la ciudad, entre la carretera a Ciudad Mier y el Río Bravo, manifiestan una fuerte tendencia a cambio de uso por su cercanía a la mancha urbana y por la tendencia de crecimiento que ha registrado la localidad en sus últimos años.

Al oriente de la localidad, es donde se ubican los suelos más

productivos: por lo tanto, se presentan ciertas limitantes para el crecimiento de la ciudad hacia esa zona; además, existe la barrera natural constituida por el arroyo Del Buey. Por esta razón, es recomendable la preservación de estos suelos, para no propiciar un desequilibrio ecológico y económico en el área de estudio.

#### ASPECTOS SOCIO - ECONOMICOS

El propósito del estudio de este aspecto, es obtener una imagen del nivel de vida de los pobladores de este centro de población, ya que la planificación física del área urbana está en íntima relación con los fenómenos económicos y sociales que en ella se generan.

#### DEMOGRAFIA

El estudio del comportamiento demográfico de la Ciudad de Miguel Alemán, es de gran importancia para detectar los impactos que han generado el rápido surgimiento de este centro de población y sus implicaciones en el desarrollo urbano.

El crecimiento que ha manifestado la localidad a partir de 1930, queda indicado en el presente cuadro:

ANO	HABITANTES	DECADA	TASA
1930	323		
1940	667	30-40	7.52
1950	2187	40-50	12.60
1960	6535	50-60	11.56
1970	11259	60-70	5.59
1980	18309	70-80	4.98

Fuente: Censo General de Población.

Proyección en base a un modelo matemático.

De estas cifras, se desprende un importante crecimiento demográfico a partir de 1940, una elevada atracción poblacional que la lleva en un lapso de 40 años a multiplicar 27.4 veces su población, pasando en esta última década, a constituirse como una localidad urbana de pequeña dimensión y un gran potencial de crecimiento económico.

Si se proyecta el crecimiento que manifestará la localidad hacia el año 2000, la población para 1990 será de 37,626 habitantes, y para el año 2000 será de 51,937 habitantes

AÑO	PROYECCION
1980	18,309
1981	19,091
1982	19,890
1983	22,775
1984	25,844.
1985	29,105
1986	32,550
1987	33,785
1988	35,042
1989	36,323
1990	37,626
2000	51,937

#### SUELO

Dado que el suelo es el elemento fundamental donde se manifiesta el desarrollo urbano, es necesario conocer los elementos fundamentales que lo integran para poder procurar su ordenamiento.

El propósito fundamental en este tema es detectar la demanda del suelo actual y futura.

En el año de 1980, la superficie que ocupó Ciudad Miguel Alemán fue de 352

Has. El comportamiento que la Ciudad ha manifestado en su crecimiento, ha sido producto de una serie de factores, tales como: barreras urbanas, tenencia de la tierra, disponibilidad de servicios, etc. Así mismo, las barreras urbanas han moldeado su forma física.

#### TENDENCIA HISTORICA DE CRECIMIENTO

Durante las décadas de los años treinta y cuarenta las actividades se realizaban principalmente en las inmediaciones del puente Internacional; hasta 1950, con la elevación de categoría política y el cambio de nombre, se inicia el despegue de este pueblo ( que hasta entonces había sido una localidad más del Municipio de Mier ). Con la categoría de ciudad y como cabecera municipal, los impuestos que antes paraban en el Ayuntamiento de Mier, son canalizados a la urbanización de Ciudad Miguel Alemán, siendo el Área original urbanizada desde la calle Primera a la Décima y de la Francisco I. Madero al Arroyo Del Buey.

Con la pavimentación de la carretera a Ciudad Mier, a principios de la década de los 60's, se genera un crecimiento lineal en ese sentido; con la fundación de las colonias Educación y Hércilia; a finales de la década se urbaniza el fraccionamiento Jardines de San Germán. En esta misma década, el crecimiento cruza la barrera del Arroyo del Buey, para dar lugar a la formación del fraccionamiento Río Bravo.

En este mismo periodo, se traza el fraccionamiento del norte y la colonia Plan de Guadalupe.

En la década 1970-1980, se manifiesta un crecimiento acelerado de la localidad, con la formación de las colonias: Argüello, Lindavista, Guadalupe, Buenos Aires, Gómez, INFONAVIT, Sabinos, Rodríguez, Burócratas, Electricistas y la Colonia Popular Lucha Social. Para finales de esta década y principios del '80, se comienza a urbanizar el fraccionamiento Mezquital del Río.

La tendencia de crecimiento que presenta la localidad es de tipo lineal, a lo largo de dos ejes, que son: la carretera a Ciudad Mier y el camino a Congregación Arcabúz, que es hacia donde se localizan las áreas más aptas para el uso urbano.

## CRECIMIENTO FISICO.

El crecimiento físico de la ciudad ha sido como queda registrado en el presente cuadro.

## CRECIMIENTO FISICO DE CIUDAD MIGUEL ALEMAN

ARO	SUPERFICIE POR PERIODO (HAS)	SUPERFICIE ACUMULADA	% DE INCRE MENTO	% DE INCRE MENTO
1930	4			
1940	4	8	100	
1950	75	83	1875	1037.5
1960	119	202	258.66	243.3
1970	105	307	88.23	151.9
1980	45	352	42.80	114.6

De acuerdo a estas cifras, se observa un alto crecimiento en las tres últimas décadas, explicándose este fenómeno, primero, por haber logrado la categoría política de ciudad y segundo, por la construcción de la carretera ribereña.

Y por el impulso que proporcionó el programa de integración y desarrollo urbano a las colonias populares. En lo que va de la década de los 80's, el único asentamiento que ha tenido lugar es el fraccionamiento Mezquital del Río.

**DENSIDAD DE POBLACION**

La densidad de población que la ciudad ha manifestado en las últimas décadas se registra en el cuadro siguiente:

AÑO	SUPERFICIE (HAS)	POBLACION	DENSIDAD BRUTA (HAB/HAS)
1950	83	2188	26.36
1960	202	6535	32.35
1970	307	11259	36.67
1980	352	18309	52.01
1982	352	19890	56.50

De esta tabla se desprende, que la densidad de población ha sido baja, oscilando en la actualidad en los 56 Hab/Ha. (bruta); si se proyecta la tendencia demográfica así como las tendencias deseables, los requerimientos de suelo al año 2000 serán:

AÑO	POBLACION	TENDENCIA	TENDENCIAS	DESEABLES
		56 HAB/HA	70 HAB/HA	80 HAB/HA
1983	22775	408.65	325.36	284.69
1984	25844	461.50	369.20	323.05
1985	29105	519.65	415.71	363.75
1986	32550	581.20	465.00	406.87
1987	33785	603.29	482.64	422.31
1988	35042	625.74	507.50	438.02
1989	36323	648.62	519.00	454.03
1990	37626	671.89	537.52	470.33
2000	51937	927.44	741.96	649.21

#### INFRAESTRUCTURA

El análisis de la infraestructura urbana es de sumo interés para detectar la posibilidad de crecimiento físico y demográfico del centro de población. En este capítulo se analizan los niveles de suministro, el funcionamiento de los sistemas, su eficiencia, la fuente de aprovisionamiento, su tratamiento, el requerimiento y en general, su

problemática y probables soluciones.

#### AGUA POTABLE

La Ciudad de Miguel Alemán, se abastece de agua por medio de una toma directa del Río Bravo. Tiene como línea de conducción, una tubería de asbesto cemento de 12" de diámetro, y una longitud de 440 m y se dirige hasta la planta potabilizadora.

El tratamiento utilizado para la potabilización de las aguas crudas, consiste en la aplicación de cloro y sulfato de aluminio.

La planta potabilizadora tiene una capacidad de: 75 l.p.s.; cuenta con 4 bombas - 3 de 15 l.p.s. y una de 30 l.p.s.; el sistema de suministro consiste en bombeo a la red y conducción de los excedentes a un tanque elevado, con una capacidad de 200 m<sup>3</sup>, teniendo dos tanques superficiales adicionales de 300 y 2000 m<sup>3</sup>.

En la actualidad, se encuentra en proceso de ampliación dicha planta para incrementar su capacidad a 150 l.p.s.

La red de distribución de agua potable fue construida en 1956; cubría en el año de (1962) una extensión aproximada de 80% del área urbana; tiene distribuida en esa área, un total de 2,500 tomas. No presenta problemas graves en cuanto a fugas o deterioro en las piezas especiales, por lo que se considera que el sistema se encuentra funcionando con eficiencia.

El poblado "Los Guerras", distante 5 km de Miguel Alemán, también se abastece de este sistema de agua, por medio de una línea de conducción de 4 " de diámetro.

#### RED DE DISTRIBUCION

Se encuentra integrada por la tubería de asbesta-cemento que fluctúa de 14" a 3" de diámetro, siendo la mayoría de 3". En la actualidad sólo cubre el 75% aproximadamente del área urbana

#### DRENAJE SANITARIO

El drenaje sanitario consiste en la recolección de las aguas residuales de uso doméstico o industrial; se encuentra integrado por una red de atarjeas con diámetros de 6", subcolectores que varían de 12" a 18" de diámetro y de un colector general con diámetro de 36" el cual descarga a un cárcamo de bombeo para seguir su tratamiento por una línea de conducción a las lagunas de oxidación, distante 2 km. del centro de población.

## ENERGIA ELECTRICA

La Ciudad de Miguel Alemán se encuentra abastecida de energía eléctrica por una subestación reductora de 34.5/13.2 kv., localizada aproximadamente a 2 km al poniente del centro de la ciudad.

Actualmente, cuenta con una capacidad instalada de 6250 kva.

Toda la red de distribución de la ciudad está energizada con 13.200 Volts y es suficiente para las necesidades de los consumidores.

El número de transformadores instalados es de 156 con una capacidad instalada de 5390 kva.

A partir de 1978, la demanda ha ido creciendo y el comportamiento tenido durante los los siguientes cinco años, fue el siguiente:

AÑO	KVA
1978	3997
1979	4144
1980	4200
1981	4690
1982	4673

La cantidad de usuarios que se han tenido durante los mismos cinco años, es como sigue: '

AÑO	CONSUMIDORES
1978	3283
1979	3462
1980	3508
1981	3675
1982	3777

## PROGRAMA FOMUN

Dentro de los programas que desarrollará la Secretaría de Asentamientos Humanos Obras y Servicios Públicos del Gobierno del Estado de Tamaulipas, en el presente año se encuentra el programa FOMUN. Enmarcado dentro de este programa, se encuentran las construcciones de obras viales en la Ciudad de Miguel Alemán, cuyos proyectos son el objetivo a desarrollar en los próximos capítulos.

Ciudad Miguel Alemán se localiza en la región norte del Estado de Tamaulipas.

Dicha región podría delimitarse mediante una línea transversal que cruzara por el extremo sur los municipios de San Fernando y Méndez, tocando por un lado el Golfo y por el otro el Estado de Nuevo León; comprende los municipios de San Fernando, Méndez, Matamoros, Valle Hermoso, Río Bravo, Reynosa, Gustavo Díaz Ordaz, Camargo, Miguel Alemán, Mier (estos nueve municipios integran lo que se conoce como región agrícola de Matamoros; aunque en ocasiones también se le menciona como la agricultura de la región norte), Ciudad Guerrero y Nuevo Laredo.

## VIALIDAD Y TRANSPORTE

La Ciudad de Miguel Alemán posee amplias avenidas que permiten una ágil

circulación por la localidad, aún así se hace necesaria la estructuración vial, con el objeto de dotar de unos eficientes dispositivos de tránsito, una adecuada nomenclatura y una buena pavimentación que vayan de acuerdo con la jerarquía vial asignada para cada una de las calles; todo lo cual, se planea llevar a cabo en base a un estudio de Ingeniería de Tránsito, que defina cuáles serán las vialidades Primarias, Secundarias, Terciarias, las Peatonales (también de gran importancia pues es necesario darle la debida protección a los transeúntes), al mismo tiempo que asignar un flujo vehicular

Los principales accesos de la localidad, los constituyen las carreteras pavimentadas a Ciudad Mier y Camargo, el camino de terracería a la estación Los Aldama, Nuevo León y el Puente Internacional a la Ciudad de Roma, Texas

Debido a su localización en la frontera con los Estados Unidos, los problemas más graves de vialidad se presentan por la Avenida Hidalgo, ya que en ésta se encuentra el acceso al Puente Internacional; de igual forma la Avenida Emiliano Zapata, por ser la salida de dicho puente, por lo tanto, se hace necesario apoyar a estas avenidas con ciertos dispositivos de tránsito que permitan agilizar la circulación de los vehículos en estas zonas

Con respecto a la circulación de tránsito pesado en la Ciudad de Miguel Alemán, en la actualidad el tránsito circula por la Calle Primera hasta la Avenida Obregón, de ahí continua por el libramiento de tránsito pesado llamado 5 de Junio hasta que por ese conducto logra conectarse con la carretera a Ciudad Mier

Por los problemas aquí mencionados y tratando de seguir los objetivos planteados al principio, se hace necesario elaborar el proyecto de obras viales en la Ciudad de Miguel Alemán, que permita desahogar las arterias viales congestionadas, así como habilitar algunas para que se pueda permitir el acceso a la ciudad por medio de ellas, a cualquier parte de la localidad

Como ya se ha mencionado, la Secretaría de Asentamientos Humanos Obras y Servicios Públicos del Estado de Tamaulipas, apoyándose en el programa FOMUN, busca el financiamiento de BANOBRAS para llevar a cabo las obras viales a las que aquí nos referimos, así como otras obras, tales como ampliación de las redes, tanto de agua potable como de alcantarillado

Por lo que se considera necesario dar algunas características del programa FOMUN; que se presentan a continuación:

El Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, Sociedad Nacional de Crédito; tiene en sus atribuciones legales, la calidad de institución fiduciaria, por lo que maneja un conjunto de fideicomisos cuya finalidad es apoyar a los Gobiernos Estatales y Municipales en su compromiso de proporcionar bienes y servicios de infraestructura básica y equipamiento urbano a sus núcleos de población

El fideicomiso denominado "Fondo Fiduciario Federal de Fomento Municipal", conocido como FOMUN, forma parte de este conjunto de fideicomisos que administra BANOBRAS

El FOMUN, creado el 26 de Julio de 1972, por acuerdo del Gobierno Federal, cumple 15 años de fructifera labor como instrumento del Gobierno

Federal para impulsar el desarrollo de Estados y Municipios, a través del otorgamiento de recursos financieros en condiciones sumamente favorables

#### MARCO LEGAL

El FOMUN es un Fideicomiso Público constituido por el Gobierno Federal, en el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.A. ( hoy Sociedad Nacional de Crédito ) el 27 de Junio de 1972. El contrato de fideicomiso correspondiente se formalizó el día 26 de Julio de ese año

Tanto el contrato del fideicomiso como sus reglas de operación han sido modificados para adecuarlos a las normativas aplicables a los fideicomisos públicos, y a las reformas de la Administración Pública Federal. Conforme al último convenio de modificación del contrato de fideicomiso, del 18 de Julio de 1985; y las reglas de operación, la estructura, el objetivo y operaciones de FOMUN se comentan a continuación, aun cuando es importante destacar que sus operaciones, a partir de 1982 han cumplido con normas y compromisos contractuales establecidos en los contratos de préstamo con el Banco Internacional de Desarrollo ( BID ), dado que a partir de ese año este organismo internacional ha financiado parcialmente las acciones del Fondo

-Fideicomitante.- El Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría de Programación y Presupuesto

-Fiduciario.- El Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, Sociedad

Nacional de Crédito a través de su departamento fiduciario

-Fideicomisos.- Los Estados de la Federación y Municipios de la República, así como sus organismos descentralizados, que soliciten crédito con cargo al patrimonio del Fideicomiso

-Patrimonio Fiduciario.- Está constituido por:

a) La aportación inicial del Gobierno Federal, en su carácter de Fideicomitente

b) Las cantidades que con posterioridad aporte al Fideicomiso el propio Gobierno Federal

c) Los rendimientos de las operaciones del Fondo, con deducción de las sumas destinadas a cubrir los costos de administración y los honorarios del fiduciario

d) Las cantidades que obtenga el Fondo por concepto de préstamos para obtener el cumplimiento de sus finalidades

Objetivo: Es fin del Fideicomiso que el Fiduciario otorgue créditos a los Estados de la Federación y Municipios de la República de escasos recursos, así como sus organismos descentralizados, a bajo tipo de interés y a mayores plazos que los predominantes en el mercado nacional de capitales, quienes los destinarán precisamente a realizar obras y servicios públicos productivos

Comité Técnico: Derivado de lo enmarcado en las reglas de operación del

Fondo y de conformidad con lo dispuesto en el oficio y contrato constitutivo, se indica que deberá integrarse un Comité Técnico del Fideicomiso con ocho miembros y un Comisario, de los cuales se designarán dos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, dos por la Secretaría de Programación y Presupuesto, dos por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y dos por el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C. El Comisario será designado por la Secretaría de la Contraloría General de la Federación. También se indica que serán Presidente y Secretario del Comité Técnico los representantes que al efecto designe la Secretaría que conforme a la Ley sea la coordinadora del sector al que se encuentre incorporado el Fondo, actuando como Prosecretario el designado por la Institución Fiduciaria

**Sujetos de Crédito:** Podrán ser sujetos de crédito del Fondo cualquier Estado o Municipio que requiera de obras de infraestructura básica y equipamiento urbano en localidades de hasta cien mil habitantes, excluidas las zonas conurbadas del Distrito Federal, Guadalajara y Monterrey

**Condiciones y obligaciones que deben cumplir los acreditados:** es requisito indispensable que las solicitudes presentadas al Comité Técnico para su aprobación contengan los estudios que demuestren la justificación socio-económica, técnica y financiera de los proyectos

Las solicitudes de financiamiento de obra son consecuencia de un proceso concertado de planeación, donde intervienen los diferentes niveles de Gobierno en el marco de los instrumentos jurídicos, establecidos por la Ley de Planeación y cuya resultante es la determinación de proyectos prioritarios, con capacidad de autofinanciamiento en cada Municipio

Para conceder un financiamiento, el FOMUN evalúa condiciones que de cumplirse, determinan la autorización del crédito. Y previo al cumplimiento de las formalidades legales del caso, observa de cerca la evaluación del proyecto en obra para garantizar la adecuada aplicación de los recursos

#### MONTOS, TASAS DE INTERES, PLAZOS DE AMORTIZACION Y EFICACION DE OBRAS

**Montos:** Los créditos FOMUN pueden cubrir hasta el cien por ciento del costo de la obra, incluyendo indirectos, escalamientos y los intereses que se causan durante el período de inversión. Es importante señalar que el cien por ciento de la obra ha ser financiada, estará restringida a los límites máximos de financiamiento autorizados por tipo de obra

**Tasas de interés y plazos de amortización:** Las tasas de interés de los créditos, así como sus plazos, son acordados por el Comité Técnico del Fondo y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, las cuales han variado de tiempo en tiempo

**Ejecución:** La ejecución de la obra se realiza a través de contratistas o por administración. En cualquiera de los casos, las obras que comprenden los proyectos quedan constituidas por prioridades municipales, por lo que su operación, mantenimiento y administración, así como las cuotas y

recuperaciones correspondientes son responsabilidad del Municipio, quien las cumple por el mismo o a través de entidades paramunicipales constituidas al efecto

Si la obra tiene alcance en varios municipios, el contrato puede concederse al Estado y la operación y administración de la obra la realiza generalmente una entidad paraestatal

## II VISITA DE RECONOCIMIENTO

## VISITA DE RECONOCIMIENTO

En este capítulo se tratarán de describir brevemente los objetivos que se persiguen durante una visita de reconocimiento de campo en la zona de trabajo, lo cual viene a ser un punto muy importante en el desarrollo de cualquier proyecto y más aún en proyectos de este tipo

Aun cuando se cuenta con la mayor información posible, al hacer la visita de reconocimiento se trata de verificar que realmente se cuenta con los elementos, que se tienen en los términos de referencia, así como recabar toda la información que pueda ser útil para la elaboración del proyecto

Además, en estas visitas de reconocimiento de campo se van a definir muchos aspectos que finalmente van a ser importantes para el proyecto, los cuales estarán influyendo definitivamente al momento de considerar el presupuesto para llevarlo a cabo

En nuestro caso, para la Ciudad de Miguel Alemán se efectuaron varios recorridos por las distintas vialidades del proyecto, con la finalidad de verificar si es adecuada la planeación que con anterioridad se había hecho, para realizar los trabajos de campo correspondientes a levantamientos topográficos; o bien, si existen otras posibilidades que puedan efectuarse en mejores condiciones; otro aspecto que de igual

manera tiene una gran importancia y es indispensable obtener información al respecto, es lo que se refiere, a los sentidos del escurrimiento pluvial, pues como la localidad no cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial, se deben considerar primordialmente dichos sentidos de escurrimiento, ya que el drenaje pluvial será superficial y no se deberá descuidar en el proyecto de las vialidades

Un aspecto más del que debemos percatarnos es el de definir precisamente la importancia de cada una de las vialidades para clasificarlas en primarias, secundarias, terciarias, o bien, andadores peatonales, estos últimos, por cierto, no fue necesario recurrir a ellos, porque en todas las calles de Miguel Alemán se cuenta con el espacio suficiente para hacer guarniciones y banquetas (las cuales serán tratadas en otro capítulo); de igual forma hay que planificar la forma en que habrán de ligarse las vialidades unas con otras

También, al efectuar estos recorridos por las diversas vialidades se trata de observar el tipo de suelo con el cual se cuenta, por las distintas zonas de la localidad, así como elegir los sitios en los que se deben hacer las perforaciones para los muestreos que habrán de probarse en el laboratorio, con el fin de tener buena precisión en el diseño de los pavimentos

De la misma manera es necesario localizar los sitios donde se encuentran ubicados los posibles bancos de materiales que proporcionen el abastecimiento de estos durante el desarrollo de la obra; los bancos de materiales se podrían describir brevemente de la siguiente manera:

En Ingeniería Civil, se le denomina banco de material, a todo depósito

natural de suelo, roca o agua que pueda ser utilizada en la construcción de una estructura. La localización adecuada de estos depósitos, influye determinantemente en el costo y la calidad de una obra. No todos los lugares son privilegiados en el aspecto de contar con buenos bancos, y en algunos casos estos ya se agotaron. Un aspecto económico muy importante, es que el material no se tenga que acarrear desde grandes distancias. Aquí es cuando conviene estudiar la posibilidad de mejorar o estabilizar un material que se encuentre fuera de las especificaciones, pero que esté en un lugar cercano a la obra

De igual forma y teniendo ya establecido que la superficie de rodamiento estará conformada por una carpeta asfáltica, también se deberá de localizar una planta de asfalto que pudiera suministrar los materiales requeridos para la obra

A continuación, presentamos resumidas las características más importantes que fue posible determinar durante la visita de reconocimiento de la zona de trabajo por medio de la observación y consulta con los habitantes de la localidad:

**Topografía.-** Como ya se había mencionado, en la Ciudad de Miguel Alemán, como en gran parte del norte del Estado de Tamaulipas, nos vamos a encontrar con un terreno sensiblemente plano, es decir, que cuenta con pendientes muy ligeras, que varían en un rango del 0 al 2%. Estas pendientes nos proporcionarían grandes ventajas para proyectar las vialidades, pues es muy adecuada en los tramos de longitud cercana a los 100m, pero no es lo mismo para los tramos que resultan más largos, porque esto representa graves problemas para el tendido de las redes tanto de

agua potable como de alcantarillado sanitario (que representan otros puntos contemplados para el plan de desarrollo urbano de esta localidad), estos problemas en el tendido de las redes traerían como consecuencia la necesidad de recurrir a estructuras especiales y con esto la elevación en el costo de las obras, tanto en la introducción del sistema, inclusión de dichas estructuras y mantenimiento en general de todo el sistema

En un tema posterior, trataremos con mayor profundidad el tema que se refiere a la topografía en la Ciudad de Miguel Alemán, pues es de gran importancia para solventar los problemas que se puedan presentar, como los descritos anteriormente y algunos otros que se deben evadir, por lo que se realizaron estudios topográficos a detalle que serán descritos en el capítulo 3

Clima.- Como ya se había establecido, en la mayor parte del Estado de Tamaulipas, el tipo de clima que impera es muy seco, y en la Ciudad de Miguel Alemán no es la excepción

El clima del Estado se divide principalmente en dos tipos: seco y semiseco, aunque una parte de él, la costa sureste (municipios de Soto la Marina, Aldama, Altamira, y Tampico), más bien entra en la clasificación de clima húmedo, pues en esta zona la precipitación pluvial media anual rebasa los 1000mm y la brisa del mar impregna el viento que surca las montañas

Todo lo cual resulta ser muy congruente con lo que anteriormente se mencionó en lo referente al clima de las localidades en la entidad

La precipitación pluvial media anual en la zona que comprende a la Ciudad de Miguel Alemán es apenas de 450MM, muy por debajo de los 1000MM que se tienen en la zona de la costa sureste; de ahí, la diferencia en la clasificación de los climas entre estas dos zonas

Drenaje pluvial.- En la actualidad, la Ciudad de Miguel Alemán no cuenta con este tipo de infraestructura, por lo cual, al ocurrir la precipitación está llevándose a cabo el drenaje pluvial por los drenes naturales existentes (arroyos, ríos, etc.), con las consecuencias que esto acarrea, como por ejemplo: deteriorar las terracerías con que se cuenta y por las cuales existe la circulación de los vehículos, acarreado los materiales hacia los drenes principales por donde fluye el agua, y elevando el nivel de azolves

Esos drenes naturales, son los que permiten el escurrimiento sobre el terreno hacia los dos drenes principales que son: el Río Bravo y el Arroyo Del Buey

Aunque también es cierto, que por las características topográficas que presenta este centro de población, realmente no está expuesto a posibles inundaciones que sean debidas a la precipitación pluvial; sólo en aquellos casos en que se llegara a desbordar el Río Bravo o también el llamado Arroyo Del Buey, se correría este riesgo, cosa que ya se había establecido con anterioridad

Alumbrado Público.- Realmente en la actualidad el alumbrado público con que cuenta la Ciudad de Miguel Alemán, es muy deficiente, pues si se

considera la cantidad de la población y se compara con respecto a la cantidad de lámparas que se tienen, el balance resulta muy desfavorable, como lo notaremos con los siguientes datos recopilados durante la visita de reconocimiento

Actualmente, el alumbrado público se encuentra a cargo del Ayuntamiento y solamente se tienen instaladas 404 lámparas de diversos tipos, las cuales son verdaderamente insuficientes; además, están concentradas en algunas zonas de la localidad, pues en varias de las colonias que existen, sobre todo las que han ido creciendo y creciendo más recientemente, no se cuenta con este servicio que puede considerarse entre los de prioridad en un programa de desarrollo urbano; las colonias que no cuentan con este servicio son las que a continuación enlistamos:

Colonia Buenos Aires, Electricistas, Guadalupe, Burócrata y Fraccionamiento Mezquital del Río. Como se puede apreciar, son varias las colonias que no tienen este tipo de servicio y además de que en ellas se encuentra asentada una buena parte de la población de esta localidad

Pavimentación.- El tipo de pavimento que más se encuentra en la Ciudad de Miguel Alemán es de asfalto, aunque en realidad la mayoría no se encuentra en condiciones óptimas, por lo que también es necesario efectuar el proyecto de sobre-carpeteo en algunas de estas vialidades, la mayor parte de éstas se localizan en la zona del centro, siendo las colonias que tienen este tipo de pavimento: el Fraccionamiento Jardines de San Germán, la colonia San Pedro y el módulo del INFONAVIT, en todo el resto de las colonias que se encuentran en la localidad no existen calles pavimentadas; en algunos casos, se pueden encontrar calles revestidas, lo

cual hace que sea posible el tener acceso a ellas en las épocas de lluvias, pero en la mayoría de las colonias no se tiene ningún tipo de tratamiento en sus calles, por lo que se presentan muchos problemas para tener acceso hacia esas zonas en épocas de lluvias

Inicialmente se hizo una inspección ocular sobre las obras viales existentes, en las cuales se determinó que no existen fallas de tipo estructural muy significativas. Por lo tanto, no fue necesario realizar estudios completos de diseño de pavimento, sólo se colocará una sobrecarpeta en esas vialidades

Redes de agua potable y de alcantarillado sanitario.- De la misma manera que en el punto anterior, estos elementos de la infraestructura de la localidad, prácticamente se presentan sólo en la zona del centro de la ciudad; según la información que se pudo recabar, estas instalaciones están en operación desde la década de los 50's, por lo cual, su vida útil se considera terminada; aunque una parte de las redes aún se encuentra en buenas condiciones para seguir funcionando, por lo tanto, únicamente se cambiarán algunos diámetros en las tuberías principales de la red de agua potable, así como en los colectores del alcantarillado sanitario, además de las ampliaciones que se harán en los dos sistemas con el fin de servir a toda la población de proyecto

Banquetas y Guarniciones.- La Ciudad de Miguel Alemán, presenta guarniciones y banquetas de concreto en las avenidas que integran el primer cuadro; y en algunas colonias que cuentan con este tipo de infraestructura como son: la colonia Barrera, aunque no en su totalidad y

el Fraccionamiento Jardín, en un alto porcentaje de sus arterias viales, encontrándose en su mayoría en buen estado

En el resto de la localidad se pueden encontrar pequeños tramos de guarniciones y banquetas, las cuales en la mayoría de los casos han sido construidas por los propietarios de los inmuebles de esas zonas

Es importante la construcción de las banquetas y guarniciones, para respetar los alineamientos, así como los niveles mínimos en las construcciones nuevas que pudieran desarrollarse posteriormente, por lo anterior, es indispensable considerar dentro de los proyectos de obras viales, las banquetas y guarniciones para la adecuación urbana de la localidad

Bancos de materiales.- En este aspecto la Ciudad de Miguel Alemán se puede considerar privilegiada, puesto que cuenta con los bancos de materiales suficientes para satisfacer la demanda que tendrán para llevar a cabo el proyecto

Ya que sobre la carretera que va hacia Monterrey, a unos tres kilómetros aproximadamente de este centro de población, se encuentra un banco del que se puede extraer material, tanto para la sub-base como para la base del pavimento. Además, por la carretera que conecta a esta localidad con la Ciudad de Reynosa, aproximadamente a dos kilómetros de Miguel Alemán, existe un banco de materiales, que puede proporcionar los materiales pétreos necesarios

Planta de asfalto.- Con respecto a la localización de las plantas de asfalto, se presentan problemas en este punto, pues actualmente la planta más cercana a la Ciudad de Miguel Alemán, que existe, se encuentra en la Ciudad de Monterrey, es decir, a unos 175 kilómetros aproximadamente; lo cual representa un obstáculo extra, porque como se dijo antes, el hecho de acarrear los materiales desde grandes distancias encarece los proyectos y puede disminuir notablemente la eficiencia

Por lo cual, se recomienda instalar una planta de asfalto más cercana a la localidad, haciendo la consideración de que no solamente es aplicable un proyecto de esta naturaleza para la Ciudad de Miguel Alemán, sino también en otras localidades que tienen igualmente el rango de cabeceras municipales, y que están situadas en zonas aledañas, que también han sido contempladas por la Secretaría de Asentamientos Humanos Obras y Servicios Públicos del Estado de Tamaulipas, para apoyar su desarrollo urbano

Asimismo, durante los recorridos que se realizaron por la localidad, se pudieron observar diversos lugares, conciderando que lo más factible para utilizar como sitios de tiro de material de desecho, producto de las excavaciones, sería en la ribera del Río Bravo, aguas abajo de la Ciudad Miguel Alemán, ya que no va a interferir en la elaboración de otros trabajos y además la distancia a la que deberá acarreararse el material no es muy grande; con lo que se cubren otros objetivos

### III ESTUDIOS PRELIMINARES

## ESTUDIOS PRELIMINARES

### ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

De acuerdo con la información que se tenía y todos los detalles que se pudieron observar durante los recorridos realizados en la visita de reconocimiento, se definió claramente la forma del recorrido que se había de seguir en los levantamientos topográficos a realizar durante esta etapa

### TRABAJOS DE CAMPO

La primera fase son los levantamientos topográficos que consiste en la dotación de la planimetría y altimetría del terreno en el cual se llevará a cabo el desarrollo urbano

Con este levantamiento es posible a través de un plano contar con los

datos y registros referentes al relieve, geometría del terreno y los diferentes elementos fijos existentes como son postes, líneas de alta tensión, conducciones, cauces, construcciones existentes y demás características físicas del terreno, la cual es una valiosa e imprescindible información para la realización del diseño urbano

#### TRAZO DEFINITIVO POR EL EJE

Una vez que se realiza la planeación correspondiente, de acuerdo con los puntos ya referidos, se realizó el trazo; el cual debe ser por el eje de todas las vialidades, siempre que sea posible, pues en algunas ocasiones con ciertos obstáculos que se presentaron, fue necesario variar un poco el trazo hacia algún lado, dicho trazo del eje de las vialidades se hizo a cada 20 metros y puntos de interés para el proyecto, tales como: intersecciones con calles, bocacalles, cruzamiento con arroyos y cambios bruscos de pendiente y/o dirección

Para el desarrollo de esta actividad se utilizó un tránsito de 20" de aproximación y una cinta metálica, que proporcionan una precisión adecuada al tipo de trabajo

En el trazo definitivo por el eje de las vialidades, se fijaron los PI's (Puntos de Inflexión), ubicados al centro de los cruces de las calles siempre que fuera posible, salvo a causas de deflexiones, estrechamientos o bien porque la intensidad del tránsito vehicular no lo permitía

#### REFERENCIACION DE LOS PUNTOS DE INFLEXION

Con el propósito de poder reponer el trazo en caso de ser necesario, los PI's que fueron señalados en el trazo se referenciaron a dos elementos fijos existentes como postes, árboles, etc. En caso que no existieran estos, las referenciaciones se harán a clavos sobre trompos debidamente colocados, o a mojoneras

#### NIVELACION DEL EJE DEFINITIVO

La nivelación del trazo se realizó una vez que se efectuó la liga al banco de nivel conocido en la localidad, para fijar otro banco de nivel al inicio del trazo de la vialidad; posteriormente, ya conociendo esa elevación se procedió a hacer la nivelación sobre los puntos indicados en el trazo; a cada 20 metros, en las intersecciones con otras calles, bocacalles y en puntos en que el terreno mostrara algún accidente que tuviera cambios importantes o fallas que fuera necesario tener en el perfil. Así se avanzaba aproximadamente 500 metros cada vez, y se procedía a fijar otro banco de nivel sobre las vialidades en lugares fijos e inamovibles (como orillas de banqueta en caso de que existieran o bien en las esquinas de los paramentos), y visibles; efectuando un chequeo por el método de ida y vuelta, siempre debiendo cumplir con la

tolerancia que ha sido especificada y que es de 1 cm/Km nivelado. La nivelación se efectúa utilizando un nivel fijo automático que da la precisión adecuada para estos trabajos

#### LEVANTAMIENTO DE SECCIONES TRANSVERSALES

De la misma forma y sobre las mismas estaciones que se utilizaron en la nivelación, se realiza el levantamiento de las secciones transversales, las cuales, sobre los cadenamientos que están a cada 20m se hacen de paramento a paramento, pues ya se encuentran construcciones en la mayoría de los terrenos situados sobre las calles; pero en cambio, en todas aquellas estaciones donde fue posible realizar el levantamiento con mayor amplitud, así se hacía, como por ejemplo: en las intersecciones con otras vialidades; en algunos terrenos baldíos; o bien, en algunos puntos de especial interés para la elaboración del proyecto

Durante el desarrollo de esta actividad, fue posible obtener la información referente a la ubicación de paramentos, guarniciones y/o banquetas, líneas de conducción, de postes y demás elementos fijos que tengan interés, en caso de que dichos elementos existan

Esto se hace con objeto de tener la posibilidad de definir con argumentos válidos los anchos que deberán tener las vialidades, pues como ya se ha mencionado, ya se encuentran construidos casi en su totalidad los predios ubicados sobre las calles; también, sirve para definir en algunos casos las posibles formas del bombeo con que deberán contar las vialidades.

Para la realización de esta actividad, se emplean: un nivel fijo automático y una cinta de tela para obtener la precisión adecuada.

#### PLANIMETRIA

Para este caso no fue necesario realizar el levantamiento topográfico para obtener la planimetría, pues por lo que ya se ha mencionado referente a las construcciones que existen en la Ciudad de Miguel Alemán, ya se encuentran bien definidas las características geométricas de las vialidades

#### TRABAJOS DE GABINETE

Una vez que se habían realizado los trabajos topográficos de campo, se procedió a efectuar los cálculos de gabinete referentes a la comprobación del trazo, así como la nivelación de los perfiles de los ejes de las vialidades y su comprobación (verificando que efectivamente se cumpla con la tolerancia especificada para este tipo de trabajo), igualmente para las secciones transversales

Posteriormente, se efectuó el dibujo de los perfiles para las vialidades del proyecto, en papel milimétrico, sobre el cual finalmente, se habrá de proyectar la subrasante de las vialidades, lo cual representa el objetivo

que se persigue

Siguiendo un procedimiento similar al que se emplea en la nivelación, se calcularon las secciones transversales para posteriormente, dibujarlas en papel milimétrico; sobre éste finalmente se va a proyectar la sección constructiva (cajón de terracería), considerando las elevaciones que se fijan para cada estación, de acuerdo con el proyecto de la subrasante que se tiene en el perfil de la vialidad correspondiente

En el "Anexo I" se presentan, a manera de ilustración, registros del trazo, nivelación y secciones transversales de una de las vialidades contempladas en el proyecto; así como también se presentan el perfil y las secciones transversales de dicha vialidad, en el "Anexo de Planos"

**ANEXO I**



NIVELACION DE LA CALLE A. ALZATE													
EST.	P.V.	(+)	-	(-)	UNIAS								
	BN 2	1.494	101.953		100.464								
0+000				1.41	100.548								
0+005				1.41	100.55								
0+020				1.40	100.56								
0+040				1.34	100.62								
0+060				1.31	100.65								
0+066.80	B.C.			1.21	100.75								
0+071.14	P.T.3			1.20	100.758								
0+076.80	B.C.			1.43	100.53								
0+080				1.41	100.55								
0+100				1.21	100.75								
	P.L.	1.684	102.464	1.178	100.280								
0+120				1.89	100.57								
0+140				1.76	100.70								
0+151.12	B.C.			1.69	100.77								
0+155.17	P.T.4			1.59	100.874								
0+160	B.C.			1.52	100.94								
0+180				1.50	100.96								
0+200				1.47	100.99								
0+220				1.42	101.04								
0+220.80	B.C.			1.43	101.03								
0+224.91	P.T.5			1.41	101.054								
0+229.91	B.C.			1.41	101.054								

REGISTRO DE LA NIVELACION DE LA CALLE ANTONIO ALZATE

(CONTINUACION)						CHECK	
NIVELACION DE LA CALLE A. ALZATE							
EST.	P. V.	(+)	≠	(-)	COTAS	(+)	(-)
Q+240				1.41	101.05	1.494	1.178
Q+260				1.42	101.04	1.684	1.399
Q+280				1.40	101.06	0.792	2.129
Q+290.60	B.C.			1.47	100.99		
Q+295.46	P.T. 6			1.43	101.034	3.970	4.706
Q+299.71	B.C.			1.46	101.00		-0.736
	P.I.	0.792	101.857	1.399	101.065		
Q+300				0.86	101.00		
Q+320				0.83	101.03		
Q+340				0.84	101.02	B.N. 2' 0.721	
Q+360				0.97	100.89	P.L. 1.409	0.409
Q+361.60	B.C.			0.92	100.94	P.L. 1.358	0.518
Q+366.00	P.T. 7			0.93	100.927		1.829
Q+370.05	B.C.			1.05	100.81	3.488	
Q+380				1.25	100.61		2.756
Q+400				1.40	100.46	+0.732	
Q+420				1.41	100.45		
Q+429.10	B.C.			1.47	100.39		
Q+435.15	P.I. 8			1.245	100.612	Desnivel BN-2' - BN-2' =	-0.736
Q+440	B.C.			1.63	100.23	Desnivel BN-2' - BN-2' =	+0.732
Q+460				1.95	99.91	Desnivel Promedio =	0.734
Q+480				2.11	99.75		
Q+484.50				2.10	99.76	Elevación BN-2' compensada =	99.730
	B.N.-2'			2.129	99.723		

REGISTRO DE NIVELACION DE LA CALLE ANTONIO ALZATE Y CHEQUEO

MARGEN IZQUIERDA					MARGEN DERECHA						
EST.	P.V.	(+)	∩	(-)	COTAS	EST.	P.V.	(+)	∩	(-)	COTAS
0+280		1.50	102.56		101.06	0+280		1.50	102.56		101.06
5.70	G			1.51	101.05	5.10				1.50	101.06
5.70	G			1.47	101.09	6.40				1.45	101.11
7.10	P			1.46	101.10						
0+29060	B.C.	1.50	102.49		100.99	0+29060	B.C.	1.50	102.49		100.99
5.70	G			1.49	101.00	4.90	G			1.49	101.00
5.70	G			1.37	101.12	4.90	G			1.29	101.20
7.20	P			1.37	101.12	6.30	P			1.29	101.20
0+29546	PI. 6	1.50	102.53		101.034	0+29546	PI. 6	1.50	102.53		101.034
5.60				1.52	101.01	5.30				1.45	101.08
6.70				1.55	100.98	6.30				1.47	101.06
0+29971	B.C.	1.50	102.50		101.00	0+29971	B.C.	1.50	102.50		101.00
0+300					101.00	0+300					101.00
5.40				1.54	100.96	5.40	G			1.40	101.10
6.70				1.54	100.96	5.40	G			1.22	101.28
						6.60	P			1.22	101.28
0+320		1.50	102.53		101.03	0+320		1.50	102.53		101.03
5.20	G			1.60	100.93	5.40	G			1.43	101.10
5.20	G			1.42	101.11	5.40	G			1.30	101.23
6.00	P			1.42	101.11	7.80	P			1.30	101.23

REGISTRO DE SECCIONES TRANSVERSALES DE LA CALLE ANTONIO ALZATE

## ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS

Los estudios de Mecánica de Suelos nos permiten tener conocimiento del suelo, sobre el cual se desplantará cualquier tipo de estructura, por lo cual resulta imposible realizar un diseño óptimo de una cimentación o estructura térrea sin haber llevado a cabo un estudio de Mecánica de Suelos

En México para la clasificación de suelos se ha optado por utilizar el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), propuesto por el profesor A. Casagrande

Las principales etapas que se comprenden en un estudio de Mecánica de Suelos son los siguientes: Exploración y Muestreo, y las pruebas de laboratorio aplicables a las muestras obtenidas; con esto se tienen los reportes de resultados en los cuales se deberán basar los proyectos a realizar

## EXPLORACION Y MUESTREO

De los diversos métodos de exploración que existen, el que mejor se adapta para las necesidades de este tipo de proyectos es el de la excavación de pozos a cielo abierto ( P.C.A. )

Estas exploraciones son manuales mediante la utilización de pico y pala, no se deberá excavar en materiales que no sean atacables con este tipo de herramientas; o abajo del nivel de aguas freáticas

Existen dos tipos de muestreo: el muestreo alterado y el muestreo inalterado. La decisión de tomar uno u otro tipo de muestra, estará en función de las finalidades para las cuales se van a obtener dichas muestras

Las muestras alteradas se deberán obtener cuando se requiere hacer un estudio de bancos de materiales o para el diseño de pavimentos; que es el caso que nos ocupa

La característica de este tipo de muestreo, es el que no se tienen precauciones para no alterar las condiciones "in situ" del suelo por muestrear, simplemente se alteran estas condiciones al tomar la muestra

El muestreo alterado puede ser integral o por estratos, según las necesidades; por ejemplo: para muestreo de bancos de materiales se debe realizar un muestreo alterado integral; y en cambio para el estudio de desplante de un pavimento la muestra será alterada por estratos

En la Ciudad de Miguel Alemán, durante la etapa de exploración y muestreo se realizaron excavaciones de pozos a cielo abierto, con dimensiones de 2.0x1.0x2.0 metros; de longitud, ancho y profundidad, respectivamente

#### PRUEBAS DE LABORATORIO

Las pruebas que se habrían de ejecutar a las muestras obtenidas en las excavaciones de los pozos a cielo abierto, realizados sobre los ejes de las vialidades que fueron seleccionadas durante los recorridos de la visita de reconocimiento ; son los siguientes:

- Análisis Granulométrico
- Límites de Consistencia
- Valor Relativo de Soporte ( VRS )
- Compactación Proctor

Para el diseño de las capas que componen el pavimento, se deberán de utilizar los resultados que se obtengan en las pruebas de laboratorio, considerando también los estudios de los bancos de materiales

El resumen de los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio se presenta en las tablas del "Anexo II"

## ANEXO II

### REPORTE DE TERRACERIA

PROCEDENCIA MIGUEL ALEMAN, TAM. No. REPORTE 22.-  
 LOCALIZACION CALLES VARIAS. FECHA \_\_\_\_\_

IDENTIFICACION					
Número de Ensayo	202		203		204
Estación	CALLES	20 DE NOV.	RIO SOTOLA MARINA		UNO
CARACTERISTICAS DE MATERIAL					
Tamaño máximo	No. 4		No. 4		No. 4
% que pasa malla 4	100		100		100
% que pasa malla 40	100		100		100
% que pasa malla 200	71		85		68
Equivalente de Humedad de Campo					
Límite Líquido	19.4		37.2		24.2
Índice Plástico	9.4		12.2		7.7
Contracción Lineal	2.8		4.2		2.3
P.V.S. Suelto, Kg./m <sup>3</sup>	1183		114		1137
P.V.S. máximo	1770		1735		1840
Humedad Óptima, %	15.9		17.4		18.1
Humedad Natural, %	12.3		7.6		11.1
Capacidad del lugar, %					
ESTUDIOS DE ESPESORES					
Tipo de Prueba	VARIANTE II				
Curva de Proyecto	II Y III				
% de Compactación	90		90		90
Humedad de Prueba %	18.9		20.4		21.1
Valor Soporte	6 2		2.94		2.94
Espesor Requerido cms.	35		45		50
Espesor Actual cms.					
Espesor Faltante, cms.			3.0		
VRS. STANDAR					

### REPORTE DE TERRACERIA

PROCEDENCIA MIGUEL ALEMAN, TAM. No. REPORTE 23.-  
 LOCALIZACION CALLES VARIAS. FECHA \_\_\_\_\_

IDENTIFICACION					
Número de Ensaye	205		206		
Estación	CALLES	SEPTIMA	P. AMISTAD		
CARACTERISTICAS DE MATERIAL					
Tamaño máximo	No. 4		No. 4		
% que pasa malla 4	100		100		
% que pasa malla 40	100		100		
% que pasa malla 200	86		84		
Equivalente de Humedad de Campo					
Límite Líquido	28.4		25.6		
Índice Plástico	13.2		10.7		
Contracción Lineal	4.5		3.8		
P.V.S. Suelto, Kg./m <sup>3</sup>	1190		1171		
P.V.S. máximo	1760		1730		
Humedad Óptima, %	16.2		16.1		
Humedad Natural, %	9.7		12.9		
Capacidad del lugar, %					
ESTUDIOS DE ESPESORES					
Tipo de Prueba	VARIANTE II				
Curva de Proyecto	II	Y	III.		
% de Compacción	90		90		
Humedad de Prueba, %	19.2		19.1		
Valor Soporte	5.51		4.85		
Espesor Requerido, cms	36		40		
Espesor Actual, cms.					
Espesor Faltante, cms. VRS STANDAR	12.2				

#### **IV PROYECTO DE VIALIDADES**

## PROYECTO DE VIALIDADES

En este tema se tratará de describir cada uno de los elementos que están comprendidos en el proyecto, para lo cual es necesario contar con los resultados que fueron obtenidos en los estudios preliminares que se realizaron, eligiendo además el criterio de diseño que sea más adecuado para estos propósitos. Así como el catálogo de conceptos que se incluyen en el proyecto, las cantidades de la obra, los volúmenes de materiales y precios unitarios

Finalmente se presentan las especificaciones de construcción que se deberán de cumplir durante la ejecución de la obra, además del equipo que se propone para realizar la obra

## PROYECTO DE PAVIMENTOS

Se define como pavimento, al conjunto de las capas aplicadas sobre el terreno de cimentación o subrasante, que constituyen una obra vial

De acuerdo con la superficie de rodamiento los pavimentos se pueden

clasificar en varios tipos como son: de concreto asfáltico (flexibles), concreto hidráulico (rígidos), adoquinados y empedrados (de piedra bola o braza). Los términos "flexibles y rígidos" utilizados a veces para los dos primeros tipos de pavimentos mencionados, pueden considerarse aplicables sólo en un sentido puramente comparativo.

A la sección del tipo y espesor adecuado del pavimento seleccionado; basándose en la calidad y naturaleza del terreno y el tipo e intensidad del tránsito, se le denomina diseño del pavimento.

#### DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Los problemas del diseño de pavimentos flexibles son en cierto modo parecidos a los del diseño estructural, por ejemplo: Un puente debe soportar las cargas a las que estará sometido, mediante la transmisión de éstas a través de cargas sucesivas a la cimentación que se encuentra por debajo del mismo. Similarmente, una estructura de pavimentos debe soportar al vehículo con su carga sobre su superficie y debe transmitirla a través de capas sucesivas hasta el terreno natural o subrasante sobre el cual descansa. Las estructuras de puentes normalmente se construyen de acero, concreto hidráulico o madera cuyas propiedades son razonablemente predecibles, sin embargo, los pavimentos se construyen de materiales cuyas propiedades elasto-plásticas varían ampliamente y a propósito de las cuales todavía se desconoce mucho.

A la estructura del pavimento se aplican las cargas de las ruedas de los vehículos que pueden alcanzar el número hasta de varios millones durante un periodo de años. Cada vez que una carga pasa, ocurre alguna deformación

de la superficie y de las capas inferiores. Si la carga es excesiva, sus aplicaciones repetidas ocasionarán asperezas y agrietamientos que finalmente conducen a un hundimiento considerable

Estas deformaciones del pavimento pueden ser las siguientes:

1.- Deformación Elástica.- Ocurre cuando la carga viva o de rueda deforma temporalmente los materiales del terreno natural o subrasante y comprime el aire que llena los huecos del pavimento. En la deformación verdaderamente elástica, la superficie recupera su posición original después de que la carga pasa, de modo que no se produce una deformación permanente, aún bajo aplicaciones repetidas de carga

2.- Deformación por Consolidación.- Ocurre cuando la carga produce una presión suficientemente elevada en los poros del suelo para expulsar parte del aire y del agua; así se consolida el material. Aunque la consolidación que resulta de una aplicación de una carga móvil de rueda es pequeña, la deformación es permanente. Progresiva con las repeticiones de carga hasta que las capas afectadas se consoliden. El hundimiento puede no ser de grandes consecuencias si el tránsito está bien distribuido y el pavimento se asienta uniformemente como un todo

3.- Deformación Plástica.- Ocurre cuando la presión del fluido dentro de los poros de los materiales del pavimento y la subrasante se combinan con fuerzas producidas por la carga para desplazar el material

La deformación plástica es progresiva bajo la repetición de la carga y constituye la causa principal del hundimiento de las superficies del pavimento

En virtud de que la mayor parte de los materiales utilizados en la construcción de pavimentos se deforman plásticamente o por consolidación, no puede abordarse un estudio teórico satisfactorio del problema del diseño del pavimento, basándose en la Teoría Elástica. Aunque parece que los esfuerzos reales que se producen bajo el tránsito en la estructura del pavimento deben deducirse con precisión razonable en la hipótesis del comportamiento elástico, las deformaciones permanentes deben estimarse experimentalmente por pruebas de repetición de carga

En este último aspecto los trabajos realizados solamente han permitido llegar a conclusiones útiles en relación con las propiedades relativas de distribución de carga de los diferentes materiales

Los métodos teóricos para el diseño de pavimentos se basan con frecuencia en la ecuación de Boussinesq para determinar los esfuerzos bajo una carga concentrada de una masa infinita, homogénea e isotrópica. Llegando a ecuaciones finales para el cálculo de espesores, cuyo desarrollo depende de factores y coeficientes que se suponen basados en la teoría elástica, que no es compatible para los materiales que se utilizan en la construcción de pavimentos

Por las razones expuestas anteriormente y en virtud de que no se ha llegado a desarrollar un método científico para el diseño de pavimentos flexibles, los métodos de diseño normalmente empleados son empíricos y están basados en gran parte en la observación cuidadosa de experiencias y fallas complementados a veces por las informaciones de las pruebas realizadas en caminos y tramos experimentales, en los que se usan diversas combinaciones de materiales y espesores de capas

Algunos métodos dependen de pruebas físicas o clasificaciones de suelos que se realizan con gráficas o fórmulas para determinar los espesores de las capas del pavimento, pero no todos toman en cuenta las diferentes propiedades de los materiales que lo componen y como distribuyen las cargas

La condición primordial que debe cumplir un pavimento "bien diseñado" es que las cargas inducidas por el tránsito, transmitidas de unas capas a otras y a la subrasante, sean tales que produzcan durante la vida probable de un pavimento, "una deformación aceptable" (25mm máximo)

Sin duda el diseño de pavimentos comprende mucho más que sustituir datos en una fórmula o tomar valores de una gráfica de diseño, pues deberá contar en gran parte la experiencia y el criterio para elegir el método adecuado que se adapte a las condiciones específicas de cada obra

A continuación, se citan algunos métodos empíricos de los más comunes en el diseño de pavimentos y se describe el método empleado para el diseño del pavimento en la Ciudad de Miguel Alemán

- Método del Índice del Grupo
- Método de la Resistencia al Esfuerzo Cortante
- Método del Establecimiento de Hveem
- Métodos Varios; (Michigan, Triaxiales, Resist. de Placa, etc)
- Método del Valor Relativo de Soporte de California (C.B.R.)

Este último fue el método que se empleó para el diseño al que nos referimos, por lo cual se explica brevemente enseguida:

Valor Relativo de Soporte de California.- Este método de diseño tuvo su origen en California y está basado en la capacidad de sustentación o Valor Relativo de Soporte del terreno o subrasante (determinada mediante una prueba de penetración) que se relaciona con el espesor necesario en estructura de pavimento, mediante una serie de curvas de proyecto correspondientes a diferentes volúmenes de tránsito.

Estas curvas de proyecto se basan solamente en las experiencias y por consiguiente, pueden modificarse periódicamente

También existen variantes en este método, ya que algunos criterios dan curvas para obtener los espesores totales del pavimento, otros que determinan espesores de base y carpeta asfáltica y otros más con los que se obtienen espesores de sub-base y base (Instituto del Asfalto Manual Serie MSI).

Para desarrollar este método de diseño, será necesario seguir los siguientes pasos:

- 1.- Determinación del Valor Relativo de Soporte del terreno natural o subrasante

Las pruebas para la determinación del Soporte del terreno se harán en el laboratorio, sobre muestras remoldeadas que presenten características de compactación y humedad muy aproximada a las que vayan a tener en la obra

Normalmente los Valores de Soporte del terreno o subrasante para diseño se obtendrán sobre muestras que presenten una compactación de 90% de su peso volumétrico seco máximo (PUSH), que es el grado mínimo especificado para terracerías y una humedad igual a la óptima más el 3% para prevenir defectos del drenaje.

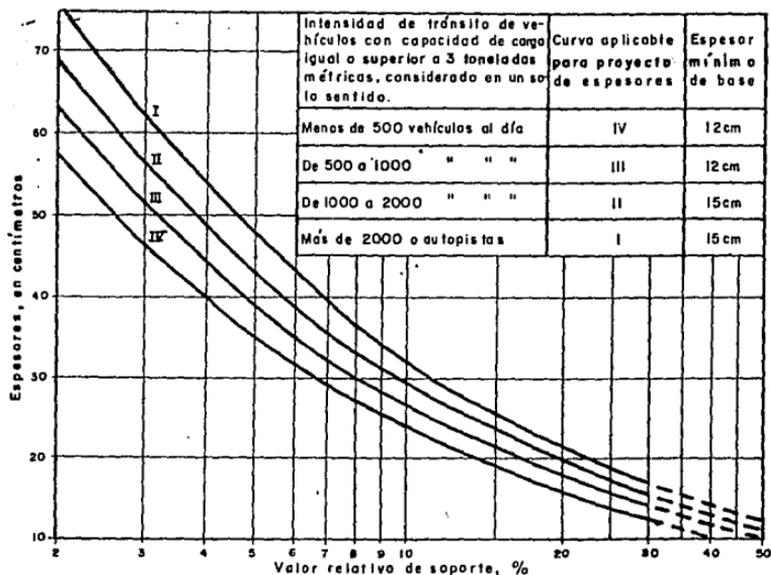
## 2.- Tipo e Intensidad del Tránsito.

Para la aplicación del Valor Relativo de Soporte de California el tránsito influye en la siguiente forma: se toma en cuenta una carga de vehículos de más de 3 Ton. de peso y su intensidad diaria por carril y en un solo sentido.

## 3.- Gráfica para la obtención de los espesores del pavimento.

Los espesores del pavimento (sub-base más base) se sacan con el Valor Relativo de Soporte, del terreno natural o subrasante o intensidad de tránsito de vehículos de más de 3 Ton. de peso. Tomada del Instituto de Asfalto Manual Serie MSI. (fig. 4.1).

FIG. 4.1



Curvas para calcular el espesor mínimo de sub-base más base, en pavimentos flexibles para caminos en función del V.R.S. de la sub-rasante, según la práctica S.Q.P.

Espesores de pavimentos en carreteras según el V.R.S.

Como podrá observarse en la gráfica propuesta, teniendo el Valor Relativo de Soporte de diseño de la subrasante y la intensidad del tránsito, se podrá obtener el espesor total de sub-base más base (no se considera la carpeta asfáltica).

Las capas que componen el pavimento no tienen que ser de la misma calidad, pues cuanto más profunda se encuentre una capa, podrá ser menos resistente, porque las cargas unitarias que a ella se transmiten serán más reducidas.

De acuerdo con las investigaciones que se han realizado en los últimos años, se han hecho observaciones con respecto a algunas fallas del método de diseño del Valor Relativo de Soporte de California que en términos generales son las siguientes:

- a) La determinación del Valor Relativo de Soporte de la subrasante efectuada en el laboratorio de acuerdo con estudios realizados no tiene correlación directa con el Valor Relativo de Soporte crítico en el campo.
- b) No toma en cuenta las variaciones de la tasa de crecimiento del tránsito.

c) La intensidad del tránsito en el límite superior es abierto pasando de 3,500 vehículos al día en un solo sentido.

d) La carga del tránsito marca camiones de más de 3 Ton., también como límite abierto hacia arriba.

A pesar de las observaciones anteriores se hace notar que el método de diseño de espesores de pavimento, Valor Relativo de Soporte de California actualmente es el más empleado en los Estados Unidos, Inglaterra y México (SAHOP y DDF) en virtud de que periódicamente se han realizado modificaciones en las gráficas de diseño, basadas en pruebas experimentales en tramos de carreteras.

Diseño de espesores de pavimento por el método de el Valor Relativo de Soporte de California para las vialidades contempladas.

De acuerdo con los estudios de Mecánica de Suelos que se realizaron para Miguel Alemán, se obtuvieron los Valores Relativos de Soporte, modificados al 90% y con una humedad óptima más el 3%, que se presentaron enseguida:

Calle	V.R.S.
Séptima	5.51
Presa la Amistad	4.85
20 de Noviembre	6.20
Río Soto la Marina	2.94
Uno	2.94

Con lo cual se procede a diseñar los espesores de pavimento de la forma siguiente:

Para las calles con poco tránsito, se considera al criterio de obtener el promedio de los valores obtenidos y multiplicar por 90% en la forma siguiente:

1.- El promedio obtenido del Valor Relativo de Soporte será de 4.49, multiplicado por 90% es igual a 4.04, se considera 4.00 para tener margen de seguridad.

2.- Se considera la curva IV (gráfica de la figura 4.1) de menos de 500 vehículos al día.

3.- Se obtendrá en la gráfica propuesta un espesor de sub-base más base de 40 cm.

4.- La distribución de las capas se hizo de la siguiente manera:

Carpeta Asfáltica	5 cm. (no se considera en la suma)
Base	15 cm.
Sub-base	25 cm.
Espesor total de	
Sub-base y base	40 cm.

#### DISEÑO DE SOBRE CARPETA ASFÁLTICA (RECARPETED)

Como se había mencionado antes, en la Ciudad de Miguel Alemán existen algunas calles que se encuentran con pavimento, sobre todo en las zona del centro, pero debido al rápido crecimiento en el número de vehículos, muchos de los pavimentos existentes están soportando volumen, peso y velocidad que están muy por encima de lo que se tenía previsto cuando se construyeron.

Algunos pavimentos requieren únicamente reparación superficial, otros presentan fallas estructurales que deberán de restaurarse por medio de sobre carpetas asfálticas, las cuales se basarán en un diseño para determinar los espesores adecuados, de acuerdo con las condiciones estructurales del pavimento actual en funcionamiento y la carga e intensidad del tránsito.

Después de ver que el tipo de falla estructural que se presenta (asentamientos, rebotes, grietas y "piel de cocodrilo", etc.), es en un porcentaje no muy alto; que realmente no requiere de un proyecto nuevo, solamente se recomienda una sobre-carpeta que tenga 5 cm. de espesor.

#### PROYECTO DE SUBRASANTE.

Una vez que se haya realizado el proyecto de pavimentos, como se considera una sola sección de construcción para todas las vialidades con el fin de no variar los diseños del pavimento, se conoce con precisión el espesor que debe tener la sección tipo del pavimento, se procede a proyectar la subrasante de acuerdo con los niveles que se tienen en los paramentos y considerando dicho espesor.

Es necesario considerar la clasificación de las vialidades, en este caso sólo las calles Miguel Hidalgo, Emiliano Zapata, el Boulevard que va a la carretera a Monterrey y la carretera a Reynosa, se consideraron como

vialidades primarias; el resto serian vialidades secundarias. Asimismo se fijaron los inicios y terminaciones de cada una de las calles, con el fin de respetar la importancia de las vialidades, así como diseñar su interconexión

También, de acuerdo con las observaciones realizadas durante la visita de reconocimiento, en un plano de la planta general de Ciudad Miguel Alemán, se indicaron los sentidos de escurrimiento del agua pluvial, cuyo objetivo es verificar que efectivamente sea drenada toda el agua hacia los drenes por donde será desalojada, evitando posibles inundaciones dentro de la localidad.

Posteriormente, sobre el dibujo de los perfiles de cada una de las vialidades se efectúan los proyectos de las subrasantes, haciendo las consideraciones ya mencionadas; además, en las bocacalles es necesario tomar en cuenta cuál de las calles que cruzaban, tiene la mayor pendiente; esto, con objetivo de mandar por ahí el escurrimiento del agua para que el desalojo sea más rápido. Sin olvidarse, que al efectuar el proyecto de la subrasante, se tiene que hacer todo lo posible para que en la conformación de la terracería se hagan excavaciones o bien terraplenes, de manera que se eviten al máximo grandes movimientos de tierras, tratando de equilibrar las curvas masas.

Por otra parte, en algunas de las calles donde existían cambios de pendiente un tanto bruscos, es necesario realizar diseños de curvas verticales para que las vialidades tengan más agilidad en el tránsito de

los vehículos. Cuando esos cambios de pendiente no son significativos, se pueden dejar los pavimentos existentes, pues la presencia de un punto de inflexión así, no afecta el desarrollo del proyecto ni tampoco el flujo vehicular.

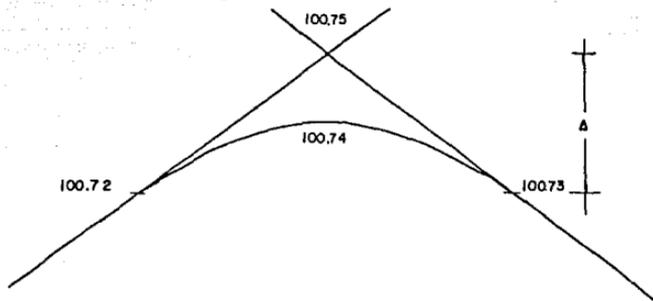
Como las pendientes son muy ligeras en el terreno de la Ciudad de Miguel Alemán, para el diseño de las curvas verticales se tomaron cuerdas de 20 m. de longitud, como se puede apreciar en el ejemplo que aquí se presenta:

Cálculo de una curva vertical: con las pendientes que tienen las tangentes de entrada y salida de las curvas, se localiza el punto de intersección (PI) entre ellas, y se fijan a los 10 m. de distancia tanto en el punto de inicio de la curva (PIV), como el punto de terminación de la curva (PTV), atrás y adelante respectivamente; con esas mismas pendientes se calcula el desnivel entre las tangentes, ya sea en el PIV o bien en el PTV, dicho desnivel se denomina D; ésta se divide entre 4 para obtener un valor, el cual será sumando o restando a la elevación del PI, dependiendo de la curva de que se trate; sea cóncava o convexa, según corresponda. Al realizar esta operación, se obtiene la elevación de la subrasante en la estación del PI. (fig. 4.2)

Una vez que ya se tenía proyectada la subrasante en los perfiles de las vialidades, se procedió a sobreponer las secciones de diseño de subrasante con el ancho del cajón (sección de construcción) adecuado, para cada una de las calles, en las secciones transversales del terreno natural.

ESTA TESIS NO DEBE  
SER DE LA PROPIEDAD

FIG. 4.2



$$\Delta = 100.77 - 100.73 = 0.004$$

$$\frac{\Delta}{4} = \frac{0.004}{4} = 0.001$$

∴ LA ELEVACION DE LA SUBRASANTE SERA :

$$100.75 - 0.010 = 100.74$$

En estas secciones de construcción para la subrasante ya está considerado el 2% de pendiente para el bombeo, a partir de la corona de la terracería. Una vez que se haya cubierto esta actividad, es posible obtener de la sobreposición de las secciones, las áreas ya sea de corte o terraplen para cada una de las estaciones seccionadas.

#### PROYECTO DE GUARNICIONES Y BANQUETAS.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los estudios de Mécanica de Suelos, se deduce que en cuanto al aspecto que se refiere al relleno para las banquetas, debe ser en capas de 20 cm. máximo de espesor. La pendiente que deberán tener las banquetas será del 2%; para el desalojo del agua pluvial.

El concreto hidráulico que se ha de emplear para el firme de las banquetas debe ser con un  $f'_{c} = 150 \text{ kg/cm}^2$ , con un revenimiento de 6 a 8 cm. y con un espesor de 5 cm.

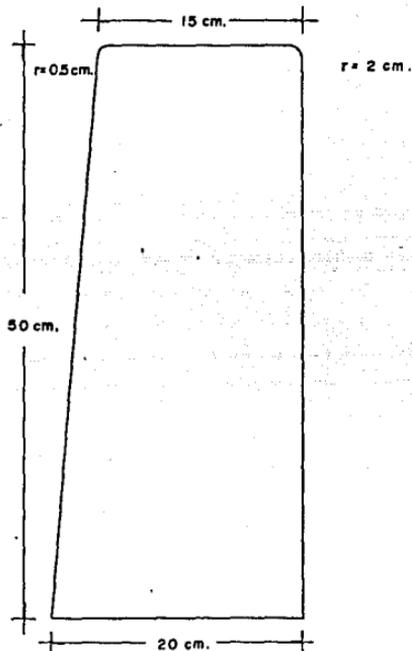
Las guarniciones que se recomiendan para emplear en la ejecución del proyecto son las coladas en sitio, por considerar que ofrecen más ventajas en cuanto a economía y adecuación a las características que se presentan en la localidad. El concreto hidráulico será el mismo que se

emplea para las banquetas.

81

La sección de las guarniciones deberá de contar con las siguientes dimensiones ( ver fig. 4.3), siempre que sea posible, pues según los niveles de los paramentos, esas dimensiones se deberán de ajustar, siempre respetando el proyecto de la subrasante.

FIG. 4.3



GUARNICION

CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA DE LAS VIALIDADES DE LA CD. DE  
MIGUEL ALEMAN, TAMPS.

No	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	EXCAVACIONES EN CORTE Y ADICIONALES, ABAJO DE LA SUBRASANTE.	M3	10,630	1,680	17'871,840
	CARGA Y ACARREO AL 1er KM DEL MATERIAL SOBRANTE PRO- DUCTO DE LA EXCAVACION, PARA LLEGAR A NIVEL DE LA SUBRASANTE.	M3	12,766	700	8'936,200
	SOBREACARREO DE LOS MATERIA- LES PROD. DE LAS EXCAVACIO- NES DE LOS CORTES (2KM)	M3-KM	25,532	120	3'063,840
	ESCARIFICACION, NIVELACION Y AFINE DE LA CAMA DE LOS COR- TES, PARA NIVEL DE LA SUB- RASANTE.	M3	1,383	1,200	1'659,600
	OPERACION DE MEZCLADO, TEN- DIDO, Y COMPACTADO EN LA CONSTRUCCION DE SUBBASE				

CUANDO SE EMPLEE (1) UN MATERIAL PETREO COMPACTADO AL 95%	M3	4,079	1,250	5'098,750
OPERACION DE MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTACION EN LA CONSTRUCCION DE BASE CUANDO SE EMPLEEN (2) DOS MATERIALES PETREOS.				
	M3	3,062	1,850	5'664,700
SUMINISTRO DE MATERIAL DE BANCO PARA USARSE EN LA FORMACION DE SUBBASES Y BASES.				
	M3	9,283	100	928,300
ACARREO PARA PRESTAMO DE BANCO				
a) 1er KM.	M3	9,283	250	2'370,750
b) KMS. SUBSECUENTES (10 KM)	M3-km	92,830	120	11'139,600
FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLEN PARA DESPLANTE DE BANQUETA AL 85% CON CURVA DE SOBRENCHO, NO INCLUYE AL MATERIAL DE BANCO.				
	M3	224	3,150	705,600
GUARNICION TRAPEZOIDAL DE CONCRETO f'c=150 Kg/cm <sup>2</sup> HECHO EN OBRA DE 15x20x50 cm.				
	Ml.	3,948	5,160	20'371,680

BANQUETA DE CONCRETO  $f'c=150$   
 Kg/cm<sup>2</sup> HECHO EN OBRA DE 5 CM  
 DE ESPESOR ACABADO ESCOBIL-  
 LLADO M2 14,588 2,950 43'034,600

AGUA EMPLEADA PARA COMPACTA-  
 CIONES, INCLUYE ACARREO 1er  
 KILOMETRO. M3 2,321 1,050 2'437,050

SOBREACARREO PARA CUALQUIER  
 DISTANCIA DEL AGUA UTILIZADA  
 EN LA COMPACTACION DE LAS  
 TERRACERIAS (2 KM) M3 4,642 120 557,040

BARRIDO DE LA BASE POR IMPREG-  
 NAR. HA 2.04 40,000 81,600

ESCARIFICACION DE LA CARPETA  
 EXISTENTE. HA 4.12 181,800 749,016

BARRIDO DE LA CARPETA ESCARI-  
 FICADA. HA 4.12 60,000 247,200

RIEGO DE IMPREGNACION lt 30,600 90 2'754,000

BARRIDO DE LA BASE IMPREG-  
 NADA HA 2.04 40,000 81,600

				86
RIEGO DE LIGA	lt	30,600	90	2'754,000
CARGA DEL ASFALTO EN EL ALMACEN	lt	123,200	15	1'848,000
CALENTAMIENTO DEL ASFALTO	lt	123,200	12	1'478,400
SUMINISTRO DE LA MEZCLA ASFALTICA	M3	3,080	8,900	27'412,000
FORMACION Y COMPACTACION DE LA MEZCLA ASFALTICA	M3	3,080	1,700	5'236,000
ACARREO DEL CENTRO DE PRODUCCION AL CENTRO DE APLICACION				
1er KILOMETRO	M3	3,080	250	770,000
ACARREO DE LA MEZCLA ASFALTICA				
KILOMETROS SUBSECUENTES 176KM3		542,080	110	59'628,800
TOTAL				226'830,166

NOTA: Los precios unitarios utilizados para realizar este presupuesto fueron tomados del tabulador del Gobierno de Estado de Tamaulipas, para la zona de Miguel Alemán; vigentes en el mes de Septiembre del año de 1987

Se está considerando además para la elaboración de este presupuesto, la planta de asfalto que existe actualmente en la Ciudad de Monterrey

**ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION****DESMONTES.**

Las operaciones de talar, rozar, limpiar y quemar, se ejecutarán a todo lo ancho de la vialidad. Es necesario asegurar que toda la materia vegetal producto del desmonte quede fuera de las zonas destinadas a la construcción de la vialidad.

La operación de desenraizar se deberá de ejecutar a todo lo ancho de las vialidades. Se deberá de asegurar la eliminación completa de la materia vegetal, para evitar que ésta se revuelva con el material de construcción.

Las operaciones de desmonte podrán hacerse a mano o a máquina.

La materia vegetal no utilizable, deberá ser quemada tomando las providencias necesarias para no provocar incendios en los bosques o propiedades vecinas.

**CORTES.**

Se despalmará el sitio de los cortes y/o el área de desplante de los terraplenes desalojando la capa superficial del terreno natural para eliminar el material que se considere inadecuado para la construcción de las terracerías. Los despalmes se ejecutarán solamente en material "A".

El material producto del despilme se colocará en el lugar que indique la supervisión de la obra.

Las excavaciones en los cortes se ejecutarán de manera que permitan el drenaje natural del corte.

Los materiales obtenidos de los cortes se emplearán en la formación de terraplenes o se desperdiciará, como lo indique el proyecto y/o lo ordene la supervisión.

Todas las piedras flojas y material suelto de los taludes serán removidos.

Para dar por terminado un corte, se verificarán el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado de acuerdo con lo fijado con el proyecto, dentro de las tolerancias que se indican a continuación:

- a) Niveles en la subrasante + 3 cm.
- b) Ancho de la excavación, a nivel de la capa subrasante, del centro de la línea a la orilla +10 cm.

Para excavaciones adicionales abajo de la subrasante, los espesores excavados se comprobarán mediante nivelaciones, tomando en cuenta lo siguiente:

- a) Se nivelará la cama de los cortes utilizando nivel fijo y comprobando la nivelación.

b) A partir de las cotas de las secciones de la cama de los cortes y de la subrasante del proyecto, se obtendrán los espesores de la excavación adicional; los cuales deberán de ser, como mínimo, iguales al fijado en el proyecto.

#### PRESTAMOS.

Se despalmará el sitio de los préstamos, desalojando la capa superficial del terreno natural que por sus características no sean adecuadas para la construcción de terraplenes. Los despalmes sólo se ejecutarán en material "A". El producto de estos despalmes será colocado en el lugar que indique la supervisión.

Los préstamos se excavarán únicamente hasta la profundidad fijada en el proyecto, en la forma más regular posible, en seco.

#### TERRAPLENES.

La compactación del terreno natural en las áreas de desplante, se hará observando lo siguiente:

a) Se ejecutará uniformemente en todo el ancho de la sección, según los grados de compactación que fije el proyecto.

b) Si lo ordena la supervisión, el terreno natural se escarificará y se agregará agua si es necesario.

Los procedimientos de ejecución para el mezclado, tendido y compactación de la capa subrasante formada con material seleccionado, en la elevación de subrasante en cortes, serán los siguientes:

a) Cuando se empleen dos o más materiales, se mezclarán en seco con objeto de obtener un material uniforme.

b) Cuando se empleen motocomformadoras para el mezclado y el tendido, se extenderá parcialmente el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la humedad que se fije y hasta obtener homogeneidad en granulometría y humedad. A continuación se extenderá en capas sucesivas de materiales sin compactar, cuyo espesor no será mayor de quince centímetros.

c) Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado mínimo fijado, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto y/u ordenados por la supervisión, la cual podrá ordenar que cualquier capa ya compactada se escarifique superficialmente y se le agregue agua, si es necesario, antes de tender la siguiente capa, a fin de ligarlas debidamente.

#### ACARREOS PARA TERRACERIAS.

Los acarreos se efectuarán de acuerdo con lo fijado con el proyecto.

#### BASES Y SUB-BASES.

La construcción de la sub-base o de la base se iniciará sólo cuando las terracerías o la sub-base, según sea el caso, están terminadas a consideración de la supervisión.

La descarga de los materiales que se utilicen en la construcción de sub-bases o bases deberá hacerse sobre la subrasante o la sub-base, según sea el caso, en la forma y en los volúmenes por estación de veinte metros.

Los procedimientos de ejecución de las sub-bases y bases, así como sus proporcionamientos, serán fijados en el proyecto. En términos generales, se deberá proceder como se indica en el punto en que nos referimos a los terraplenes, anteriormente.

#### MATERIALES ASFÁLTICOS.

Los tanques del equipo de transporte deberán de contar con una instalación para calentar el producto cuando éste lo requiera, serán herméticos y tendrán tapas adecuadas para evitar fugas y contaminaciones. Antes de cargar el material, los tanques se limpiarán cuidadosamente.

Los riegos de materiales asfálticos se darán por medio de petrolizadoras, dotadas del equipo de calentamiento que se requiera, bomba de presión, barra de riego con espreas regulables, tacómetro y todo lo necesario para su correcta aplicación.

La temperatura del material asfáltico en el momento de su empleo deberá de ser de:

-Asfaltos rebajados de fraguado rápido FR-3 de 60° C a 80° C .

Por ningún motivo deberán aplicarse los materiales asfálticos cuando la temperatura ambiente sea inferior a cinco grados centígrados, cuando haya amenaza de lluvia o cuando la velocidad del viento impida que la aplicación con petrolizadora sea uniforme.

En el empleo de materiales asfálticos en general, se tomarán las precauciones necesarias para no manchar las estructuras pertenecientes o contiguas a las vialidades, para lo cual antes de aplicar un material asfáltico o de iniciarse la construcción de una carpeta, se protegerán con papel todas las partes que se puedan manchar directa o indirectamente.

Al hacerse la aplicación de un material asfáltico, deberá tomarse especial cuidado para evitar que se traslape con un riego dado con anterioridad en un trazo contiguo. En el punto donde se inicie cada riego se colocarán una o más tiras de papel, protegiendo el riego anterior de manera que el nuevo riego se empiece desde la tira de protección y al retirarse ésta, quede la aplicación sin traslape.

**RIEGO DE IMPREGNACION.**

Se procederá al barrido de la superficie por tratar para eliminar todo el material suelto, polvo y materias extrañas que se encuentren en ella, antes de aplicar el riego de impregnación.

Una vez barrida la superficie por tratar, se procederá a dar el riego de material asfáltico por medio de una petrolizadora como ya lo indicamos en el punto referente a los materiales asfálticos.

Por ningún motivo deberá regarse material asfáltico cuando la base se encuentre mojada.

El riego de material asfáltico deberá hacerse de preferencia en las horas más calurosas del día.

El tipo de material asfáltico y la cantidad que se riegue por metro cuadrado serán fijados por el proyecto.

La superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y el material asfáltico deberá estar firmemente adherido.

La superficie impregnada de la base deberá cerrarse al tránsito durante las veinticuatro horas siguientes a su terminación y no deberá permitirse el paso de vehículos en este lapso.

Cuando por causas de fuerza mayor y previa autorización de la supervisión, sea necesario abrir la base impregnada antes de que

transcurra el tiempo establecido, ésta se cubrirá con arena de las características y en la cantidad que se ordena.

#### CARPETAS DE CONCRETO ASFÁLTICO.

Antes de proceder a la construcción de la carpeta, la base deberá estar debidamente preparada e impregnada. La supervisión fijará, en cada caso, el lapso que debe transcurrir entre la impregnación de la base y la iniciación de la construcción de la carpeta.

Salvo en orden contrario, se dará un riego de liga, con petrolizadora, en toda la superficie que quedará cubierta con la carpeta, utilizando un material asfáltico del tipo y en la cantidad que fije el proyecto y/u ordene la supervisión. Este riego deberá darse antes de iniciar el tendido de la mezcla asfáltica, dejando transcurrir, entre ambas operaciones, el tiempo necesario para que el material asfáltico regado adquiera la viscosidad adecuada.

Antes de aplicar el riego de liga sobre la base impregnada, ésta deberá ser lavada para dejarla exenta de materias extrañas y polvo; además, no deberá haber material asfáltico encharcado.

El concreto asfáltico deberá transportarse en vehículos con caja metálica, cubierta con una lona que lo preserve del polvo, materias extrañas y de la pérdida de calor durante el trayecto. La superficie interior de la caja deberá estar siempre libre de residuos de concreto asfáltico, para evitar que la mezcla se adhiera a la misma.

El concreto asfáltico deberá tenderse con máquina especial para este trabajo, de propulsión propia, con dispositivos para ajustar el espesor y el ancho de la mezcla tendida, y dotada de un sistema que permita la repartición uniforme de la mezcla sin que se presente segregación por tamaños en la misma. deberá estar dotada de un calefactor en la zona de acabado superficial.

La mezcla deberá vaciarse dentro de la caja receptora de la máquina y ser inmediatamente tendida por ésta, en el espesor y ancho fijados en el proyecto. La velocidad de la máquina debe regularse de manera que el tendido siempre sea uniforme en espesor y acabado. Las juntas de construcción longitudinales, en caso de que el tendido se haga en dos (2) o más fajas, con un intervalo de más de un día entre faja y faja, deberán ligarse de preferencia con cemento asfáltico o con un material asfáltico de fraguado rápido, antes de proceder al tendido de la siguiente faja. Las juntas transversales deberán recortarse aproximadamente a cuarenta y cinco grados ( 45° ) antes de iniciar el siguiente tendido y también deberán ligarse con cemento asfáltico o con un material asfáltico de fraguado rápido, antes de proceder al tendido del siguiente tramo. Con la frecuencia necesaria deberán limpiarse perfectamente todas aquellas partes de la máquina en que hayan podido quedar residuos de mezcla.

El concreto asfáltico deberá tenderse a una temperatura mínima de ciento diez grados centígrados ( 110° C ).

Después de tendido el concreto asfáltico, inmediatamente deberá plancharse uniforme y cuidadosamente por medio de una aplanadora de rodillo liso tipo tándem, adecuada para dar un acomodo inicial a la mezcla; este planchado deberá efectuarse longitudinalmente a media rueda.

A continuación se compactará el concreto asfáltico utilizando compactadores de llantas neumáticas adecuados para alcanzar el grado mínimo que fije el proyecto; inmediatamente después se empleará una plancha de rodillo liso para borrar las huellas que dejen los compactadores de llantas neumáticas.

Para la compactación, el planchado se hará observando lo siguiente:

a) El rodillo liso tipo tándem o el compactador neumático deberá moverse paralelamente al eje, realizando el recorrido de las orillas de la carpeta hacia el centro, en las tangentes; y del lado interior hacia el exterior, en las curvas.

La temperatura del concreto asfáltico, al iniciarse el acomodo, deberá ser de cien a ciento diez grados centígrados (  $100^{\circ}\text{C}$ - $110^{\circ}\text{C}$  ); en general, la compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura mínima de setenta grados centígrados (  $70^{\circ}\text{C}$  ).

No deberá tenderse concreto asfáltico sobre una base húmeda, encharcada o cuando esté lloviendo.

#### RIEGO DE SELLO.

Antes de aplicar el riego de sello, la superficie por tratar deberá estar seca y ser barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo.

En términos generales, las cantidades de materiales que deben aplicarse, en litros por metro cuadrado, estarán comprendidas dentro de los límites

que se indican en la tabla siguiente:

MATERIALES	TAMARO DEL MATERIAL PETREO	
	3-A	3-B
Cemento asfáltico (lt/m <sup>2</sup> )	0.7 a 1.0	0.8 a 1.0
Material pétreo (lt/m <sup>2</sup> )	9 a 10	9 a 10

1) El cemento asfáltico considerado en esta tabla se refiere al que existe en los materiales asfálticos que se empleen.

2) Para calcular la cantidad de material asfáltico por aplicar, deberá dividirse al valor anotado en esta tabla, entre el contenido de cemento que presente el material asfáltico utilizado, ambos expresados en litros.

En todos los casos de riego de sello, el contratista deberá tener el equipo de esparcidores mecánicos y el material pétreo necesarios, para cubrir de inmediato el riego de material asfáltico recién aplicado.

No deberán regarse con material asfáltico tramos mayores de los que puedan ser cubiertos de inmediato con material pétreo.

En riego de sello, no deberá regarse material asfáltico, si el material pétreo con que se cubrirá el riego contiene una humedad superior a la de

absorción o tiene agua superficial, aún cuando se usen aditivos, excepto cuando se empleen emulsiones, en cuyo caso la supervisión fijará la humedad aceptable.

Al hacerse la aplicación del material asfáltico deberá tenerse especial cuidado para evitar que haya traslape con un riego anterior. En el punto donde se inicie cada riego se colocarán una o más tiras de papel u otro material que autorice previamente la supervisión, protegiendo el riego anterior, de manera que el nuevo riego se empiece desde la protección y al retirarse ésta, quede la aplicación sin traslape.

Para la ejecución de riego de sello, en términos generales, se procederá de acuerdo con las etapas siguientes:

- a) Se barrerá la superficie por tratar.
- b) Se dará el riego de material asfáltico, del tipo y en la cantidad fijados en el proyecto y/u ordenados por la supervisión.
- c) Se cubrirá el riego de material asfáltico con una capa del material pétreo que fije el proyecto y/u ordene la supervisión y en la cantidad también así fijada y/u ordenada.
- d) Se rastreará y planchará el material pétreo.
- e) Se recolectará mediante barrido y removerá el material pétreo excedente que no se adhiera al material asfáltico, depositándolo en el lugar que señale la supervisión.

El tendido de los materiales pétreos se hará con esparcidores mecánicos. Inmediatamente después de tendido el material pétreo, para tener una mejor distribución del mismo, se le pasará una rastra ligera de cepillos de fibra o de raiz, dejando así la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones.

Los materiales pétreos, tendidos y rastreados como se indica en el inciso anterior, se plancharán inmediatamente con rodillo liso ligero únicamente para acomodar las partículas del material, teniendo especial cuidado para no fracturarles por exceso de planchado.

A continuación se plancharán con compactador de llantas neumáticas con peso de cuatro mil quinientos (4,500) kilogramos a siete mil trescientos (7,300) kilogramos, pasando una rastra de cepillos de fibra o de raiz las veces que se considere necesario, para mantener uniformemente distribuido el material y evitar que se formen bordos y ondulaciones. Los compactadores de llantas neumáticas se pasarán alternativamente con la rastra, el tiempo necesario para asegurar que el máximo del material pétreo se adhiera al material asfáltico. Cuando la supervisión autorice que se abra al tránsito el tramo, antes de que el máximo del material pétreo se haya adherido, se continuará rastreando para evitar que se formen ondulaciones con el material pétreo excedente. Cuando se observe, en ambos casos, que ya no se adhiere más material pétreo, se recolectará todo el sobrante, con cepillos de fibra o raiz, y se removerá al lugar que señale la supervisión, dejando la superficie libre de material suelto.

## ESPECIFICACIONES PARA LAS GUARNICIONES.

Las guarniciones deberán ser construidas como se indica a continuación y con la misma secuencia.

a) Los moldes serán metálicos y deberán de tener el espesor adecuado que proporcione suficiente rigidez y resistencia, para no deformarse durante las operaciones de vaciado y vibrado; será necesario que queden firmemente sujetos a la base del apoyo para conservar los alineamientos, pendientes y niveles de proyecto.

### b) Preparación.

1) Al efectuar la construcción del pavimento desde la subrasante hasta la sub-base, deberá extenderse 50 cm. a cada lado del ancho del arroyo, con el objeto de que la guarnición se desplante sobre la sub-base a nivel muy aproximado dependiendo de los niveles de proyecto.

2) Al efectuar la reconstrucción de las guarniciones, primeramente se demolerán las existentes, procurando que el ancho de la excavación sea el mínimo necesario para alojar los moldes (los cuales deberán quedar firmemente sujetos a la base del arroyo).

Las bases en donde se vayan a desplantar las guarniciones, deben ser suficientemente resistentes para evitar los asentamientos de las mismas.

Cuando la base de apoyo no sea resistente, se profundizará la excavación para alojar una capa de grava cementada controlada de 20 cm. de material compactado al 85% de su Peso Volumétrico Seco Máximo.

c) Las guarniciones se construirán con concreto hidráulico de resistencia  $f'_{c} = 150 \text{ kg/cm}^2$ , revenimiento de 6 a 8 cm. y de tamaño máximo de agregado de 1 1/2".

La resistencia del concreto se verificará mediante pruebas de compresión a los 28 días, efectuadas en el laboratorio de inspección de materiales.

d) Antes de proceder al vaciado de concreto en los moldes, deberá humedecerse la base. Posteriormente, se iniciará el vaciado, debiendo hacerse en dos capas de 25 cm. aproximadamente cada una, que se compactará con vibrado de inmersión.

Una vez que el concreto ha sido colocado y vibrado se verificarán nuevamente los alineamientos y la inclinación de la guarnición.

También, se procederá a pulir la parte superior o la corona de la guarnición, debiendo quedar con la pendiente de proyecto.

Los moldes se removerán una vez que el concreto haya endurecido lo suficiente para soportar sin deterioro la maniobra respectiva.

Será necesario marcar en los paños exteriores de las guarniciones, los

niveles de las diferentes capas del pavimento, que servirán para verificar espesores y niveles de proyecto.

El curado tiene como objetivo conservar el agua mezclada del concreto para que éste fragüe y endurezca en condiciones satisfactorias y deberá darse especial atención, por tratarse de un factor de gran importancia para la resistencia y durabilidad del concreto.

Después de haber pulido la corona de la guarnición, se procederá a cubrirla con una membrana de algún producto cuya eficiencia esté aprobada por el laboratorio de la dependencia. Posteriormente, durante los dos días siguientes al colado, se darán riegos ligeros de agua a la parte cubierta de dichas guarniciones, como en todo el concreto estructural.

f) Juntas.

1) El vaciado longitudinal se hará en forma continua, dependiendo del avance de la capacidad del contratista, haciendo una junta de construcción al terminar el trabajo del día o por interrupción imprevista, con el único requisito que dicha junta se localice en una distancia múltiple de 3 m. a partir de la junta de construcción anterior.

Antes de continuar el vaciado, deberá pintarse la cara vertical de la junta con cemento del No. 5 dando un espesor no menor de 2 mm.

2) Las juntas de contracción y dilatación se provocarán con separadores metálicos de 3 mm. de espesor y con una profundidad de 25 cm. que se limpiarán y engrasarán perfectamente antes de colocarse y se retirarán

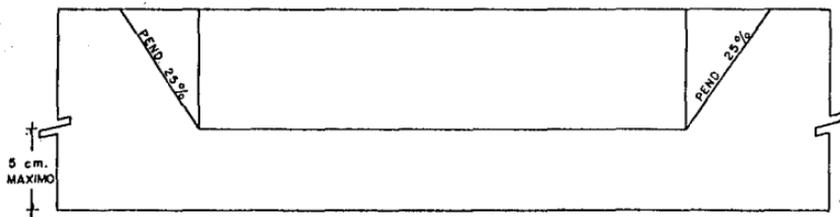
cuidadosamente, 3 a 5 horas después del colado. Las juntas se harán cada 3 m.

h) Para la entrada de los vehículos, la guarnición se construirá de acuerdo con lo que se indica en la (fig. 4.4).

Para el caso de los vehículos con remolque (trailer) deberá modificarse la longitud de la rampa, aumentándola de acuerdo con el ancho de arroyo, procurando que el radio de giro obtenido, sea de 15 m. como mínimo.

La luz de las guarniciones es la altura libre que queda entre la superficie del pavimento terminado junto a la guarnición, a la corona de la misma.

FIG. 4.4



## ESPECIFICACIONES PARA LAS BANQUETAS

Las banquetas son las zonas de las vías públicas destinadas al tránsito de peatones; por tal razón, su ejecución se hará cuidadosamente para causar las mínimas molestias al público.

El procedimiento para la construcción de las banquetas será el siguiente:

## a) Preparación

1) La construcción de terracería conformada, afinada y con la pendiente de proyecto de 2% se tendrá una capa de 20 cm. de espesor de tepetate compactado al 85% de su Peso Volumétrico Seco Máximo, verificado durante pruebas de laboratorio.

2) En la reconstrucción se podrán presentar los siguientes casos:

I) Cuando el nivel de las banquetas nuevas sea inferior o igual a las existentes, se efectuarán las demoliciones correspondientes y se hará la misma preparación que en la construcción nueva, excepto en el caso que las terrecerías existentes sean aceptables.

II) Cuando el nivel de las banquetas nuevas sea superior al de las existentes, se harán rellenos con tepetate compactado al 85% de su peso

Volumétrico Seco Máximo, no mayor de 20 cm., hasta el nivel de desplante de las banquetas; en algunos casos podrá colocarse encima de las existentes.

III) El material empleado será concreto hidráulico de  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , con revenimiento de 6 a 8 cm., y con un espesor de 5 cm., excepto en casos para rampas para vehículos pesados, cuyo espesor,  $f'c$  del concreto y armado serán indicados por la dependencia.

IV) El colado de las banquetas se hará por losas alternadas, en tramos de 2 m., perpendiculares a la guarnición; antes de proceder al vaciado del concreto, deberá saturarse perfectamente el relleno del tepetate sin formar charcos.

Una vez colocado el concreto, se le dará mayor compacidad mediante una regla vibratoria, cuyo movimiento será del paramento hacia la guarnición.

V) El acabado de la superficie de la banqueta deberá quedar perfectamente uniforme con el paso de la regla vibratoria, con la pendiente transversal de 2% uniforme o la que se indique para casos especiales y posteriormente, se dará el acabado pasándole una escoba de 3 a 5 hilos, con el fin de dejar una superficie ligeramente rugosa, en el sentido perpendicular al tránsito de peatones. Este escobillado deberá hacerse siguiendo líneas rectas y no se aceptarán ondas. La profundidad de la huella deberá ser lo más uniforme posible.

Las aristas de las losas deberán ser acabadas antes de que se endurezca el concreto, por medio de un volteador, formando curvas con un radio máximo de 5mm.

Las banquetas recién coladas se protegerán al paso de los peatones por un espacio de 24 horas, cuidando que la superficie de acabado no sea afectada.

VI) El curado se realizará inmediatamente después de terminada la superficie de la banqueta; se procederá a cubrirla con una membrana impermeable que se mantendrá en buenas condiciones con un tiempo mínimo de 24 horas. Posteriormente se seguirán curando las losas con riegos de agua para conservar húmedas todas las superficies, como en todo concreto estructural.

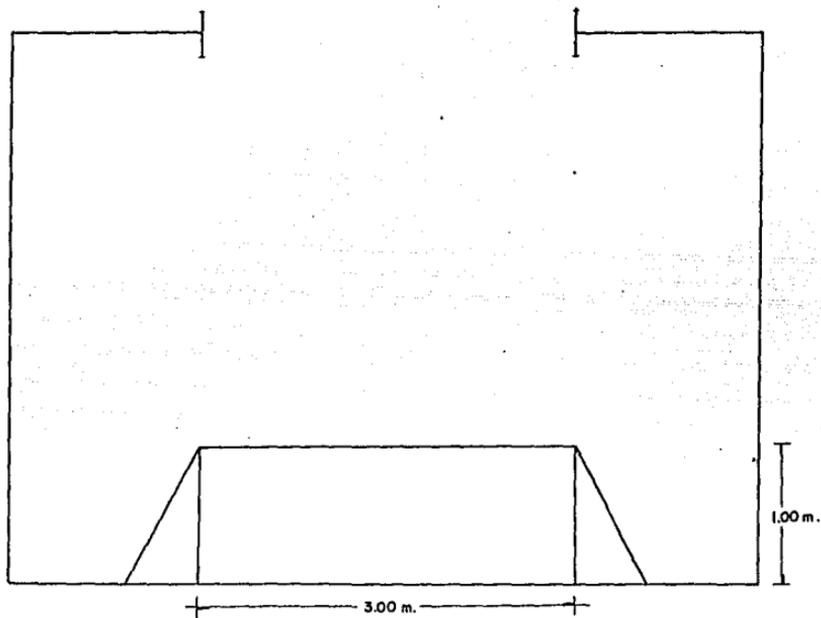
VII) Una vez fraguada la losa y empleando una cortadora de discos para concreto, se harán cortes en sentido longitudinal a la guarnición, que tendrán de 2 a 3 mm de ancho y una profundidad no menor de 3cm como se indica en la ( fig. 4.5). El tiempo que debe transcurrir entre el colado y el corte será de 48 a 72 horas.

VIII) La preparación de las banquetas para las entradas de los vehículos, se hará en la forma que se indica en la (fig. 4.6).

Cuando existan sardineles hundidos en zonas de entradas de vehículos, tratarán de resolverse estos problemas por medio de abánicos, de acuerdo con los niveles y previa autorización de la dependencia. Como último recurso, se harán vados.

IX) No deberán colarse las banquetas hasta que no se verifique que han sido instalados los servicios que se deban alojar en las zonas de las mismas.

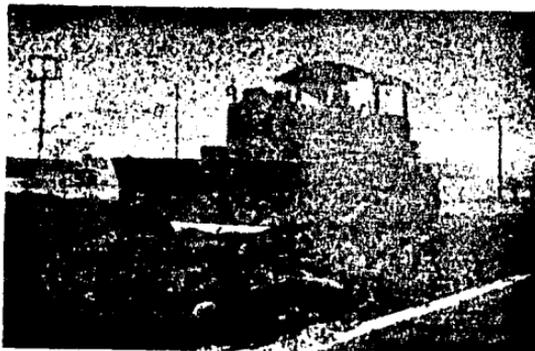
FIG. 4.6



**EQUIPO PROPUESTO PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO**

A continuación se dará una breve descripción del equipo que se propone utilizar para el desarrollo de la obra, así como los usos más comunes de dicho equipo; pudiendo variar en algunos casos, dependiendo de las diversas posibilidades y/o programas del contratista. Y además, dejando a su consideración la cantidad, y en ciertas máquinas, el modelo que se ha de emplear

TRACTOR.- Debido a las múltiples adaptaciones que se pueden hacer con herramientas de ataque, los tractores reciben diferentes nombres; el que se propone para este caso es el Bulldozer, el cual comprende esencialmente una hoja empujadora recta o ligeramente curva, colocada en la parte delantera del tractor. Se usan generalmente en desmontes y despalmes



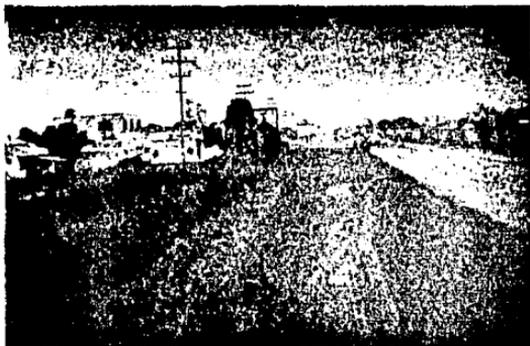
**CARGADOR FRONTAL.-** Básicamente consiste en un cucharón adaptado en la parte delantera de cualquier tractor, ya sea de orugas o de llantas. Descarga frontal; este cargador es el más usual de todos, pues su acción es a base de desplazamientos cortos y rápidos. Son usuales para la excavación, carga y descarga del material a distancias cortas, se usan en bancos de arena, grava y arcilla. Son excelentes para la alimentación de agregados, en plantas dosificadoras y trituradoras



**MOTOCONFORMADORA.**- Son máquinas proyectadas para el extendido, conformación, y acabado de materiales, de gran diversidad en tipos y tamaños. Básicamente constan de un bastidor compuesto por dos travesaños contraventeados, que en su parte trasera soportan al motor y a la cabina de control, y en su parte delantera convergen hasta formar una viga sencilla y curva, para terminar sobre el eje fontral de las llantas

El escarificador, que con frecuencia se le clasifica como elemento opcional, va colocado al frente de la cuchilla y provisto de un juego de dientes, que varían en número según la superficie que vaya a aflojar o excavar. Este último elemento y la cuchilla, pueden trabajar simultáneamente o por separado

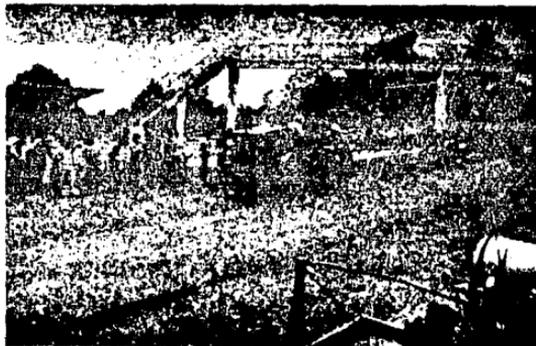
Entre los trabajos más comunes están: el tendido y afine de los terraplenes, la obtención de la granulometría adecuada para bases, sub-bases y carpetas mediante el mezclado de los materiales, el acamellamiento de estos últimos y la nivelación de perfiles o taludes para abrir zanjas y construir o reparar carreteras, calles, aeropuertos, malecones, etc.



WALLA WALLA WASHINGTON

MOTOCONFORMADORA

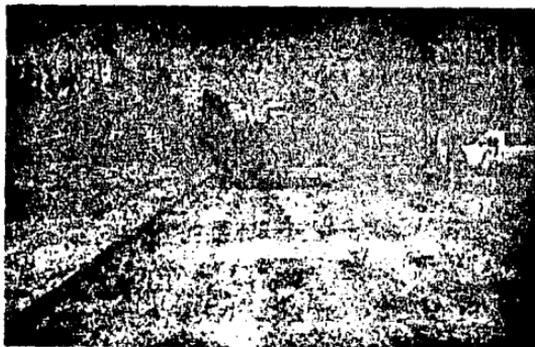
**RODILLO VIBRADOR LISO.-** Es un elemento que se compone de un tambor o rodillo liso vibratorio y de un robusto bastidor apoyado sobre el eje del primero, y proyectado de tal modo que al articularse con el tractor en su parte delantera, no roce con las ruedas u orugas de éste, incluso en curvas cerradas. Es altamente efectivo para materiales granulares y compactación de subrasantes de carreteras y aeropuertos, terracerías, sub-bases y bases



ENCUADRE DE ORIGEN

COMPACTADOR DE LLANTAS NEUMATICAS.- Son modelos formados básicamente por una caja lastrable, que constituye el cuerpo principal de la compactadora, y por dos ejes de ruedas, uno trasero con llantas motrices y uno delantero de dirección. El eje trasero siempre lleva una llanta más que el delantero, colocadas de tal manera que al compactar en línea recta no se crucen las huellas de las delanteras con las de atrás.

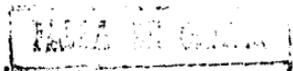
Es muy usual en la compactación final de la capa superficial de terracerías, bases, sub-bases y revestimientos de arcillas y limos.



WALLA IN CHINA

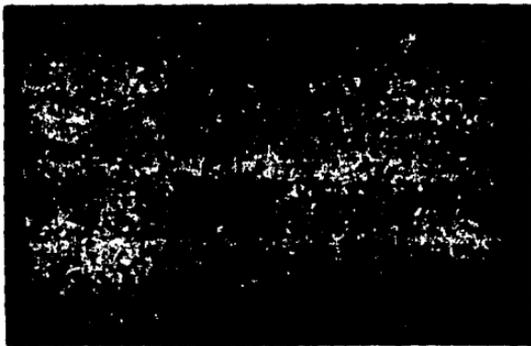
COMPACTADORA TANDEM.- Son máquinas proyectadas principalmente para el acabado terzo de las carpetas asfálticas de primer orden, y con la característica de tener de dos a tres ejes de rodillos en tandem

Su uso frecuente es en la compactación de carpetas de carreteras, pistas de aeropuertos, pavimentaciones asfálticas; de baches, etc.



BARREDORA.- Básicamente esta máquina está formada por un rodillo de cerdas, que colocado apropiadamente y en forma perpendicular con respecto a su movimiento, va sostenida por medio de un bastidor, el cual se apoya sobre un par de ruedas pequeñas de hule en su parte trasera, y se articula al frente a través de una barra de tiro, a un tractor agrícola para su remolque

Es un equipo complementario en la pavimentación; son usuales en la operación previa a la del riego de impregnación o del riego de liga, para barrer las basuras de las terracerías, sub-bases y bases compactadas, y durante la pavimentación de carreteras, calles, aeropuertos, etc.



FALLA DE ORIGEN

PIPA.- Es el equipo requerido para el transporte de agua a través de grandes distancias, que consiste principalmente de un camión en cuyo bastidor o parte trasera de su chasis, va provisto de un tanque cilíndrico de almacenamiento, que normalmente lleva acoplada una bomba de succión para efectuar la carga y descarga del agua

Son muy usuales en los acarreo de agua para la compactación de sub-bases, bases, terraplenes, etc.



PETROLIZADORA.- Básicamente no es otra cosa que un camión, en cuya parte trasera lleva adaptado de tal manera y sobre un bastidor formado por dos vigas de acero reforzadas con dos miembros transversales tubulares, un tanque térmico con rompe-olas y de forma elíptica, que a su vez se complementa con una barra de riego y una bomba de líquidos pesados, que se colocan en su parte inferior y se accionan por un motor adicional o el del vehículo

Es un equipo complementario en los trabajos de pavimentación que sirve para cargar y regar el asfalto líquido. Su uso general se hace en carreteras, aeropuertos, calles y superficies de rodamiento, para el riego de asfaltos en carpetas y bases

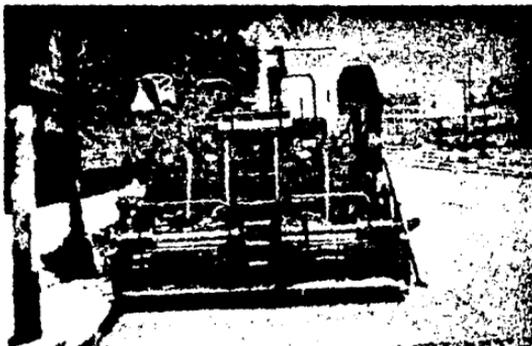


**PAVIMENTADORA (FINISHER).**- Estas máquinas son consideradas como el elemento esencial en los trabajos de pavimentación, para la distribución uniforme y por capas de la mezcla asfáltica en la construcción de carreteras y aeropuertos satisfaciendo todos los requisitos para el mezclado en el mismo lugar de trabajo

La pavimentadora moderna, que es una máquina altamente especializada, está formada por una caja rectangular, sobre la cual van el motor, el tanque de combustible, la tolva alimentadora y los controles para su operación

En general la mayoría de estas máquinas, cuentan con un tanque de agua con capacidad suficiente para permitir que la máquina funcione durante un periodo ininterrumpido de 15 a 20 minutos, así como de un sinfin de elementos optativos que aumentan su producción

Son usuales para la formación de la carpeta asfáltica de carreteras, calles, estacionamientos, aeropuertos, etc.; y en general para todos los trabajos propios de pavimentación



PAVIMENTADORA ( FINISHER )

**VOLTEOS.**- Es un equipo exclusivo para el transporte o acarreo del material extraído, y diseñado para circular dentro o fuera de las carreteras tanto por los camiones de tipo ligero como pesado

Estas máquinas, que son las que con más frecuencia se utilizan en los trabajos de excavación, constan principalmente de una caja metálica o volteo, de una cabina de control, de un chasis, y de varias llantas neumáticas para desplazarse

El camión de volteo es el medio de acarreo más eficiente para las obras donde las distancias son grandes y los caminos y calles se conservan en buen estado, aunque en algunas ocasiones se tengan que emplear por fuera de las carreteras y en terrenos poco accesibles

En la edificación, incluyen la mayor parte de las excavaciones para cimentaciones, caminos urbanos y suburbanos, para surtir arena, grava, materiales para relleno y tierra vegetal



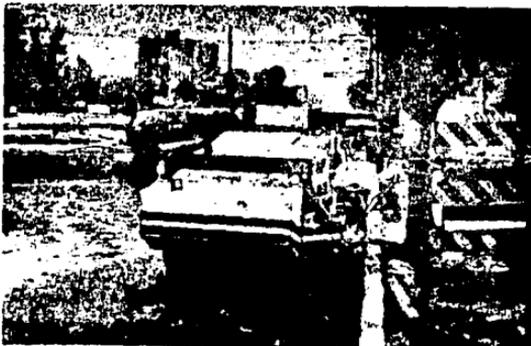
VOLTEOS

REVOLVEDORA.- Estas máquinas consisten principalmente en una olla metálica soportada en un chasis con ruedas; gira la olla mezclando los elementos que en ella se encuentran, para la elaboración del concreto. También las podemos encontrar montadas sobre un camión y sobre orugas. Es usual para la elaboración del concreto y mortero en poco volumen. Las revolvedoras sobre chasis con ruedas se utilizan comunmente en edificación, en carreteras para las obras de arte, en calles para guarniciones y banquetas, y en donde sea necesario fabricar poco concreto



COMPACTADOR DE RODILLOS VIBRATORIOS.- Consiste en un tambor liso y produce un impacto hasta de 21 ton.; en la parte posterior se encuentra un brazo inclinado que se apoya en una rueda con llanta neumática

Estos elementos se usan dentro de hendiduras angostas, entre durmientes, en la compactación de rellenos de drenajes y tuberías, de banquetas, así como en suelos granulados sueltos, y en pavimentos de superficie bituminosa



VIBRADORES.- Este equipo consta principalmente de un "cabezal" o "aguja" tubular vibratoria que se sumerge completamente en el concreto. Es usual en el colado de estructuras de concreto. Su aplicación, permite eliminar las bolsas o vacíos de aire que se encuentran en el concreto antes de fraguar



## ANEXO DE PLANOS

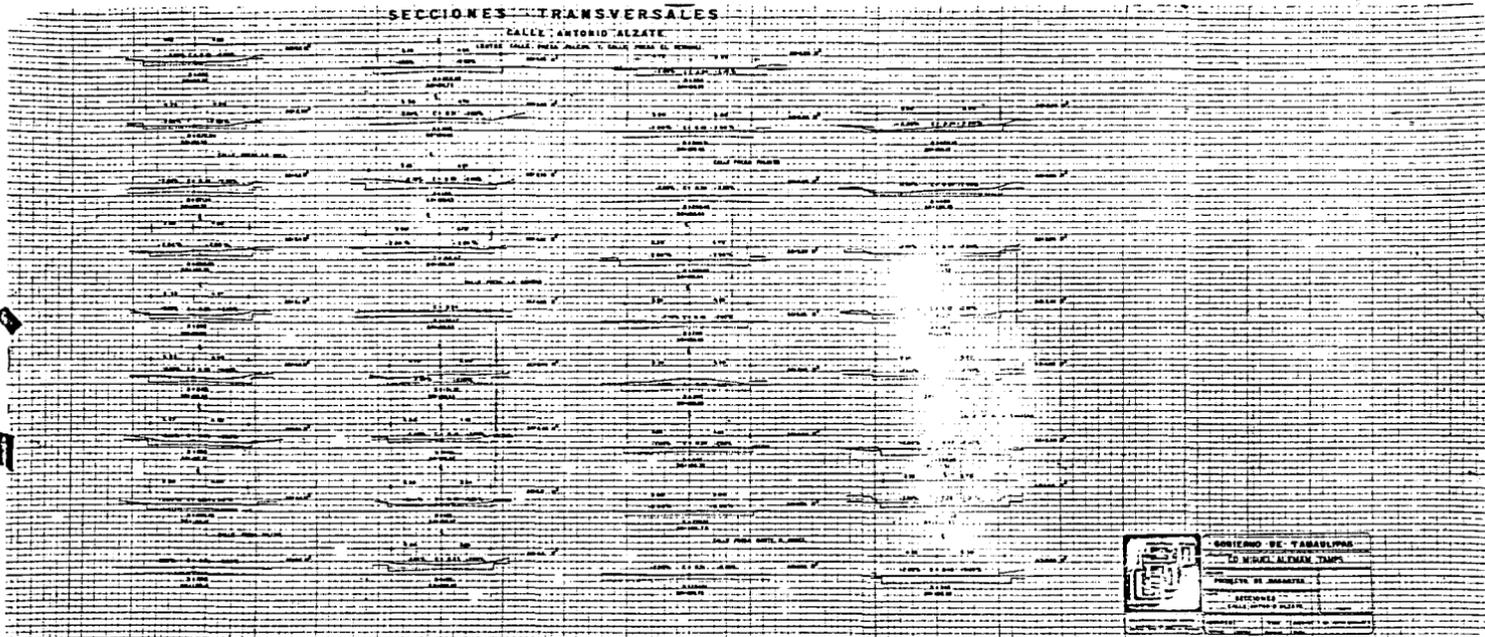




# SECCIONES TRANSVERSALES

CALLE ANTONIO ALZATE

LÍNEA 10000 - 10000



**GOBIERNO DE TABASCO**  
**DR. MIGUEL ALTMAN TAMAYO**  
 PROYECTO DE MANEJO DE AGUAS  
 SECCIONES TRANSVERSALES  
 CALLE ANTONIO ALZATE

## **V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Como se hace generalmente, el diseño de pavimentos se enfocó principalmente hacia los terraplenes (base, sub-base y rasantes) de pavimentos, el cual para este caso, se eligió pavimento de tipo flexible.

### FACTORES DE PROYECTO

En resumen, el diseño de pavimentos consiste en dos grandes categorías: el diseño de las mezclas para pavimentos y el diseño estructural de los componentes del pavimento. La mayoría de los métodos de proyecto empíricos y semi-empíricos están basados en correlación con experiencias del funcionamiento en el campo.

Como consecuencia de lo anterior, es necesario hacer hipótesis arbitrarias, considerando valores obtenidos en las pruebas desarrolladas para proyectar, por ejemplo: cuando se planean pavimentos por el método del Valor Relativo de Soporte de California, se compactan muestras de suelo, siguiendo un procedimiento estandarizado, y posteriormente se permite la saturación del espécimen, por un periodo de cuatro días, en agua. Esta operación simula la saturación de la subrasante, debido a la elevación del nivel de aguas freáticas y a la lluvia, realizando así la prueba de proyecto en el suelo cuando se encuentra éste en condiciones que son desventajosas.

Algunos de los efectos del clima son difíciles de valorar; es posible en muchos casos, tomar en cuenta la acción de las heladas y la lluvia, pero el efecto exacto de ellas no puede ser verdaderamente valorado, debido a las condiciones climatológicas. Se estudian desde un punto de vista estadístico y es difícil predecir la veracidad de las condiciones ambientales durante toda la vida útil del pavimento.

La resistencia del suelo es afectada por varios factores, entre los cuales sobresalen los siguientes:

- 1) Peso Volumétrico
- 2) Contenido de Agua
- 3) Textura del Suelo
- 4) Estructura

5) Velocidad de Aplicación de la Carga

6) Número de Aplicaciones de Carga

7) Grado de Compactación

Por último, las pruebas de laboratorio en suelos de la subrasante, se realizan en muestras pequeñas del suelo, tratando de representar las condiciones anticipadas en el pavimento prototipo. Por lo tanto, resulta esencial que los procedimientos de construcción estén acordes con las hipótesis básicas del proyecto.

#### PAVIMENTOS FLEXIBLES

En los pavimentos flexibles, es necesario y conveniente que la base esté construida por materiales poco deformables y de alta permeabilidad, particularmente en lugares lluviosos (para Miguel Alemán esto no afecta).

Los suelos gruesos de buena graduación, debidamente compactados, son los mejores para la construcción de base y sub-base de pavimentos flexibles.

La capacidad para soportar las cargas en los pavimentos flexibles, es producida por las características de distribución de cargas del sistema de capas (sub-base, base y carpeta). Como estos pavimentos están constituidos por una serie de capas, con materiales de buena calidad, en

o cerca de la superficie, la resistencia del pavimento flexible depende del espesor del sistema de capas y de su capacidad para distribuir la carga actuante en la carpeta a la subrasante, ya que ésta influye en el diseño del espesor del pavimento, más que la acción de la losa de la propia carpeta.

## RECOMENDACIONES

La calidad de una carpeta asfáltica depende de una selección correcta de los materiales empleados y de un proceso constructivo apropiado. Estos materiales deberán cumplir con las especificaciones correspondientes. Para ello, se requiere de un buen control de calidad, tanto en el campo como en el laboratorio, pero sobre todo, en el banco de dichos materiales.

Las carpetas de concreto asfáltico son las de mejor calidad, y por lo tanto, las más costosas. La construcción de este tipo de carpeta es aconsejable cuando exista circulación de tránsito pesado y/o muy intenso.

Si se está proyectando una carpeta de concreto asfáltico, se recomienda que se tenga un estricto control de calidad, tanto para obtener una buena calidad, como para no elevar su costo posteriormente. Dicho control se deberá tener tanto en los materiales, como en el proceso constructivo empleado.

También se recomienda que se empiece a ejecutar la obra, una vez que se hayan realizado las referentes a las redes tanto de agua potable, como de alcantarillado sanitario; con objeto de no entorpecer el desarrollo de ésta, o bien, no tener la necesidad de dañar el pavimento para introducir aquellos sistemas posteriormente.

Aparte de la recomendación que ya se había hecho en el segundo capítulo, respecto a la instalación de una planta de asfalto en un sitio más cercano a la localidad, y otras localidades en zonas aledañas que requieren de proyectos similares, tales como: Ciudad Mier, Ciudad Camargo, y algunas otras que se encuentran ubicadas dentro de un radio de 75 Km aproximadamente de este centro de población.

## BIBLIOGRAFIA

**BIBLIOGRAFIA**

- MECANICA DE SUELOS. TOMOS I Y II  
E. JUAREZ BADILLO Y A. RICO RODRIGUEZ  
ED. LIMUSA, MEXICO, D. F.
- PRINCIPLES OF PAVEMENT DESIGN  
E. J. YOVER  
5a. EDICION, JOHN WILEY & SONS, INC  
NEW YORK, U.S.A., 1967
- ASPHALT PAVEMENT ENGINEERING  
HUGH A. WALLACE & J. ROGERS MARLIN  
MCGRAW-HILL BOOK COMPANY NEW YORK, 1967
- LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES  
A. RICO RODRIGUEZ Y H. DEL CASTILLO  
VOLUMEN I Y II, 1a. EDICION  
ED. LIMUSA, MEXICO, 1977
- NOTAS SOBRE MECANICA DE SUELOS, APLICADA A LA CONSTRUCCION  
DE VIAS TERRESTRES  
ING. ENRIQUE TAMEZ G.  
BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
- MANUAL DEL ASFALTO  
THE ASPHALT INSTITUTE  
1a. EDICION. EDICIONES URMO  
ED. PRUAS. BALBOA, ESPAÑA, 1973

- ESPECIFICACIONES DEL ASFALTO Y EL CONCRETO - 1982  
CENTRO DE DOCUMENTACION DEL D.D.F.  
MEXICO, D.F.
- ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION  
SAHOP PARTES IV Y VIII
- MANUAL DE PAVIMENTOS  
ING. JESUS MONCAYO V.
- PROCEDIMIENTOS ACTUALES EN LA ELABORACION, TENDIDO Y COMPACTACION  
DE MEZCLAS ASFALTICAS  
TESIS PROFESIONAL. J. F. MENDOZA AGUILAR
- MOVIMIENTOS DE TIERRAS  
APUNTES FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
- BREVE DESCRIPCION DEL EQUIPO USUAL DE CONSTRUCCION  
APUNTES FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
- TAMAULIPAS LA TIERRA DEL BERNAL  
EDITADO POR EL GOBIERNO DEL ESTADO DE TAMAULIPAS
- COLECCION DE ESTUDIOS ECONOMICOS REGIONALES (TAMAULIPAS)  
EDITADO POR BANCOMER