

70  
2 ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

239545

**DONACION**  
"TESIS DONADA POR LA  
BIBLIOTECA CENTRAL U.N.A.M.  
" PARA USO EXCLUSIVO DE BIBLIOTECAS"  
~~AMPLIACION DE LA VIALIDAD CALZADA~~  
DE CHALMA, CORREDOR ECOLOGICO  
CHALMA-GUADALUPE"



BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGIA  
UNAM

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

P R E S E N T A N :

IVAN OMAR QUINTERO CUEVAS ✓

ISAAC QUINTERO CUEVAS



MEXICO, D. F.

1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**DONACION**  
\*TESIS DONADA POR LA  
BIBLIOTECA CENTRAL U.N.A.M.  
PARA USO EXCLUSIVO DE BIBLIOTECAS\*

PARA SU ORIGEN  
ESTE CON



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-028/96

Señores  
**IVAN OMAR QUINTERO CUEVAS**  
**ISAAC QUINTERO CUEVAS**  
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. LUIS CANDELAS RAMIREZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

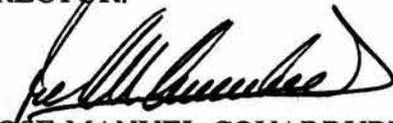
**"AMPLIACION DE LA VIALIDAD CALZADA DE CHALMA, CORREDOR ECOLOGICO  
CHALMA-GUADALUPE"**

- INTRODUCCION
- I. ANTECEDENTES
- II. PLANEACION
- III. DISEÑO
- IV. PRESUPUESTO
- V. PROCESO CONSTRUCTIVO
- VI. MANTENIMIENTO
- VII. CONCLUSIONES

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

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

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, a 4 de marzo de 1996.  
EL DIRECTOR.

  
ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP\*nl

## AGRADECIMIENTOS

La culminación de este trabajo no hubiese llegado a feliz término, sin el apoyo y comprensión de personas muy cercanas y queridas por nosotros.

A NUESTRA MADRE:

CRISANTEMA CUEVAS FIGUEROA

Este trabajo representa la culminación de mucho esfuerzo y sacrificio que desde nuestra niñez hiciste para formar-nos como hombres de provecho, es por eso que este triunfo obtenido es más tuyo que de nosotros.

La dedicación y empeño plasmados en cada línea de esta tesis es un agradecimiento a tu amor y cariño que nos has --brindado, siempre seguirás siendo el regalo más hermoso que Dios nos ha dado. Gracias Mamá.

A NUESTRO PADRE:

ISAAC QUINTERO BUSTOS

Porque eres la columna vertebral de nuestra formación,--por habernos dado todo tu esfuerzo a cambio de lograr nuestra meta de ser profesionales. Porque nos enseñaste que en la vida no existe camino facil y para obtener lo que uno se propone siempre deben vencerse todos los obstáculos hasta lograr-el objetivo.

Este triunfo obtenido es más tuyo que de nosotros.

GRACIAS Y QUE DIOS LOS BENDIGA

A NUESTRO HERMANO:

JOSE MARIA QUINTERO CUEVAS

Que el presente trabajo sea un estímulo para triunfar y nunca darte por vencido en la vida.

A NUESTROS ABUELITOS:

Gracias por su bondad.

A NUESTROS TIOS:

SILVIR CUEVAS FIGUEROA

CARLOS LUNA

Por sus consejos, muchas gracias.

A TODOS NUESTROS TIOS:

Raúl, Armida, Ina, Hermila, Juanita, Nelva, Zacarias, -  
Guadalupe y Luis Enrique Cuevas Figueroa.

Jose Maria, Lugarda, Blanca, Oniver Luis, Ignacio, Ma -  
nuel y Maria de la Luz Quintero Bustos.

A TODOS NUESTROS PRIMOS:

Que el presente trabajo sea un ejemplo a seguir, de lu -  
cha y tenacidad para lograr todos los objetivos trazados.

A NUESTROS AMIGOS:

Ramon Camarillo Figueroa, Marco Conde Andres, Carlos --  
Arias.

GRACIAS POR SU ESTIMULO Y AMISTAD

A MIRIAM:

Por tu amor y apoyo para seguir adelante y lograr mi ob  
jetivo.

IVAN OMAR

A SARY:

Te agradezco, todo ese apoyo moral invaluable para rea-  
lizar esta tesis.

ISAAC

Al ING. LUIS CANDELAS RAMIREZ: Por haber dirigido esta-  
tesis; a todos nuestros compañeros y amigos que nos acompaña  
ron durante los estudios universitarios y a las personas que  
de alguna manera participaron en la culminación de este tra  
bajo.

Finalmente agradecemos. A la Universidad Nacional Auto-  
noma de México, y muy en especial a la Honorable Facultad de  
Ingeniería, por habernos brindado la oportunidad de realizar  
nos como profesionales.

**DONACION**  
 "TESIS DONADA POR LA  
 BIBLIOTECA CENTRAL U.N.A.M.  
 PARA USO EXCLUSIVO DE BIBLIOTECAS"  
 AMPLIACION DE LA VIALIDAD CALZADA DE CHALMA,  
 CORREDOR ECOLOGICO CHALMA-GUADALUPE

INTRODUCCION	PAG.
I) <u>ANTECEDENTES</u> .....	1
I.1 LOCALIZACION .....	2
I.2 DATOS GENERALES DE LA ZONA.....	3
II) <u>PLANEACION</u> .....	4
II.1 ESTUDIO DE TRANSITO.....	7
II.2 TRAZO PRELIMINAR.....	10
II.3 ESTUDIO GEOTECNICO.....	12
II.4 ANALISIS DE FACTIBILIDAD.....	14
III) <u>DISEÑO</u> .....	21
III.1 DISEÑO GEOMETRICO.....	21
III.2 CURVA MASA.....	34
III.3 DISEÑO DE PAVIMENTO.....	41
III.4 OBRAS DE DRENAJE .....	56
IV) <u>PRESUPUESTO</u> .....	83
IV.1 VOLUMENES DE OBRA.....	85
IV.2 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	91
IV.3 PROGRAMA DE OBRA.....	102
IV.4 OBRA EXTRAORDINARIA.....	102

V) <u>PROCESO CONSTRUCTIVO</u> .....	105
V.1 ETAPAS DE CONSTRUCCION .....	105
V.1.1 ETAPAS CONSTRUCTIVAS DE ORIGEN.....	105
V.1.2. TRABAJOS DE AMPLIACION .....	105
V.1.3 REHABILITACION DE PAVIMENTO EN LAS VIAS ALTERNAS.....	106
V.2 TRAZO DE NIVELACION .....	107
V.3 DESMONTE Y DESPALME.....	107
V.4 EXCAVACION.....	109
V.4.1 EQUIPOS Y RENDIMIENTOS.....	110
V.5 EXPLOTACION DE BANCOS DE MATERIAL.....	112
V.6. PAVIMENTACION.....	112
V.6.1 SUB-BASE.....	113
V.6.2 BASE.....	113
V.6.3 CARPETA.....	118
V.7 BANQUETAS Y GUARNICIONES.....	121
V.8 CICLOPISTA Y ADOPASTO.....	123
V.9 OBRAS DE DRENAJE.....	128
V.10 OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	129
V.10.1 SEÑALAMIENTO.....	129
V.10.2 ILUMINACION.....	144
V.10.3 PARAPETOS.....	152
VI) <u>MANTENIMIENTO</u> .....	153
VII) <u>CONCLUSIONES</u> .....	156

## I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo es un ejemplo real de la problemática que en la actualidad tienen las principales ciudades del país, sin embargo el tramo de la calzada de Chalma-Guadalupe es quizá el punto más conflictivo, al representar pérdidas apreciables a usuarios consecuentemente a la economía del país, causadas por efecto del considerable volumen de tráfico que se registra en el tramo y que circula a velocidades bajas, consecuencia de no tener la infraestructura suficiente que le permita circular a una velocidad óptima.

La solución más económica para la problemática, sin duda es la ampliación del camino actual en dos carriles por sentido.

Los temas tratados en esta tesis, engloban a nivel informativo, (sin llegar a detalle) todos los aspectos ligados a la formulación de los problemas que involucran la construcción de un camino, iniciando con el estudio de planeación, el cual se fundamenta, con análisis relacionados con el tránsito, geotecnia, localización y complementando con datos generales de la zona, finaliza con la comparación de beneficios y costos, lo que se desarrolla mediante un modelo de evaluación, el cual permite definir en función de indicadores económicos las características del proyecto. En cuanto a lo correspondiente al diseño, éste se desarrolla con la problemática de mejorar las condiciones actuales de velocidad, a partir de reducir las pendientes donde se presentaban problemas, además, las dificultades para trabajar con tráfico. Para el desarrollo de este tema se trataron algunos puntos a manera de ejemplo, sobre todo en el cálculo, ya que este es similar para el resto del camino.

Se inicia con el diseño geométrico donde se analizan las curvas verticales y horizontales, siguiendo con el cálculo de la curva masa, diseño de pavimento, así como lo referente al drenaje, para el cual se partió de las obras existentes, tanto en el camino como en las conexiones al drenaje urbano, en cuanto al señalamiento éste se fundamenta en las normas de la Coordinación General de Transportes del D.D.F.. Una vez definida esta parte se trata lo relacionado con el proceso constructivo, el que se formó de manera conjunta con el avance de la obra con residencia y visitas al lugar, acción que resultó fundamental para tener un criterio más amplio acerca de los procesos de construcción, las dificultades y las diferencias que existen en cuanto lo proyectado, para el desarrollo de este capítulo se parte de la forma típica para construir un camino, con aspectos como desmonte, despálme, movimiento de tierras, así como el tratado para construir cada una de las capas que forman el pavimento,

complementándose con el drenaje, alumbrado, señalamientos y colocación de parapetos para protección ( Estos serán colocados por la Deleg. Gustavo A. Madero ), además de las obras complementarias que no estaba contemplado en el proyecto de origen y representó un incremento en el costo total, el cual se presenta a partir del presupuesto de concurso y se describe con la inclusión de cada de uno de los conceptos de obra, complementándose con análisis de costos horarios de equipos representativos, finalmente y como parte importante del proyecto se determina la conservación, lo que se trata en función de lo estipulado en las normas de la S.C.T. y que engloban todos y cada uno de los aspectos que deberán conservarse para permitir un funcionamiento óptimo durante la vida económica de esta y si es necesario más tiempo.

Es evidente que este trabajo encierra los aspectos necesarios para entender lo que implica la infraestructura carretera, es por eso que se pretende que sea un instrumento que de alguna manera complemente conocimientos sobre todo a estudiantes de ingeniería civil.

C A P I T U L O   I

A N T E C E D E N T E S



## I.- ANTECEDENTES

Como es fácil de percatarnos en las últimas décadas el desarrollo de la Ciudad de México tanto económico así como demográfico y el constante crecimiento de la mancha urbana, dio lugar a las necesidades crecientes de comunicación y movilidad de sus habitantes. Subsecuentemente, cobró mucho más importancia el empleo de vehículos con motor de combustión interna como autobuses, camiones, automóviles, etc.

En la década de 1920, fueron suficientes las antiguas calles y las de los nuevos fraccionamientos como colonias, junto con calzadas existentes de tiempo atrás para canalizar los crecientes volúmenes de tránsito. Se experimentó entonces un incipiente diferenciación de las áreas urbanas, en la que destacaba la zona céntrica de negocios, comercio, gobierno y diversiones junto con habitación de clase media y alta; se crearon las primeras colonias populares; así también las zonas industriales que en principio se extendieron en áreas servidas para los ferrocarriles.

Los volúmenes de vehículos rápidamente fueron agotando la capacidad de las principales calles y avenidas, así como de los tramos iniciales de las primeras carreteras, convertidas en vías de acceso a las áreas que se urbanizan a uno y otro lado de ellas.

Sin embargo, con la ampliación y modernización de avenidas importantes que por sus características geométricas tenían capacidad de ofrecer un movimiento rápido en distancias considerables, como fueron la Calzada de Tacubaya e Insurgentes Norte, las cuales contribuyeron en cierta medida a orientar el crecimiento urbano hacia las áreas que así resultaban mejor comunicadas.

Es así que se crea el programa 1972-1976 y el sistema vial urbano que tiene como finalidad la integración urbana del Distrito Federal. Inicialmente la vía rápida denominada Circuito Interior se considera como la componente básica que permitiría resolver de gran medida los problemas detectados a través del análisis de la situación actual. Los estudios partieron del examen de las características de la circulación de la ciudad. Donde se muestra una tendencia a la concentración sobre itinerarios muy destacados: tramo poniente del Anillo Periférico, Viaducto Miguel Alemán, Calzada de Tlalpan, Calzada Ignacio Zaragoza, Avenida Insurgentes y Paseo de la Reforma, entre otras avenidas importantes.

Debido al desarrollo acelerado en la Ciudad de México y zona conurbada, los efectos han sido considerables en la circulación del transporte automotriz, esto en las grandes avenidas y calzadas de importancia que permiten la comunicación al Distrito Federal con colonias y zonas conurbadas.

En esta zona norte de la Ciudad de México es donde más problemas viales se encuentran debido al crecimiento de las zonas conurbadas, con el transcurso de los años al problema vial a ido

creciendo aceleradamente, hasta considerarla en una de las zonas más conflictiva de la ciudad.

En la actualidad uno de los problemas viales más importantes se localiza en el área de Chalma-La Villa ( Calzada Chalma ), vía en la cual convergen flujos considerables de vehículos principalmente trailer, de carga, como pasajeros, además de generar un tránsito importante de vehículos, así mismo de que se realizan movimientos locales a las zonas industriales de Tlalnepantla, Ticoman, zona industrial La Presa, También como las colonias cercanas a la vialidad, tales son San Lucas Patoni, La Unión Chalma, San Miguel Chalma, Santa Teresa, Jorge Negrete, Unidad Habitacional El Arbolillo, Chalma de Guadalupe, La Pastora, Cuauhtepac de Madero, Cuauhtepac El Alto, Charco, Tepe y Brecha, hasta entroncar con las avenidas Cuauhtepac, Calzada Ticoman, Miguel Bernard y Calzada Santa Cecilia que presentan un flujo vehicular principalmente de pasajeros con destino a oficinas y obreros en general.

Es hasta inicios de 1995 cuando se principia los estudios generales para la ampliación del tramo en la Calzada de Chalma, es por lo tanto que a principios de año se concursa y se asigna la construcción del "Corredor Ecológico Chalma-Guadalupe", nombre que recibe el tramo arriba mencionado, el cual estaría a cargo de las autoridades del Distrito Federal ( Delegación Gustavo A. Madero ), y se estimaría para su construcción, y puesta en operación a principios de 1996.

A pesar de todo lo anterior la obra tendría un desarrollo de 1.80 Km, con un ancho de 14.00 mts. de carpeta Asfáltica para dar 4 carriles de 3.50 mts. cada uno, lo cual resultara casi suficiente para resolver el problema vial que une Chalma con Ticoman para finalizar en Indios Verdes.

En función de este problema el Departamento del Distrito Federal a través de la Delegación Gustavo A. Madero se dedicó a la tarea de buscar soluciones al problema de la vialidad de la Calzada de Chalma.

## 1.1 LOCALIZACION

La ampliación del tramo de 1.8 Km de la vía Corredor Ecológico Chalma-Guadalupe se ubica en la parte Norte del Distrito Federal y los límites del Estado de México, comúnmente conocida como Calzada de Chalma, la totalidad del tramo en cuestión se aloja en terreno lomerío abrupto causa principal del problema vial, la modernización del tramo conflictivo afectará directamente el Cerro del Chiquihuite que se encuentra ubicado de lado poniente de la vialidad y el Cerro del Tenayo al lado Este del tramo. Su desarrollo inicia en la Avenida Cuauhtepac o Santa Teresa al Noreste de la estación del metro Indios Verdes y termina en la Avenida Juárez al principio de la zona de Chalma. Con un desarrollo de 1.8 Km., en la actualidad es la una de las uniones principal entre Chalma y la Ciudad de México para conectarse en Indios Verdes, además de uso local, para efecto de comunicar colonias , unidades habitacionales y zonas industriales.

Con respecto a todo lo anterior la localización de esta vialidad es totalmente estratégica para comunicar personas y bienes de esta zona del Distrito Federal así como del país.

## I.2 DATOS GENERALES DE LA ZONA

Aunque el desarrollo del tramo conflictivo se ubica en una zona Urbano-Industrial, el volumen principal de personas que transita esta vía se desplaza a las zonas industriales y en menor número hacia viajes de recreo y de residencia.

El nivel económico de la zona es del considerado bajo, ya que algunos casos se carece de servicios primarios, sin embargo el asentamiento urbano a crecido y su desarrollo es de forma irregular, acción que dificulta construir grandes avenidas que solucionen problemas de tráfico puntuales. Existen problemas graves de contaminación de humos y ruido, la vegetación de la región en general es abundante contribuyendo a esta los Cerros del Chiquihuite, El Tenayo, así como el cerrito del Ticoman; a pesar de ello existe la posibilidad de que las áreas verdes se reduzcan debido al crecimiento de la mancha urbana en esta región. También existe una alta vialidad de autobuses de pasajeros que realizan movimientos locales que son subutilizados provocando contaminación y problemas de tráfico por descompostura y falta de suficiente tracción en los motores.

En función de lo anterior son evidentes los problemas críticos que actualmente padecen los habitantes del Norte de la Ciudad de México y los que por alguna razón se trasladan hacia Pachuca, sitios de interés particular y de trabajo.

**C A P I T U L O    I I**

---

**P L A N E A C I O N**



## II.- PLANEACION

Antes de dar los criterios generales sobre planeación de carreteras es necesario saber lo que entendemos por planeación y sus aspectos generales.

La planeación para el desarrollo físico de las localidades y regiones requieren generalmente estudios efectuados por un equipo interdisciplinarios. Debido a que los trabajos de Ingeniería Civil son componentes fundamentales en el desarrollo físico de las ciudades y regiones, por tal motivo el Ingeniero Civil juega un papel predominante en las actividades de planeación.

La planeación se practica sistemáticamente a nivel corporativo y gubernamental. Los tiempos y las actividades se programan. Los esfuerzos se dirigen hacia el logro de las metas y objetivos. Los escasos recursos materiales y de tiempo se dividen entre las diferentes contratistas que compiten entre sí.

La planeación es una buena administración que permite la anticipación y preparación para acontecimientos a corto o largo plazo y se avoca a la prevención de problemas futuros, así como la corrección de los existentes. La planeación ayuda a satisfacer las necesidades humanas básicas, como las de vivienda, transportación, bienes de consumo y además ayuda a conservar y proteger los recursos, así como a mantener la calidad del medio ambiente. Los estudios de planeación, al examinar racionalmente el conjunto de soluciones a los problemas existentes, puede llegar a una solución que no se convierta en un problema futuro.

Casi todos los problemas de planeación se estudian con la misma metodología básica, la cual incluye los siguientes elementos clave:

Identifique las condiciones y problemas actuales: Uno de los primeros aspectos que consumen más tiempo en el proceso de planeación, es la recolección de los datos y sus análisis sobre las condiciones presentes. Este análisis debe incluir una evaluación de los recursos y las restricciones (físicas o económicas) que pueden afectar o limitar las expectativas futuras. Es importante evitar concentrarse solamente en las deficiencias y los problemas pues de igual importancia proteger los recursos disponibles y fortalecer las ventajas o puntos fuertes de la comunidad.

Pronostique las tendencias y necesidades: Como el propósito de un plan es dirigir y controlar los sucesos futuros, es importante comprender los cambios que pueden resultar de la continuación de las tendencias y programas actuales. Este proceso asegura la identificación de los cambios y tendencias históricas y un análisis de las causas básicas de estas tendencias y cambios, para verificar su validez actual:

- 1.-Representan conflictos o problemas futuros.
- 2.-Las necesidades y demandas proyectadas excederán

los recursos disponibles.

3.-Las proyecciones y pronósticos son realistas a la luz de la información actual y si los cambios futuros pueden ser razonablemente anticipados.

**Establezca metas y objetivos:** Conviene establecer explícitamente las metas y objetivos del plan para ayudar a garantizar que estos sean los que desea la comunidad o región y que cualquier conflicto entre las metas se detalle en el proceso de planeación. Los términos son intercambiables, pero una meta representa un blanco que se logrará a largo plazo. Un objetivo se considera como un fin que puede ser alcanzado dentro del periodo de planeación. Las metas y los objetivos como fines de distinguirse de las políticas, estrategias, programas y acciones que son medio para alcanzar los fines.

**Delinee y evalúe planes alternativos:** Una vez que las metas y los objetivos han sido establecidos, el plan se centra en políticas, estrategias, programas y acciones para alcanzar las metas y los objetivos fijados. Puesto que por lo común hay alternativas para alcanzar dichas metas y objetivos. Cada alternativa debe evaluarse en cuanto a la satisfacción de cada meta y objetivo.

**Seleccione el plan recomendado:** Después de que se evalúe cada plan alternativo, se selecciona el plan recomendado por ser el que mejor satisface todas las metas y objetivos, aunque frecuentemente haya conflictos entre ellos pues algunos son más importantes que otros.

**Desarrolle técnicas detalladas de implantación y financiamiento:** después de que se selecciona el plan es necesario delinear los programas y acciones específicos necesarios para llevar a cabo las políticas y estrategias del plan. Los programas y acciones específicas deben contener detalles tan importantes como los métodos de financiamiento, programación y necesidades de personal. Es tan importante demostrar prácticamente cómo puede alcanzarse el plan como determinar las metas por lograr.

De acuerdo con la experiencia adquirida en el pasado, en la evaluación de proyectos viales, debe tomarse en cuenta que los efectos de estos son diferentes según el medio económico en el que se aplican. La naturaleza de esas consecuencias da lugar al establecimiento de categorías y tipo de operación que en el caso de México se ajustó en tres: Obras Viales de Función Social, Obras Viales de Penetración Económica y Obras Viales Para Zonas En Pleno Desarrollo.

a) Obras de Función Social: Se refieren a aquellas cuyo objetivo principal es el de integrar al resto del país, a zonas o localidades de escasa potencialidad económica, sin embargo en ella existe un número de habitantes de cierta importancia.

Este criterio se ha aplicado ampliamente cuando se trata de caminos rurales, sin embargo, recientemente en la evaluación de estos se han introducido algunos conceptos de tipo económico, que podrían propiciar la eliminación del criterio inicial, mismo que

si bien proporciona un indicador de selección de proyectos, conlleva que esta realice en beneficio de las poblaciones mayores, ubicadas en las cercanías de carreteras existentes, que podrían tener menos problemas de comunicación que otras más alejadas y con igual o menor población.

b) Obras Viales de Penetración Económica: Estas tienen como finalidad integrar mediante caminos a localidades que tienen una potencialidad económica, que pudiera tener importancia relevante con caminos cercanos de mayor trascendencia que de alguna manera promueven el desarrollo, con el principio de intercambiar mercados y transportar personas que representan una fuente de ingreso. En la actualidad este tipo de obras se plantean en los esquemas directores estatales y tienen prioridad para los actuales planteamientos de desarrollo del actual gobierno.

Es por ello que la localización y puesta a consideración de este tipo de obras resurge como una necesidad para complementar la red troncal.

c) Obras para Zonas Desarrolladas: En este grupo se identifican las obras ubicadas en pleno desarrollo, cuyo efecto principal es la reducción de gastos, al proporcionar ahorros en los costos de transporte en los usuarios del proyecto. Estos ahorros se obtienen en función de menor distancia o tiempo de recorrido, y la posibilidad de cuantificarlos en términos monetarios, permite utilizar como criterio de evaluación el índice de rentabilidad de la inversión propuesta.

El cálculo de cada uno de los ahorros que puede proporcionar una obra, se realiza mediante la comparación entre los costos para la situación sin proyecto y los que prevaleceran una vez construida la obra propuesta. La comparación se efectúa a lo largo de la vida útil del proyecto que se va a evaluar. Para el análisis de la viabilidad Calzada de Chalma se utilizó el criterio para una zona desarrollada. Cuyo objetivo es modernizar el tramo que presenta problemas a la circulación, tiene como finalidad abatir los costos de transporte e incorporar económicamente una amplia zona urbana, aunando el beneficio social que su ampliación trae consigo.

Un camino bien proyectado debe poseer armonía interna; los automovilistas deben ver adelante las líneas y tener, a los lados, una visión clara del paisaje. Sin embargo los caminos son, en primer lugar, un medio para transporte.

Con objeto de lograr lo anterior, el diseño debe adoptar ciertos criterios de resistencia, seguridad y de uniformidad. La mayor parte de estos criterios proceden de la dura escuela de la experiencia, mientras que algunos han evolucionado con la investigación y los ensayos. Así, se han establecido ciertas normas generales.

## II.1 ESTUDIO DE TRANSITO

Cada día es mayor el número de vehículos que congestionan la circulación sobre todo la parte limitada hacia el norte de la ciudad debido a los grandes volúmenes vehiculares que se trasladan hacia el Distrito Federal y los que salen de éste, ocasionando un elevado recuento de horas-hombre que se pierden por causa de embotellamientos.

Ante esta situación se elaboró el plan para la regulación del tráfico así como la adecuación de los servicios para el control de la vialidad. Dichos planes son los instrumentos dentro de las estrategias para el control de tránsito en el Distrito Federal y la zona fronteriza.

Dentro de las acciones que establecen estos planes; es el de contrarrestar los problemas específicos de la vialidad que resulta de gran relevancia económica, debido al importante movimiento vehicular que en la actualidad se desarrolla a lo largo de la vialidad Chalma-Guadalupe ( Calzada Chalma ).

Este estudio está enfocado a mejorar la vialidad en el tramo de la calzada Chalma entre Av. Cuauhtemoc y Rio San Javier, el cual presenta características físicas y de operación de tal manera que la demanda obtenida orilla a una necesidad de transformación del camino para poder absorber las demandas futuras que plantea el constante crecimiento de la ciudad.

para el estudio de tránsito se determinó un lugar estratégico perteneciente al tramo en proyecto que se localizó en el cadenamiento 0+440 que se definió como zona de mayor influencia de tránsito, se considera así ya que es la entrada principal a las unidades habitacionales El Arbolillo y El Arbolillo II así como el área por donde concurren los vehículos provenientes del Cerro del Tenayo, Chalma del lado Norte, Av. Cuauhtemoc y Ticoman proveniente del lado Sur.

En base a lo anteriormente mencionado se realizó un aforo vehicular de 18 horas continuas, obteniéndose lecturas desde las 5:00 de la mañana hasta las 11:00 de la noche; considerandose como día crítico el viernes, (Cuadro II.1).

Además por encontrarse en una zona montañosa se tienen pendientes de 5%, que en primera instancia no parece muy crítica; pero al tener ésta un desarrollo en 2 kilómetros y considerando que en ella circula aproximadamente un 7% de camiones, un 3% de trailer, un 10% de autobuses y un 20% de Taxis del total del flujo vehicular que circula en la hora de máxima demanda.

Estudios de Velocidades y Demoras: En los sistemas de vialidad urbana una medida de la cantidad del flujo son las velocidades vehiculares. Una forma de medirla es por medio de estudios de tiempos de recorrido y demoras a lo largo de un tramo de la vía, se trata de determinar los lugares donde ocurren éstas en el tránsito y las causas que ocasionan dichos retardos.

CORREDOR ECOLOGICO  
CHALMA - GUADALUPE

VOLUMEN DE TRANSITO  
AFORO DE 16 HORAS  
DIA DE LA SEMANA: VIERNES

CUADRO II.1

HORA DE A FORO	TRANSITO VEHICULAR							SUBTOTAL
	A2	A'2	B2	C2	C3	T3-S2	T3-S3	
5:00								
6:00	30	15	10	7	2	0	0	64
7:00	320	92	60	25	25	10	11	543
8:00	500	155	95	40	38	17	16	861
9:00	800	230	120	55	45	25	25	1300 *
10:00	700	189	100	41	36	18	17	1101
11:00	640	117	85	29	24	12	14	921
12:00	621	95	76	20	17	9	7	845
13:00	711	160	96	33	24	13	12	1049
14:00	760	210	110	45	40	20	20	1205
15:00	709	185	102	40	35	9	10	1090
16:00	565	113	90	36	36	10	12	862
17:00	530	101	89	35	37	10	11	813
18:00	663	115	90	34	38	11	12	963
19:00	700	150	95	32	30	12	14	1033
20:00	710	150	93	36	32	18	16	1055
21:00	730	155	95	41	40	19	18	1098
22:00	400	145	81	25	22	7	5	685
23:00	269	90	29	10	8	1	0	407
TOTAL	10358	2467	1516	584	529	221	220	15895

\* HORA DE MAXIMA DEMANDA

A: AUTOMOVILES  
B: AUTOMOVILES  
C: CAMIONES  
T: TRAILER

Para realizar el estudio se seleccionó un tramo de manera tal que el lugar de estudio quedara dentro de él. Se midieron los tiempos que invirtieron los conductores para entrar en el tramo y salir de él. Se situaron dos personas en cada extremo del tramo seleccionado, un observador provisto de un cronómetro y un anotador con hojas de campo. Se anotaron las 3 cifras últimas de las placas de los vehículos que pasaban frente a ellos, así como la hora.

Posteriormente en gabinete, se determinó la diferencia entre los tiempos de observación correspondientes a cada placa que serían los tiempos de recorrido de cada vehículo. Es importante mencionar que el análisis se efectuó en horas de máxima demanda.

La longitud del tramo considerado se midió directamente con cinta de acero, a lo largo de 1.80 Km con la distancia y el tiempo de recorrido se obtuvieron las velocidades.

Para hacer el análisis de los tiempos de demoras se utilizaron los mismos datos del estudio de velocidades, donde se obtuvieron los resultados siguientes:

Se obtuvo una velocidad promedio de 40 Km/Hr. para todo el tramo.

En resumen los resultados del aforo vehicular fueron los siguientes al considerar las dos horas más críticas del día:

		13:00 a 14:00	8:00 a 9:00 AM
A: Automóviles	====>	760	800
B: Autobuses	====>	320	350
C: Camiones y Trailer	====>	125	150
		-----	-----
		1205	1300

luego, haciendo un desglose:

A2	---->	Automóvil
A'2	---->	Autobús ligero, con capacidad de carga hasta de 3 Ton ( Pesero )
B2	---->	Autobús de 2 ejes ( Ruta 100 )
C2	---->	Camión de 2 ejes
C3	---->	Camión de 3 ejes
T3-S2	---->	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes
T3-S3	---->	Tractor de 3 ejes con semirremolque de 3 ejes

finalmente al hacer el desglose:

		13:00 a 14:00	8:00 a 9:00 AM
A2	--->	760	800
A'2	--->	210	230
B2	--->	110	120
C2	--->	45	55
C3	--->	40	45
T3-S2	--->	20	25
T3-S3	--->	20	25
		-----	-----
		1205	1300

Por tanto, el tránsito máximo aforado es:

1300 vehículos por hora

{ Tránsito Diario Promedio Anual = 1300 vehículos por hora x 12 horas = 15600 vehículos }

>>>>> TDPA = 15600 <<<<<<

## II.2 TRAZO PRELIMINAR

Una vez obtenido el resultado del aforo vehicular (Volumen Vehicular) que en la actualidad maneja el tramo de la vialidad Calzada de Chalma, se procedió a formular alternativas de solución.

Debido a la complejidad de la zona en cuanto a derecho de vía así como el impresionante asentamiento urbano en la región se genera la alternativa de ampliar la vialidad ubicada entre Avenida Cuauhtepéc y Avenida Juárez con la finalidad de que la Calzada Chalma tuviera el mismo ancho que el de la Calzada Puerto Mazatlán para que el flujo vehicular fuera constante y así evitar un embudo en la unión de estas dos calzadas. Por lo que según los resultados del aforo vehicular arrojó la única alternativa de ampliar la Calzada Chalma a 14 mts. de ancho con 4 carriles de 3.50 mts. cada uno; el trazo se puede observar en el croquis II.1.

El análisis de éste trazo consiste en ampliar la Calzada de Chalma, específicamente en el tramo conflictivo de 1.8 Km. de longitud. En la actualidad presenta una pendiente de 5% en un kilómetro de recorrido, circunstancia que ocasiona un movimiento vehicular con baja velocidad, causa fundamental de embotellamientos en horas de máxima demanda.

El trazo se definió tomando como base la actual vía (Figura II.1) la que tendría como acción modernizar las características geométricas, medida que repercute en el mejoramiento de la operación.

Para dicha alternativa se recomienda una ampliación de un carril en ambos sentidos, medida que podría soportar la actual demanda. Esta alternativa a nivel construcción se consideró compleja por el hecho de trabajar con tráfico, sin embargo los beneficios son importantes, su desarrollo es de 1.80 Km. con cruce parcial en zona urbana, menor costo de construcción, además de mejorar la operación al incrementar las velocidades, reducir los costos de operación a los usuarios, ahorros significativos en horas-hombre, así como protección al medio ambiente.

**Población Beneficiada:** El dimensionamiento de la población servida es fundamentalmente industrial de la zona del Estado de México, así como los lugares cercanos municipio de Tlanepantla, Ticoman, Chalma, Cuauhtepéc, etc.



FIG. II.1 (PLANO DE LOCALIZACION)

Usos del Suelo: Las actividades que se desarrollan normalmente en la zona influyen en los volúmenes que se presentan.

Tratándose de una zona principalmente de montaña y de negocios, el mediano porcentaje de casa-habitación es notorio.

Muy próximo a 15 minutos del tramo, sobre la Avenida Insurgentes, hacia el sur, se ubica una estación del sistema de transporte colectivo metro, esta corresponde a la línea tres y es la estación Indios Verdes.

El tramo en estudio se encuentra enclavado en la Delegación Gustavo A. Madero, quedando sujeto a los planes de vialidad que marca el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de esa Delegación. Dentro de las acciones que propone este plan está la de estimular y desarrollar los distintos sistemas de transporte público colectivo.

## ALTERNATIVAS DE SOLUCION

### a) Análisis de alternativas

Los resultados de los análisis de capacidad y de las velocidades y demoras hacen ver que el tramo a construir ya trabaja a su capacidad, con peligro para los peatones y con pérdidas apreciables para los conductores y pasajeros. Además con el tiempo la situación se hará más crítica al aumentar la población, los vehículos y las transacciones comerciales de la zona.

A tal efecto se ensayaron alternativas de posible solución, las cuales se ven condicionadas por las pendientes de entrada y salida a la Ciudad de México.

Las actuales dimensiones de las secciones transversales permiten alojar la obra sin necesidad de afectación de propiedades. Para ello se están suponiendo un carril más para cada acceso, mejorando las pendientes, posteriormente reducir la pendiente en los carriles ya existentes para quedar finalmente con un bombeo igual en toda la nueva carpeta.

## II.3 ESTUDIO GEOTECNICO

Inicialmente se realizó una fotointerpretación de los mosaicos de la zona, determinándose que el proyecto en cuestión se encuentra en la falda del Cerro del Chiquihuite, el cual es complejo de composición andesítica con intercalaciones de materiales brechoides, a las cuales subyacen arcillas inorgánicas, limos, tobas limosas y arenosas. En las partes bajas se observan plataformas de suelos lacustres y materiales de aluvión que conforman la cubierta superior de la secuencia geológica.

Posteriormente se realizaron recorridos por los alrededores muestreando los diferentes tipos de roca. Esta actividad permitió definir la estructura que presentan los materiales involucrados y

delimitar el marco geológico para la caracterización del macizo rocoso.

De acuerdo con estos recorridos, se determinó que el cerro es de origen volcánico, compuestos en su parte interna por lavas andesíticas fracturadas y brechas andesíticas. Dicho aparato volcánico se encuentra cubierto por tobas limosas compactas, tobas de pómez, depósitos de talud, y rellenos artificiales. En la parte plana, los materiales son de origen aluvio-lacustre, compuesto de arena, grava, arcilla y limos.

Con el fin de colaborar y complementar el análisis geológico se realizarón 3 pozos a cielo abierto, todos a un costado del hombro de la antigua carpeta, cuyas profundidades variaron de 1.5 a 3.0 metros.

\* Pozo 1.- Este pozo se realizó en el cadenamamiento 0+400 a una profundidad de 2.6 m, de los cuales al primer metro y medio corresponde a rellenos heterogéneos poco compactados y el resto a arcillas, limos y arenas de consistencia media.

\* Pozo 2.- Este pozo se realizó en el cadenamamiento 0+880 a una profundidad de 3.0 m.; encontrándose en los primeros 1.40 m. una cobertura de materiales de relleno a los cuales subyace una capa de 70 cm de arcillas inorganicas de mediana plasticidad con algo de arenas limpias en estado compacto. Posteriormente, se encuentra un limo arenoso muy compactado de aproximadamente 40 cm de espesor, a partir de los 2.5 m de profundidad se encuentra una roca tobácea alterada superficialmente y muy compacta que caracteriza la unidad sobre la que se aloja este pozo.

\* Pozo 3.- Este pozo se realizó en el cadenamamiento 1+500 del lado sur de la vialidad; la profundidad de este pozo fue de 3.00 metros, al igual que los dos primeros sondeos se encontro con una cobertura inicial de materiales de relleno de 1.70 metros de baja compactación y poca capacidad, despues de este material, se encuentra una capa de arcillas inorganicas con un bajo porcentaje de arenas limpias y litificadas de aproximadamente 65 cm. de espesor y finalmente, en la base, una toba muy compacta.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis y discusión de los resultados se determinaron 3 tipos de materiales. El material tipo 1 está constituido fundamentalmente por suelos y rellenos en estado suelto de poca o nula capacidad. El material tipo 2 constituido principalmente por arcillas inorganicas de baja plasticidad ( CL ), con arenas limpias y limos. Tobas regularmente compactas, presentan cierta resistencia por lo que se recomienda que los cortes tengan una pendiente de 4:1 si es necesario realizar dichos cortes. El material tipo 3 está representado por tobas regularmente compactas y brechas de regular a buena calidad, se recomienda que los cortes se realicen con pendientes de 5:1 si es necesario realizarlos.

Debido a que los materiales no cambian en el tramo a construir, se recomienda que la excavación de cajas se realice mediante el corte con equipo apropiado, esto con la finalidad de no realizar voladuras con explosivos ya que la zona explorada y a construir, se encuentra con un muy bajo macizo rocoso y esto produciría vibraciones sin ningún caso.

#### II.4 ANALISIS DE FACTIBILIDAD

Para la realización de este subtema se utilizó un programa elaborado por la Coordinación General de Planeación de la S.C.T., denominado " Programa de Evaluación de Carreteras " a fin de determinar la situación económica del proyecto la capacidad vehicular del tramo y del período de saturación en caso de que se lleve a cabo la ampliación, se elaboró la corrida del modelo de evaluación que permite determinar estos aspectos. Previo a la utilización del modelo de evaluación, se realizó un análisis, el cual consiste en determinar las velocidades y capacidad. Para su desarrollo se utilizó la ayuda de hojas de codificación que se manejan para mayor facilidad y control. los datos más importantes utilizados para las condiciones con y sin proyecto son los siguientes:

	CONDICION CON PROYECTO	CONDICION SIN PROYECTO
Longitud	1.8 Km	1.8 Km
Ancho de Carril	14.00 mts.	8.00 mts.
Tipo de Terreno	Lomerío	Montañoso
Distancia a Obstáculos Laterales	1.50 mts.	1.00 mts.
Porcentaje de Visibilidad	80 %	80 %
Composición del Tránsito	A=80% B=10% C=7% T=3%	A=80% B=10% C=7% T=3%
Volumen de demanda	15600	15600

Nota: El cambio en el tipo de terreno de montañoso a lomerío, se debe a que en ambas direcciones se plantea la ampliación a un carril con Cortes considerables al terreno, medida que permite tener pendientes adecuadas, típicas de un terreno lomerío.

En función de los datos antes mencionados se determinan las velocidades para cada nivel de servicio, así como su capacidad, este análisis permite definir que de acuerdo a la demanda durante la operación del proyecto, este alcanza su nivel de saturación al año 10 después de iniciada su operación (cuadro II.2). Esto quiere

TIPO DE MATERIAL Y PROFUNDIDAD  
DE LOS TRES POZOS A CIELO  
ABIERTO DEL ESTUDIO GEOTECNICO

	Pozo I	Pozo II	Pozo III
Cadenamiento	0 + 400	0 + 880	1 + 500
	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>Rellenos heterogeneos 1.5 m.</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Arcillas Limos Y Arenas 1.10 m</p> </div>	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>Rellenos heterogeneos 1.4 m.</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Arcillas 0.7 m.</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Limo arenoso 0.4 m.</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Toba muy compacta 0.5 m.</p> </div>	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>Rellenos heterogeneos 1.7 m.</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Arcillas 0.65 m.</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Toba muy compacta 0.65 m.</p> </div>
	2.60 m	3.0m	3.0m

decir que después de este año las condiciones de operación se deteriorarán por el incremento de la demanda, sin embargo el tramo podrá seguir operando con velocidades menores a las de proyecto.

### VIALIDAD CALZADA DE CHALMA

CUADRO II.2

VELOCIDADES DE OPERACION			
AÑO DE OPERACION	TDPA	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
1994	15400	41 KM/HR	80KM/HR
1995	15600	40	80
1996	16959	39	80
1997	16326	38	79
1998	16701	37	78
1999	17085	36	77
2000	17478	35	76
2001	17880	34	75
2002	18292	34	74
2003	18712	33	73
2004	19143	33	72
2005	19583	33	71
2006	20033	32	70 *
2007	20494	32	69
2008	20966	31	68
2009	21448	31	67
2010	21941	31	65

\* AÑO DONDE EL NIVEL DE OPERACION SE DETERIORARA POR EL INCREMENTO DE TRANSITO.

El cuadro II.3 Presenta las condiciones en ausencia del proyecto; Es decir velocidades, costos por Kilómetro y costos de operación anual para los distintos años que forman parte de la vida útil del proyecto, suponiendo que prevalecen las condiciones actuales.

El cuadro II.4 se presentan las condiciones en presencia del proyecto. Proporciona los mismos datos del cuadro anterior, pero suponiendo que si se efectúa la construcción del proyecto.

El cuadro II.5 presenta la diferencia de costos de operación. Se dan las diferencias en costos de operación, con y sin proyecto para todos los años de la vida útil del proyecto.

El cuadro II.6 indica ahorros y beneficios por menor tiempo de recorrido. Se calculan los beneficios que se producen al disminuir los tiempos de recorrido, esos beneficios son ahorros de los usuarios por llegar antes a su destino. Los resultados de esta

tabla se dividen en dos grupos: en el primero se proporcionan para cada tipo de vehículo, los ahorros en hora por menores tiempos de recorrido, y en el segundo se cuantifican los beneficios anuales debidos a esos ahorros.

## CALZADA DE CHALMA

### CONDICIONES EN AUSENCIA DEL PROYECTO

CUADRO II.3

AÑO	VELOCIDADES (Km/H)			COSTOS DE OPERACION ANUAL (Miles de N\$)						TOTAL ( * )
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1994	41	33	21	5	11	12	42130	10956	12252	65338
1995	40	32	20	5.05	11.15	12.22	42551	11106	12476	66133
1996	39	32	20	5.05	11.15	12.22	42551	11106	12476	66133
1997	38	32	20	5.05	11.15	12.22	42551	11106	12476	66133
1998	37	31	20	5.12	11.31	12.45	43141	11264	12711	67116
1999	36	31	20	5.12	11.31	12.45	43141	11264	12711	67116
2000	35	31	20	5.12	11.31	12.45	43141	11264	12711	67116
2001	34	30	19	5.19	11.48	12.69	43731	11434	12639	67804
2002	34	30	19	5.19	11.48	12.69	43731	11434	12639	67804
2003	33	30	19	5.19	11.48	12.69	43731	11434	12639	67804
2004	33	30	19	5.19	11.48	12.69	43731	11434	12639	67804
2005	33	29	19	5.27	11.67	12.94	44405	11623	13211	69239
2006	32	29	19	5.27	11.67	12.94	44405	11623	13211	69239
2007	32	29	18	5.36	11.87	13.20	45163	11822	13476	70461
2008	31	29	18	5.36	11.87	13.20	45163	11822	13476	70461
2009	31	29	18	5.36	11.87	13.20	45163	11822	13476	70461
2010	31	28	18	5.46	12.08	13.47	46006	12031	13752	71789

\* El Total calculado es en Miles de N\$

El cuadro II.7 nos indica el análisis de sensibilidad. Finalmente se hace un análisis de sensibilidad donde se varían los montos de inversión, es evidente que el proyecto es altamente rentable, debido a las elevadas tasas del índice de rentabilidad.

CALZADA DE CHALMA

CONDICIONES EN PRESENCIA DEL PROYECTO

CUADRO II.4

AÑO	VELOCIDADES (Km/H)			COSTOS DE OPERACION ANUAL (N\$/Km/Dia/Veh.)						TOTAL ( * )
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1994	80	47	40	1	3	4	8426	2988	4084	15498
1995	80	47	39	1.00	3.00	4.01	8426	2988	4094	15508
1996	80	46	39	1.01	3.01	4.02	8510	2997	4104	15611
1997	79	46	38	1.02	3.01	4.04	8595	2997	4125	15717
1998	78	45	38	1.03	3.02	4.05	8679	3007	4135	15821
1999	77	44	37	1.04	3.02	4.07	8763	3007	4155	15925
2000	76	44	37	1.05	3.03	4.09	8847	3018	4176	16041
2001	75	43	36	1.06	3.04	4.11	8932	3028	4196	16156
2002	74	43	36	1.07	3.05	4.13	9015	3038	4217	16270
2003	73	42	35	1.08	3.06	4.15	9100	3048	4237	16385
2004	72	41	35	1.09	3.07	4.17	9184	3057	4257	16498
2005	71	41	34	1.10	3.08	4.19	9269	3068	4278	16615
2006	70	40	34	1.11	3.09	4.21	9353	3078	4298	16729
2007	69	40	33	1.12	3.10	4.24	9437	3088	4329	16854
2008	68	39	33	1.13	3.12	4.27	9521	3108	4360	16989
2009	67	39	33	1.13	3.12	4.27	9521	3108	4360	16989
2010	65	39	33	1.13	3.12	4.27	9521	3108	4360	16989

\* El Total calculado es en Miles de N\$

**CALZADA DE CHALMA**

DIFERENCIAS DE LOS COSTOS DE OPERACION  
(Miles de N\$)

CUADRO II.5

AÑO	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	BENEFICIOS
1994	65338	15498	49840
1995	66133	15508	50625
1996	66133	15611	50722
1997	66133	15717	50416
1998	67116	15821	51295
1999	67116	15925	51191
2000	67116	16041	51075
2001	67804	16156	51648
2002	67804	16270	51534
2003	67804	16385	51419
2004	67804	16498	51306
2005	69239	16615	52624
2006	69239	16729	52510
2007	70461	16854	53607
2008	70461	16989	53472
2009	70461	16989	53472
2010	71789	16989	54800

## CALZADA DE CHALMA

### AHORROS Y BENEFICIOS POR MENOR TIEMPO DE RECORRIDO

CUADRO II.6

AÑO	AHORROS (HORAS)			BENEFICIOS (Miles de N\$)			TOTAL
	A	B	C	A	B	C	
1994	0.026	0.021	0.051	7868.30	9292.30	0.00	17160.60
1995	0.027	0.022	0.053	9809.82	11741.70	0.00	21551.53
1996	0.026	0.021	0.052	11612.82	13704.42	0.00	25317.25
1997	0.026	0.021	0.052	13739.54	15970.22	0.00	29709.76
1998	0.027	0.022	0.054	17149.99	20223.30	0.00	37373.30
1999	0.026	0.021	0.053	20282.41	23546.10	0.00	43828.50
2000	0.026	0.020	0.052	23971.88	27365.00	0.00	51336.88
2001	0.027	0.022	0.054	29959.83	34734.90	0.00	64694.74
2002	0.027	0.021	0.054	35392.88	40326.08	0.00	75718.96
2003	0.026	0.020	0.053	41781.33	46717.17	0.00	88498.50
2004	0.026	0.019	0.052	49285.07	53992.57	0.00	103277.64
2005	0.027	0.021	0.054	61692.16	68791.60	0.00	130483.76
2006	0.027	0.020	0.053	72728.00	79390.10	0.00	152118.13
2007	0.028	0.021	0.055	91148.18	98367.52	0.00	189515.70
2008	0.027	0.020	0.054	129261.84	113825.28	0.00	243087.12
2009	0.027	0.020	0.054	157081.01	136590.36	0.00	293671.37
2010	0.029	0.023	0.058	202285.01	176049.78	0.00	378334.79

Nota:

Ingresos Horario Pasajeros	A	B	C
Ingresos Horario Conductores	N\$2.97	N\$2.97	N\$0
Promedio De Ocupantes	N\$4.46	N\$0	N\$0
%Viajes De Negocios	4	32	2
	0	30	0

## CALZADA DE CHALMA ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

CUADRO II.7

% De Inversión	Inversión En El Tramo ( N\$ )	Sin	Considerar	Considerando	
		Ahorros	En Tiempo	Ahorros En	En Tiempo
		I.R.	T.I.R.	I.R.	T.I.R.
100	2962217.67	7.60	39.00	30.10	97.32
120	3554661.20	6.40	35.30	25.20	84.91
140	4147104.74	5.50	32.50	22.00	75.45
160	4739548.27	4.81	30.50	18.93	69.30
180	5331991.81	4.30	28.40	17.30	64.10
200	5924435.34	3.70	27.10	15.93	60.10
225	6664989.76	3.50	25.15	14.10	55.15
250	7405544.18	3.10	22.92	12.35	51.19

## - CONCLUSIONES

La importancia económica que tiene esta vialidad en la zona norte de la ciudad radica principalmente en que ésta se encuentra dentro de una gran población industrial de diversos sectores de producción dando como resultado, una demanda de infraestructura carretera. Dando con esto una importancia bastante grande económicamente al Distrito Federal.

En cuanto al movimiento de personas que habitan en el Estado de México y que deben trasladarse para realizar sus actividades en el Distrito Federal, utilizan esta vialidad como uno de los accesos principales para trasladarse a la avenida Insurgentes para conectarse al centros de la Ciudad de México.

Debido a lo anterior la Calzada de Chalma representa una vía necesaria, que sin embargo presenta problemas que se suscitan cuando una vialidad de este tipo llega a su máxima capacidad que son:

- Pérdidas de horas-hombre.
- Incrementos de la contaminación.
- Incremento del costo de operación.

En síntesis los beneficios que se lograrían al desarrollar el proyecto de la ampliación de la Calzada Chalma son muchos, ya que esto engloba un gran número de situaciones de las cuales se mencionan las más significativas:

- a) Se reducirían los tiempos perdidos por el congestionamiento.
- b) Los costos de operación se reducirían grandemente.
- c) Se reduciría el foco de contaminación provocado por el congestionamiento.

En cuanto a los indicadores económicos obtenidos en el modelo de evaluación se obtuvieron los siguientes resultados:

La vía alcanzará un nivel de operación óptimo en el año 10 después de la puesta en operación, de tal manera que su velocidad de proyecto se irá deteriorando en función de incremento vehicular.

Los indicadores económicos más significativos son:

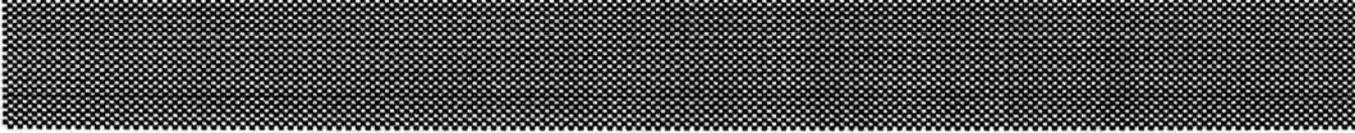
Indice de Rentabilidad	= 30.10 %
Tasa Interna de Retorno	= 97.32 %

Los resultados arrojados por el modelo de evaluación corrobora que el proyecto es altamente rentable, aunque sólo se consideren los beneficios por costos de operación.

**C A P I T U L O   I I I**

---

**D I S E Ñ O**



### III.- DISEÑO

El diseño de un camino es una expresión que indica los principales sistemas de control o servicios para los cuales se proyecta un camino determinado. Los criterios geométricos, así como otros criterios para diseñarlo, dependen mucho del tipo de pista y del tránsito proyectado al que éste dará servicio. Por tanto, la clase de diseño del camino, se basa comúnmente en el pronóstico de volumen de tránsito en 10 años, a partir de la fecha en que termina la construcción.

Clasificaciones de diseño para caminos: En términos de resumen, las clasificaciones de diseño para caminos pueden dividirse en dos grupos:

-Rutas Primarias e Interestatales: Estas rutas son los caminos arteriales destinados al tránsito de larga distancia y de alta velocidad, por regla general con tránsitos opuestos separados por una faja central divisoria y con pleno control del acceso. Se caracterizan por las altas normas de diseño y de seguridad que eliminan todos los cruzamientos a nivel.

-Rutas Secundarias: Estas incluyen caminos del estado y locales, que alimentan a los sistemas primario e interestatal. A causa de los volúmenes de tráfico, generalmente inferiores, en estas rutas, las normas de diseño no son tan estrictas como para las rutas primarias e interestatales.

#### III.1 DISEÑO GEOMETRICO

Para dar inicio al diseño geométrico, es necesario mencionar que una de las principales condicionantes son las pendientes de entrada y salida de la Cd. de México; así mismo las secciones transversales permiten la realización de la obra sin necesidad de afectación de propiedades.

Por lo anterior se proponen dos carriles más para cada sentido y el mejoramiento de las pendientes en una primera etapa, para posteriormente reducir la pendiente en los dos carriles existentes.

Para la carga pesada y Transporte Público las normas establecen que estos serán de 3.50 m como mínimo a 4.00 m como lo deseable. Pero se sujetara a los mismos comentarios anteriormente expuestos. El proyecto se realizo en base a las Normas del libro negro S.C.T. y libros Naranjas del D.D.F. las cuales se consideraran por todas las empresas que realizan proyectos viales y sancionadas bajo este mismo criterio por las diversas Dependencias que se ocupan de la vialidad como son: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de Comunicaciones y Vialidad ( D.D.F. ) Secretarias de Obras y Servicios ( D.D.F. ) y Comisión de Transporte del Estado de México.

Como se anotó al inicio del presente trabajo las directrices y planteamiento fueron establecidos por la Delegación Gustavo A.

Madero en base a los Anteproyectos presentados por la Contratista que gano el concurso, mismos que fueron aprobados en su oportunidad para que la vialidad se proyectara en cuatro carriles de circulación, dos por sentido con una sección de 3.50 m cada uno lo que no se contrapone en ningún momento a las normas citadas, sin embargo se realiza el siguiente análisis:

Opción restringida en baja velocidad ( Carpeta existente ):

Carril en dos sentidos	Ancho Total
4.00 m	8.00 m

Nota: La velocidad de operación sin proyecto es de 40 Km/Hr.

Opción óptima ( Con Proyecto ), velocidad de 80 Km/Hr :

Dos Carriles por sentido	Ancho Total
3.50 m	14.00 m

## CURVAS HORIZONTALES

Antes de presentar la forma de calcular los parámetros que componen una curva horizontal es importante hacer mención que el alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino. Los elementos que integran el alineamiento horizontal son las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.

Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se le representa como PI y al ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se le representa por  $\Delta$ . Como las tangentes van unidas entre sí por curvas, la longitud de una tangente es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. A cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se denomina punto sobre tangente y se representa por PST.

Cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular, ésta se denomina curva simple. En el sentido del cadenamamiento, las curvas simples pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha.

Las curvas circulares simples tienen como elementos característicos los mostrados en la fig.(III.1.1) y se calculan como sigue:

1) Grado de Curvatura.- Es el ángulo subtendido por un arco de 20m se representa con la letra  $G_c$ :

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360}{2 R_c} \quad \therefore G_c = \frac{1\ 145.92}{R_c} \dots\dots\dots(1)$$

ELEMENTOS DE LA CURVA HORIZONTAL

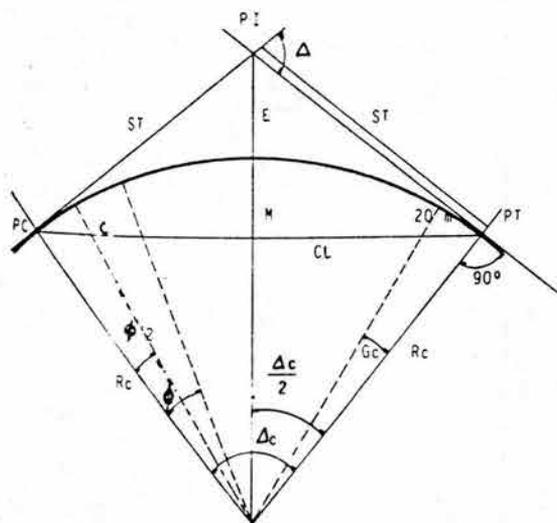


fig.III.1.1

PI.-Punto De Intersección De La Prolongación De Las Tangentes.

PC.-Punto Donde Comienza La Curva Circular Simple.

PT.-Punto Donde Termina La Curva Simple.

Δ.-Angulo De Deflexión De Las Tangentes.

Δc.-Angulo Central De La Curva Circular.

Θ.-Angulo De Deflexión A Un PSC.

Gc.-Grado De Curvatura De La Curva Circular.

Rc.-Radio De La Curva Circular.

ST.-Subtangente.

E.-Externa.

M.-Ordenada Media.

CL.-Cuerda Larga.

El grado máximo de curvatura que puede tener una curva es el que permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva con la sobreelevación máxima a la velocidad de proyecto.

2) Radio de la curva.- Es el radio de la curva circular. Se simboliza como Rc. De la expresión (1) se tiene:

$$R_c = \frac{1145.92}{G_c} \dots\dots\dots(2)$$

Nota: 1145.92 es una constante de la formula.

3) Angulo Central.- Es el ángulo subtendido por la curva circular. Se simboliza como c. En curvas simples es igual a la deflexión de las tangentes.

4) Longitud de Curva.- Es la longitud del arco entre el PC y el PT. Se le representa como  $l_c$ .

$$l_c = 20 \frac{\Delta c}{G_c} \dots\dots\dots(3)$$

5) Subtangente.- Es la distancia entre el PI y el PC o PT, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa como ST. Del triángulo rectángulo PI-O-PT se tiene:

$$ST = R_c \tan \Delta c/2 \dots\dots\dots(4)$$

6) Externa.- Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con la letra E. En el triángulo rectángulo PI-O-PT, se tiene:

$$E = R_c \sec \frac{\Delta c}{2} - R_c = R_c \left( \sec \frac{\Delta c}{2} - 1 \right) \dots\dots\dots(5)$$

7) Ordenada Media.- Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se simboliza con la letra M. Del triángulo rectángulo PI-O-PT, se tiene:

$$M = R_c - R_c \cos \frac{\Delta c}{2} = R_c \operatorname{sen} \operatorname{ver} \frac{\Delta c}{2} \dots\dots\dots(6)$$

8) Deflexión a un Punto Cualquiera de la Curva.- Es el ángulo entre la prolongación de la tangente de Pc y la tangente en el punto considerado. Se le representa como  $\theta$ . Se puede establecer:

$$\frac{\theta}{1} = \frac{G_c}{20} \quad \theta = \frac{G_c l}{20} \dots\dots\dots(7)$$

9) Cuerda. Es la recta comprendida entre dos puntos de la curva. Se le denomina C.S. : Esos puntos son el PC y el PT, a la cuerda resultante se le denomina cuerda larga. En el triángulo PC-O-PSC se tiene:

$$C = R_c \operatorname{sen} \frac{\theta}{2} \dots\dots\dots(8)$$

Para la cuerda larga:

$$CL = 2 R_c \operatorname{sen} \frac{\Delta c}{2} \dots\dots\dots(8)$$

10) Angulo de la Cuerda.- Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente y la cuerda considerada. Se representa como  $\theta$ . En el triángulo PC-O-PSC se tiene:

$$\theta = \frac{\theta}{2}$$

y teniendo en cuenta la expresión (7)

$$\theta = \frac{Gc1}{40} \dots\dots\dots(9)$$

Para la cuerda larga:

$$\theta_c = \frac{Gc1c}{40}$$

Para fines de este trabajo solo se analizarán con fines esquemáticos una curva horizontal y una vertical, ya que para el cálculo de todas las demás se utiliza el mismo sistema.

Los datos para el cálculo, se obtuvieron previamente en campo con la ayuda del topógrafo.

A efecto de simplificar su análisis se obtendrán los resultados necesarios para su trazo en el terreno.

Una vez identificados en un plano definitivo los puntos de inflexión, los cuales marcan la ubicación de las curvas, se determina la deflexión de las tangentes mediante aparatos topográficos, para la curva del análisis este tiene un valor de 22°31'56". El punto de inflexión PI se marca en función del cadenamiento donde se cruzan dos tangentes para esta curva el punto de inflexión se localizó en el cadenamiento PI=1+175.369, para el cálculo del grado de curvatura, es necesario apoyarse de la tabla (7-B proyecto geométrico, S.C.T.) donde se ubican las deflexiones y las cuerdas de las curvas que para este caso es de 20 m, el radio calculado en campo es de 200.798 m, y de esta manera se localiza en la tabla mencionada el radio en cuestión, el cual se analiza mediante ponderación de los ya estimados, así se ubica el grado de curvatura G=5°42', además de estos datos es necesario definir la ampliación de la curva, es decir de acuerdo a normas de la S.C.T. los carriles en curva tienden a ser más anchos en función de las características geométricas, esta ampliación se debe a la dificultad de maniobra de camiones y vehículos de dimensiones considerables, para determinar el ancho modificado en curva se utiliza la fórmula:

$$Z = 0.1 \frac{V}{\sqrt{R}}$$

Donde:

Z = Ampliación (M)

V = Velocidad (K/H)

R = Radio en (M)

Por lo tanto tenemos que  $Z = 0.1(80/\sqrt{200.798}) = 0.565$  m.

La sobreelevación de la curva se obtiene utilizando la figura (9.3 proyecto geométrico, S.C.T.) en la cual entramos con el grado de curvatura G en este caso 5°42' seguimos la línea en forma horizontal hasta encontrar la velocidad de proyecto en este caso

80 Km/Hr. de esta manera se encuentra la sobreelevación que resulta de 10%, entonces se traza una línea vertical, hasta alcanzar las curvas que se encuentran en la parte superior de la figura, cruzamos la curva cuya velocidad es la de proyecto y se traza una línea vertical, de esta forma se determina la longitud de transición que es de 64 m. esto quiere decir que se necesitan 64 metros para que los vehículos puedan realizar las maniobras necesarias reduciendo al mínimo la velocidad que traigan antes de entrar a la curva.

Cálculo de la curva:

Para  $\Delta$  Izquierda

Datos:

$$\Delta = 22^{\circ}31'56''$$

$$Z = 56 \text{ cm.}$$

Longitud de transición = 64 m

$$PI = 0+175.369$$

$$G_c = 5^{\circ}42'$$

Sobreelevación = 10%

De acuerdo con las fórmulas mencionadas se tiene:

$$R = 1145.92/5.70 = 201.039$$

$$St = R \text{ tangente } \frac{\Delta}{2} = 201.039 \text{ tang } \frac{22.532}{2} = 40.048 \text{ m}$$

$$L_c = 20 \frac{\Delta_c}{G_c} = 20 \left( \frac{22.532}{5.70} \right) = 79.060 \text{ m}$$

$$Pc = PI - St = (0+175.369) - 40.048 = 0 + 135.321$$

$$Pt = Pc + Lc = (0+135.321) + 79.060 = 0 + 214.381$$

GRADO	RADIO	DEFLEXION POR METRO DE ARCO	ANGULO DE LA CUERDA PARA LONGITUD DE ARCO DE			LONGITUD DE CUERDA PARA ARCOS DE		
			5m	10m	20m	5m	10m	20m
0°	6875.48	00	00	00	00	00	00	00
00	3437.74	15	00	00	00	00	00	00
00	2291.83	45	00	00	00	00	00	00
00	1718.87	15	00	00	00	00	00	00
00	1375.10	30	00	00	00	00	00	00
00	1145.90	45	00	00	00	00	00	00
00	988.21	15	00	00	00	00	00	00
00	859.43	30	00	00	00	00	00	00
00	761.94	45	00	00	00	00	00	00
00	687.55	15	00	00	00	00	00	00
00	627.90	30	00	00	00	00	00	00
00	578.02	45	00	00	00	00	00	00
00	528.83	15	00	00	00	00	00	00
00	491.11	30	00	00	00	00	00	00
00	458.37	45	00	00	00	00	00	00
00	429.44	15	00	00	00	00	00	00
00	404.44	30	00	00	00	00	00	00
00	381.47	45	00	00	00	00	00	00
00	361.87	15	00	00	00	00	00	00
00	343.77	30	00	00	00	00	00	00
00	327.40	45	00	00	00	00	00	00
00	312.52	15	00	00	00	00	00	00
00	298.93	30	00	00	00	00	00	00
00	286.43	45	00	00	00	00	00	00
00	275.02	15	00	00	00	00	00	00
00	264.44	30	00	00	00	00	00	00
00	254.55	45	00	00	00	00	00	00
00	245.55	15	00	00	00	00	00	00
00	237.09	30	00	00	00	00	00	00
00	229.18	45	00	00	00	00	00	00
00	222.79	15	00	00	00	00	00	00
00	216.88	30	00	00	00	00	00	00
00	211.44	45	00	00	00	00	00	00
00	206.44	15	00	00	00	00	00	00
00	201.77	30	00	00	00	00	00	00
00	197.40	45	00	00	00	00	00	00
00	193.22	15	00	00	00	00	00	00
00	189.22	30	00	00	00	00	00	00
00	185.44	45	00	00	00	00	00	00
00	181.88	15	00	00	00	00	00	00
00	178.55	30	00	00	00	00	00	00
00	175.44	45	00	00	00	00	00	00
00	172.55	15	00	00	00	00	00	00
00	169.88	30	00	00	00	00	00	00
00	167.40	45	00	00	00	00	00	00
00	165.11	15	00	00	00	00	00	00
00	163.00	30	00	00	00	00	00	00
00	161.00	45	00	00	00	00	00	00
00	159.11	15	00	00	00	00	00	00
00	157.33	30	00	00	00	00	00	00
00	155.66	45	00	00	00	00	00	00
00	154.11	15	00	00	00	00	00	00
00	152.66	30	00	00	00	00	00	00
00	151.33	45	00	00	00	00	00	00
00	150.11	15	00	00	00	00	00	00
00	149.00	30	00	00	00	00	00	00
00	148.00	45	00	00	00	00	00	00
00	147.11	15	00	00	00	00	00	00
00	146.33	30	00	00	00	00	00	00
00	145.66	45	00	00	00	00	00	00
00	145.11	15	00	00	00	00	00	00
00	144.66	30	00	00	00	00	00	00
00	144.33	45	00	00	00	00	00	00
00	144.11	15	00	00	00	00	00	00
00	143.99	30	00	00	00	00	00	00
00	143.88	45	00	00	00	00	00	00
00	143.77	15	00	00	00	00	00	00
00	143.66	30	00	00	00	00	00	00
00	143.55	45	00	00	00	00	00	00
00	143.44	15	00	00	00	00	00	00
00	143.33	30	00	00	00	00	00	00
00	143.22	45	00	00	00	00	00	00
00	143.11	15	00	00	00	00	00	00
00	143.00	30	00	00	00	00	00	00
00	142.88	45	00	00	00	00	00	00
00	142.77	15	00	00	00	00	00	00
00	142.66	30	00	00	00	00	00	00
00	142.55	45	00	00	00	00	00	00
00	142.44	15	00	00	00	00	00	00
00	142.33	30	00	00	00	00	00	00
00	142.22	45	00	00	00	00	00	00
00	142.11	15	00	00	00	00	00	00
00	142.00	30	00	00	00	00	00	00
00	141.88	45	00	00	00	00	00	00
00	141.77	15	00	00	00	00	00	00
00	141.66	30	00	00	00	00	00	00
00	141.55	45	00	00	00	00	00	00
00	141.44	15	00	00	00	00	00	00
00	141.33	30	00	00	00	00	00	00
00	141.22	45	00	00	00	00	00	00
00	141.11	15	00	00	00	00	00	00
00	141.00	30	00	00	00	00	00	00
00	140.88	45	00	00	00	00	00	00
00	140.77	15	00	00	00	00	00	00
00	140.66	30	00	00	00	00	00	00
00	140.55	45	00	00	00	00	00	00
00	140.44	15	00	00	00	00	00	00
00	140.33	30	00	00	00	00	00	00
00	140.22	45	00	00	00	00	00	00
00	140.11	15	00	00	00	00	00	00
00	140.00	30	00	00	00	00	00	00
00	139.88	45	00	00	00	00	00	00
00	139.77	15	00	00	00	00	00	00
00	139.66	30	00	00	00	00	00	00
00	139.55	45	00	00	00	00	00	00
00	139.44	15	00	00	00	00	00	00
00	139.33	30	00	00	00	00	00	00
00	139.22	45	00	00	00	00	00	00
00	139.11	15	00	00	00	00	00	00
00	139.00	30	00	00	00	00	00	00
00	138.88	45	00	00	00	00	00	00
00	138.77	15	00	00	00	00	00	00
00	138.66	30	00	00	00	00	00	00
00	138.55	45	00	00	00	00	00	00
00	138.44	15	00	00	00	00	00	00
00	138.33	30	00	00	00	00	00	00
00	138.22	45	00	00	00	00	00	00
00	138.11	15	00	00	00	00	00	00
00	138.00	30	00	00	00	00	00	00
00	137.88	45	00	00	00	00	00	00
00	137.77	15	00	00	00	00	00	00
00	137.66	30	00	00	00	00	00	00
00	137.55	45	00	00	00	00	00	00
00	137.44	15	00	00	00	00	00	00
00	137.33	30	00	00	00	00	00	00
00	137.22	45	00	00	00	00	00	00
00	137.11	15	00	00	00	00	00	00
00	137.00	30	00	00	00	00	00	00
00	136.88	45	00	00	00	00	00	00
00	136.77	15	00	00	00	00	00	00
00	136.66	30	00	00	00	00	00	00
00	136.55	45	00	00	00	00	00	00
00	136.44	15	00	00	00	00	00	00
00	136.33	30	00	00	00	00	00	00
00	136.22	45	00	00	00	00	00	00
00	136.11	15	00	00	00	00	00	00
00	136.00	30	00	00	00	00	00	00
00	135.88	45	00	00	00	00	00	00
00	135.77	15	00	00	00	00	00	00
00	135.66	30	00	00	00	00	00	00
00	135.55	45	00	00	00	00	00	00
00	135.44	15	00	00	00	00	00	00
00	135.33	30	00	00	00	00	00	00
00	135.22	45	00	00	00	00	00	00
00	135.11	15	00	00	00	00	00	00
00	135.00	30	00	00	00	00	00	00
00	134.88	45	00	00	00	00	00	00
00	134.77	15	00	00	00	00	00	00
00	134.66	30	00	00	00	00	00	00
00	134.55	45	00	00	00	00	00	00
00	134.44	15	00	00	00	00	00	00
00	134.33	30	00	00	00	00	00	00
00	134.22	45	00	00	00	00	00	00
00	134.11	15	00	00	00	00	00	00
00	134.00	30	00	00	00	00	00	00
00	133.88	45	00	00	00	00	00	00
00	133.77	15	00	00	00	00	00	00
00	133.66	30	00	00	00	00	00	00
00	133.55	45	00	00	00	00	00	00
00	133.44	15	00	00	00	00	00	00
00	133.33	30	00	00	00	00	00	00
00	133.22	45	00	00	00	00	00	00
00	133.11	15	00	00	00	00	00	00
00	133.00	30	00	00	00	00	00	00
00	132.88	45	00	00	00	00	00	00
00	132.77	15	00	00	00	00	00	00
00	132.66	30	00	00	00	00	00	00
00	132.55	45	00	00	00	00	00	00
00	132.44	15	00	00	00	00	00	00
0								

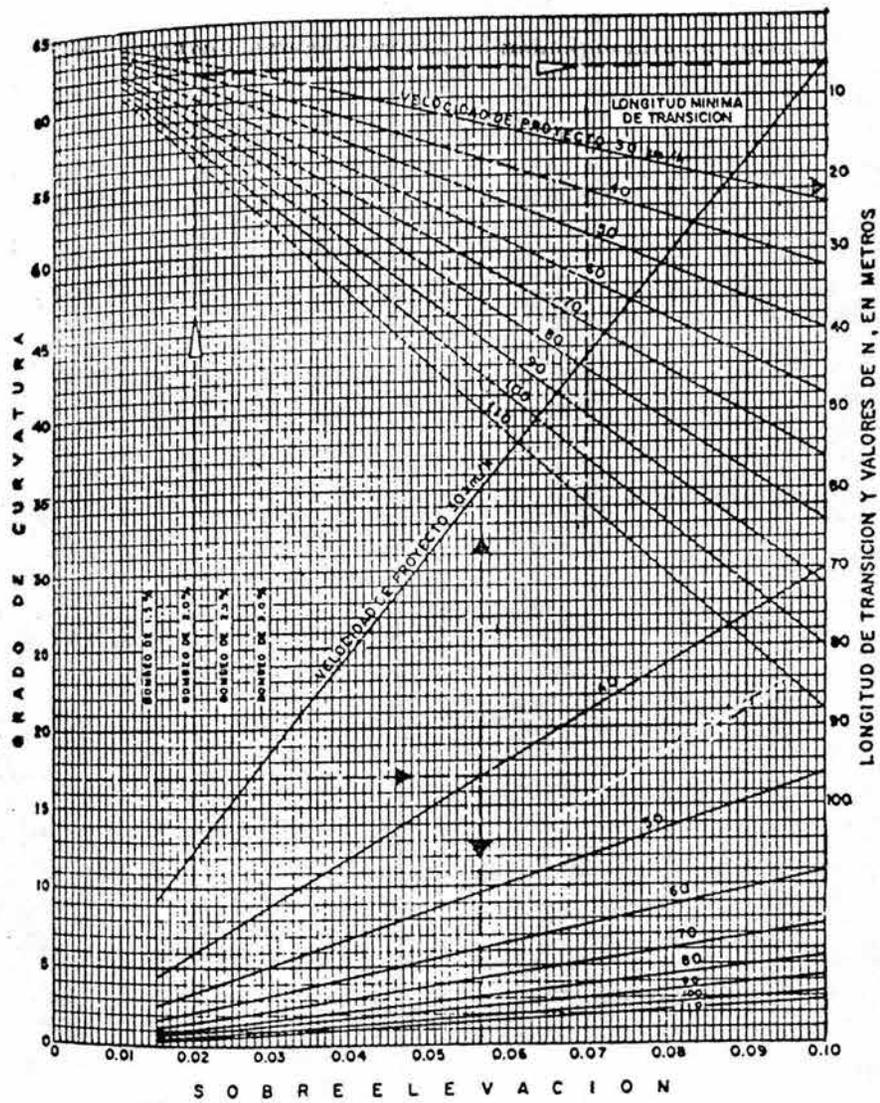


FIGURA 9.3 SOBREELEVACIONES Y LONGITUDES DE TRANSICION, PARA SOBREELEVACION MAXIMA DE 10%. ( Proyecto Geométrico, S.C.T. )

Luego haciendo el calculo para una curva con  $\Delta$  a la derecha:

El punto de inflexión se localizo en el cadenamiento  $0 + 676.707$ . La deflexión de la curva obtenido mediante aparatos topográficos es  $29^{\circ}34'09''$ ; El radio calculado en campo es  $113.669$  m y en la tabla 7-B proyecto geométrico, S.C.T. se obtiene el  $G_c = 10.081 = 10^{\circ}04'52''$ .

Luego:

$$Z = 0.1 (80/\sqrt{113.669}) = 0.75 \text{ m}$$

Al obtener la sobreelevación de la curva utilizando la figura (9.3 proyecto geométrico, S.C.T.) se tiene una sobreelevación de 10%, en la misma figura obtenemos la longitud de transición igual a 64m. Por tanto al hacer el calculo de la curva tenemos:

Datos:

$$\Delta = 29^{\circ}34'09''$$

$$Z = 75 \text{ cm}$$

Longitud de transición = 64 m

$$PI = 0 + 676.707$$

$$G_c = 10^{\circ}04'52''$$

sobreelevación = 10 %

Desarrollando el calculo:

$$R = 1145.92/10.081 = 113.671 \text{ m}$$

$$St = R \text{ tangente } \frac{\Delta}{2} = 113.671 \text{ tang } \left( \frac{29.569}{2} \right) = 30 \text{ m}$$

$$L_c = 20 \frac{\Delta_c}{G_c} = 20 \left( \frac{29.569}{10.081} \right) = 58.662 \text{ m}$$

$$P_c = PI - St = (0+676.707) - 30 = 0 + 646.707$$

$$P_t = P_c + L_c = (0+646.707) + 58.662 = 0 + 705.369$$

En las tablas (III.1.1) se presentan los datos complementarios a las curvas horizontales de el tramo.

Una vez obtenidas las dimensiones de la curva se plasma en forma gráfica en un plano en planta.

# CALZADA DE CHALMA

## DATOS PARA EL TRAZO DE CURVAS HORIZONTALES

TABLA III.1.1

No. De Curva	$\Delta$	PI	$\Delta$	R	St	Lc	Cadenamientos	
							Pc	PT
1	IZQ	0+175.369	22°31'	201.039	40	79.06	0+135.3	0+214.3
2	DER	0+676.707	29°34'	113.671	30	58.66	0+646.7	0+705.4
3	IZQ	1+003.101	12°12'	280.691	30	59.77	0+973.1	1+032.9
4	DER	1+338.183	08°48'	280.691	30	59.88	1+308.2	1+368.1

### CURVAS VERTICALES.

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. Al eje de la subcorona en alineamiento vertical se le llama línea subrasante.

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Deben dar por resultado un camino de operación seguro y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuados. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de ésta, se presenta como PCV y como PTV el punto común de la tangente y la curva al final de ésta. Los elementos que componen una curva vertical se muestran en la figura (III.1.2) y se calcula como sigue:

1.- Longitud. Es la distancia media horizontal entre el PVC y PTV, para el análisis de este concepto, se utiliza el criterio de seguridad, el cual se aplica a curvas en cresta y en columpio. La longitud de la curva debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada. En algunos casos, el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de rebase.

Para curvas en cresta:

Cuando:  $D > L$  utilizamos  $L = 2D - \frac{CL}{A}$

Cuando:  $D < L$  utilizamos  $L = \frac{AD}{CL}$

Para curvas en columpio:

$$\text{Cuando: } D > L \text{ utilizamos } L = 2D - \frac{(2+3.5D)}{A}$$

$$\text{Cuando: } D < L \text{ utilizamos } L = \frac{AD^2}{C2+3.5D}$$

Donde:  $L$  = Longitud de la curva vertical, en m.

$D$  = Distancia de visibilidad de parada o de rebase, en m.

$A$  = Diferencia algebraica de pendientes, en por ciento.

$C1$  y  $C2$  = Constantes que dependen de la altura del ojo del conductor o altura de los faros.

2.- Pendiente en un punto cualquiera de la curva, para determinar la pendiente  $P$ , se parte de la propiedad de la parábola, de que la variación de pendiente a lo largo de ella respecto a su longitud, es uniforme.

$$P = P1 - \frac{A1}{L}$$

$P$ ,  $P1$ ,  $P2$  y  $A$  están expresados en por ciento y  $l$  y  $L$  en metros

3.- Pendiente de la cuerda a un punto cualquiera, siguiendo la propiedad de la parábola, de que la pendiente de una cuerda es el promedio de las pendientes de las tangentes a la parábola en los puntos extremos de la cuerda.

$$P' = P1 - \frac{A1}{2L}$$

4.- Desviación respecto a la tangente. Es la diferencia de ordenadas entre la prolongación de la tangente y la curva llamada,  $t$ ; para determinarla se aprovecha la propiedad de la parábola quedando:

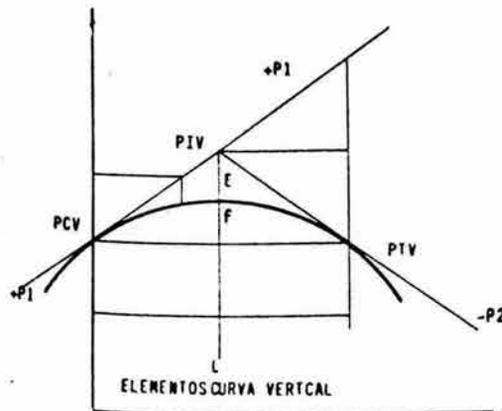
$$t = \frac{A}{200L} l^2$$

5.- Externa. Es la distancia entre el PIV y la curva medida verticalmente; se le representa como  $E$ .

$$\text{Donde : } E = \frac{AL}{800}$$

6.- Flecha. es la distancia entre la curva y la cuerda PCV-PTV, medida verticalmente; se representa como f.

$$f = \frac{AL}{800} \quad \Rightarrow \quad f = E$$



PIV.- Punto de intersección de las tangentes.

PCV.- Punto donde comienza la curva vertical.

PTV.- Punto donde termina la curva vertical.

P1.- Pendiente de la tangente de entrada en por ciento.

P2.- Pendiente de la tangente de salida en por ciento.

L.- Longitud de la curva.

E.- Externa.

f.- Flecha.

FIG.III.1.2

TABLA III.1.3

Tipo De Terreno	Porcentaje en Pendiente Máxima para diversas Velocidades de Proyecto, en KM/HR.						
	50	60	70	80	90	100	110
Plano	6	5	4	4	3	3	3
Lomerío	7	6	5	5	4	4	4
Montañoso	9	8	7	7	6	5	5

Para el diseño de la \*AASHO recomienda que para caminos principales, las pendientes máximas no excedan a las dadas en la tabla (III.1.3).

Para el caso de la Calzada Chalma la pendiente máxima manejada en

\* AASHO American Association Of State Highway Oficial.

la tabla anterior es de 5% para una velocidad de 80 Km/hr. Es importante hacer notar que para el proyecto de modernización ésta se manejó de 5% como máxima.

Para el cálculo de las curvas verticales usaremos la siguiente fórmula:

$$E_n = E_{n-1} + M + L_n$$

$E_n$  = Elevación de cualquier estación " n ".

$E_{n-1}$  = Elevación de estación anterior.

$M$  = Pendiente por 20 m de la tangente de llegada.

$L_n$  =  $K F_n$  = Valor de la correlación.

$K$  = Coeficiente de corrección =  $(-1/10)(S/N)$ .

$S$  = Resta algebraica de pendientes.

$N$  = Número de estaciones que componen la curva.

$F_n$  = Factor correspondiente a la estación " n " constituido por un número non progresivo. Para la primera estación será 1, para la segunda 3, para la tercera 5, etc.

Esta fórmula para calcular curvas es empírica y la exactitud está en función de los decimales que se tomen, tomando cuatro decimales el error máximo obtenido es de un milímetro por cada diez estaciones, que es perfectamente aceptable.

Si el punto de inflexión vertical PIV cae en una estación cerrada de 20 m, se tomará un número par de estaciones para desarrollar la curva y un número non si el PIV cae en un punto intermedio múltiplo de 10.

Cálculo de la curva vertical mediante la fórmula empírica:

$$E_n = E_{n-1} + M + L_n$$

Datos:

$$S = (4.121) - (0.000) = 4.121$$

$$N = 3$$

$$M = (0.04121) (20) = 0.82$$

$$K = (-1/10)(4.121/3) = 0.14$$

$$PIV = 0 + 713.00 \quad \text{-----} \rightarrow \text{Elevación} = 972.000$$

$$PCV = 0 + 693.00 \quad \text{-----} \rightarrow \text{Elevación} = 971.164$$

$$PTV = 0 + 743.00 \quad \text{-----} \rightarrow \text{Elevación} = 972.000$$

Estación	En - 1	+ M	+ L	Elevación
PCV 0+693.000	-	-	-	971.164
0+709.667	971.164	0.82	0.14	971.844
0+726.333	971.654	0.82	0.36	972.114
PTV 0+743.000	971.924	0.82	0.56	972.184

La forma para calcular las demás curvas es de manera similar, por tanto para el objetivo de este trabajo solo se analiza una a manera de ejemplo, las demás se presentan por medio de la siguiente tabla:

CALZADA DE CHALMA DATOS PARA EL TRAZO DE CURVAS VERTICALES						
Cadenamiento FCV	Elev.	PIV	Elev.	PTV	Elev.	
0+713	0+713	971.164	0+713	972.000	0+743	972.000
0+980	0+980	971.554	0+980	972.239	1+010	972.239
1+395	1+395	970.980	1+395	971.816	1+425	971.816

El número de estaciones necesarias para desarrollar la curva será igual a lo que indique la resta algebraica de pendientes o el número inmediato superior si es que aquella es fraccionaria.

### III.2 CURVA MASA

#### 1.- Perfiles.

Para el cálculo de la curva masa, primeramente se obtuvieron los perfiles naturales del terreno por donde pasará la vía, las rasantes de proyecto, y las secciones de construcción.

Con el trazo para el eje definitivo para la vialidad de la Calzada Chalma, se obtuvieron las cotas de todas las estaciones a cada 20 mts. y el valor de cadenamamiento para todas las cotas cerradas de metro en metro.

Con estos datos se dibujaron los perfiles de las vías conservando estas escalas; 1:2000 para horizontales y 1:25 para verticales(Ver tramo tipo en la figura (III.2.1)).

## 2.- Proyecto de Rasantes

a) La línea que se ha proyectado y que aparece en el perfil de la figura(III.2.1) corresponde a la sub-rasante, ya que con sus extremos liga la sub-rasante del camino existente. La rasante estará 60.0 cm más arriba (espesor adoptado para la sub-base, base y carpeta) por lo que al calcular los volúmenes para las terracerías tendremos que sumar o restar 60.0 cm a los espesores de corte o terraplén respectivamente.

b) Para el cálculo de las rasantes en esta vialidad se tomó como objetivo principal reducir las pendientes del camino existente en 5% como máximo, respetando la elevación mínima correspondiente a los puntos determinados del camino, como son, obras de drenaje, intersecciones, etc.

## 3.- Secciones de Construcción

Se tomaron secciones transversales del terreno, en todas las estaciones a cada 20 mts. y en todos los puntos intermedios que fueron necesarios. Se dibujaron en papel milimétrico a escala 1:100(Horizontal) y 1:20(Vertical), apoyando en ellas los espesores de corte o terraplén deducidos del perfil, ya que conocemos la elevación del terreno y la rasante para cualquier punto. Se recortaron en lámina unas plantillas que representaban la sección del camino en corte para diferentes profundidades, dando las direcciones y pendientes según proyecto y especificaciones indicadas. Con estas plantillas se dibujaron las secciones de construcción (Ver sección tipo en figura III.2.2).

A las secciones que comprende una curvatura horizontal, se le dio la pendiente transversal en porcentaje que corresponde a la sobreelevación propia de la curva.

Dibujadas las secciones se determinaron las áreas con planímetro y conociendo la distancia entre secciones se determinaron los volúmenes de corte.

## 4.- Registro de la Curva Masa (Ver cuadro III.2.1)

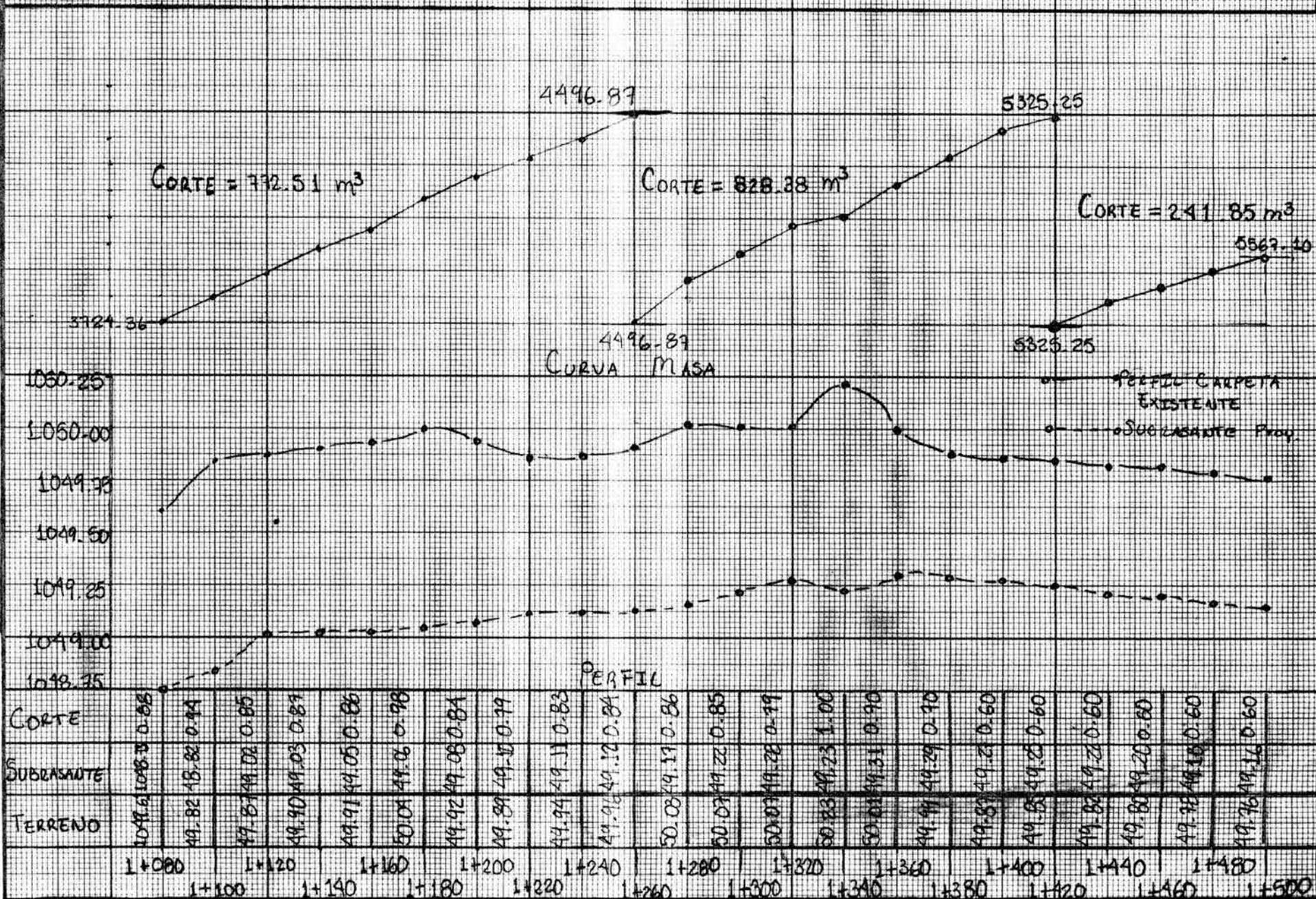
El registro contiene todos los datos para calcular y dibujar la curva masa.

Con el coeficiente de abudamiento indicado para cada tipo de material, se abundan los volúmenes de corte exclusivamente. Hecho lo anterior se suman algebraicamente los volúmenes de Cortes y terraplén (En nuestro caso sólo hay de Cortes).

Para determinar los volúmenes acumulados (cuyo valor corresponde a las ordenadas de la curva masa) se consideran positivos los Cortes y negativos los terraplenes.

TRAMO TIPO: VIA CALZADA CHALMA-GUADALUPE  
 CADENAMIENTO 1+080 AL 1+500 (LADO SUR)

FIG. III. 2. 1



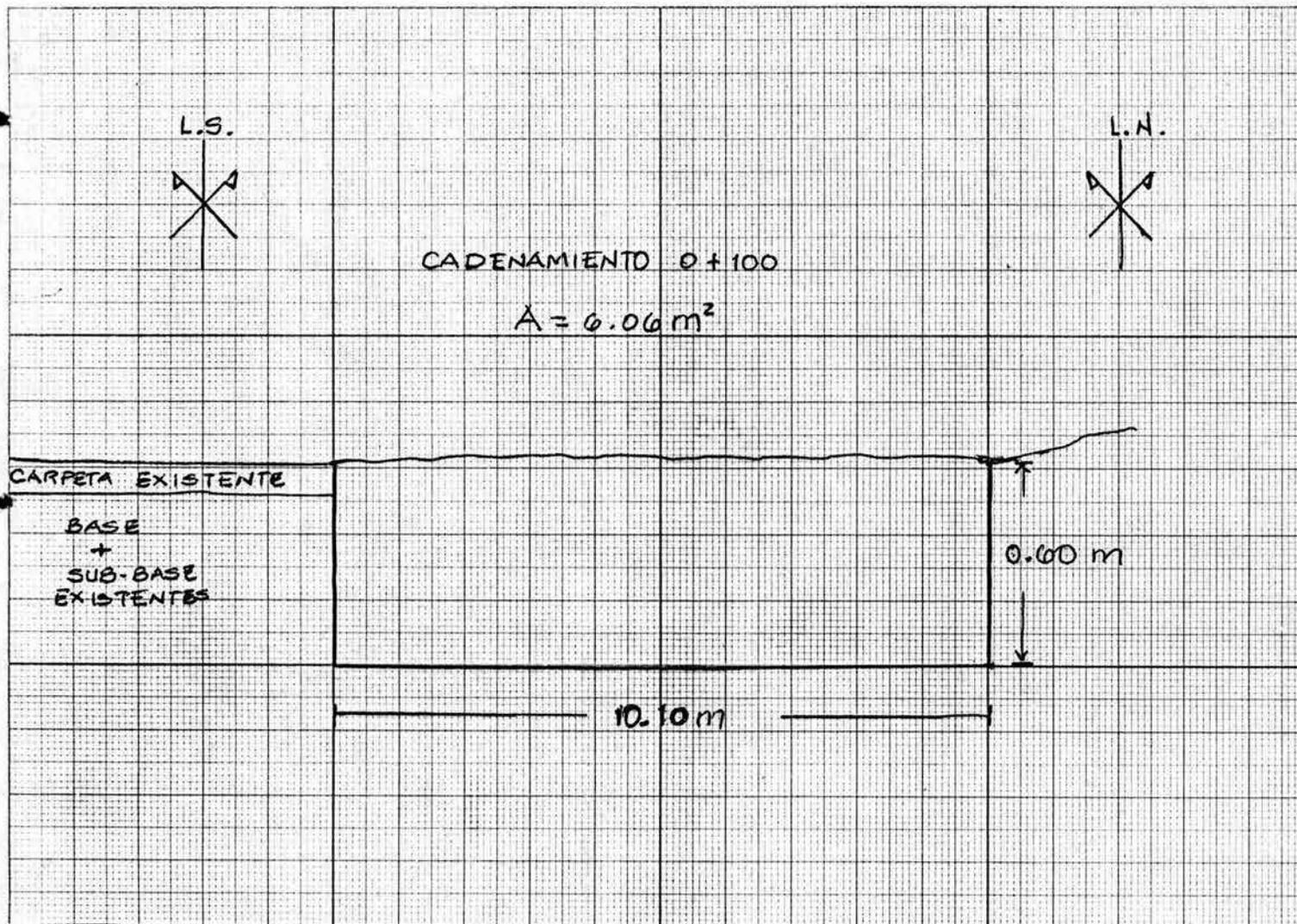


FIG. III.2.2 SECCION DE CONSTRUCCION

REGISTRO DE LA CURVA MASA

TRAMO DEL CADENAMIENTO 0 + 110 AL 1 + 425.50 LADO NORTE

CUADRO III.2.1 ( LADO NORTE )

Est.	Elevación Terre.	Subra.	Espesor Corte (cm)	Areas Corte (m <sup>2</sup> )	Volumen De Corte (m <sup>3</sup> )	Abund. Corte (m <sup>3</sup> )	Volumen Abund. Corte (m <sup>3</sup> )	Ordenad. De La Curva
0+110	47.08	46.48	60	6.06	-	1.15	-	1000.00
0+120	47.00	46.40	60	5.10	111.60	1.15	128.34	1128.34
0+140	47.00	46.40	60	4.26	93.60	1.15	107.64	1235.98
0+160	47.04	46.39	65	4.81	90.70	1.15	104.31	1340.29
0+180	47.08	46.00	65	6.05	108.60	1.15	124.89	1465.18
0+200	47.27	46.05	80	9.90	159.50	1.15	183.43	1648.61
0+220	47.27	46.05	80	9.90	198.00	1.15	227.70	1876.31

SUMA HASTA ESTA HOJA= 1876.31

CONTINUA CUADRO III.2.1 ( LADO NORTE )

0+240	47.27	46.05	80	9.90	198.00	1.15	227.70	2104.01
0+260	47.40	46.22	100	11.10	210.00	1.15	241.50	2345.51
0+280	47.22	46.22	100	11.10	222.00	1.15	255.30	2600.81
0+293	47.30	46.20	110	12.00	231.00	1.15	265.65	2866.46
0+305.3	46.92	46.22	70	4.73	102.88	1.15	118.31	2984.77
0+320	47.25	46.22	103	7.353	88.81	1.15	102.13	3086.90
0+340	47.20	46.22	98	4.80	121.53	1.15	139.76	3226.66
0+360	47.26	46.51	75	7.19	119.90	1.15	138.00	3364.66
0+380	47.30	46.50	80	7.40	145.90	1.15	167.80	3532.46
0+400	47.35	46.51	84	8.44	158.40	1.15	182.20	3714.66
0+420	47.30	46.50	80	7.46	159.00	1.15	182.85	3897.51
0+440	47.25	46.51	74	7.43	148.90	1.15	171.24	4068.75
0+460	47.41	46.52	89	6.05	134.80	1.15	155.02	4223.77
0+480	47.30	46.52	78	4.37	104.20	1.15	119.83	4343.60
0+500	47.96	46.46	145	7.54	119.10	1.15	136.96	4480.56
0+520	47.84	46.39	145	7.64	151.80	1.15	174.57	4655.13
0+540	47.53	46.33	120	6.12	137.60	1.15	158.24	4813.37
0+560	47.46	46.26	120	5.76	118.80	1.15	136.62	4949.99
0+580	47.25	46.20	105	4.62	103.80	1.15	119.40	5069.39
0+600	47.40	46.15	121	6.69	113.10	1.15	130.06	5199.45
0+620	47.30	46.20	110	3.41	101.00	1.15	116.15	5315.60
0+640	47.98	46.18	180	10.08	134.90	1.15	155.14	5470.74
0+660	47.81	46.27	154	11.24	213.20	1.15	245.18	5715.92
0+680	48.78	47.28	150	11.10	223.40	1.15	256.91	5972.83
0+700	47.72	46.42	130	8.97	200.70	1.15	230.81	6203.64
0+720	47.80	46.50	130	9.04	180.10	1.15	207.12	6410.76
0+740	47.83	46.68	115	8.17	172.10	1.15	197.92	6608.68
0+760	47.87	46.87	100	6.15	143.20	1.15	164.68	6773.36
0+780	47.91	47.06	85	4.22	103.70	1.15	119.26	6892.62
0+800	48.10	47.25	85	4.17	83.90	1.15	96.50	6989.12
0+815	48.05	47.25	80	3.68	58.88	1.15	67.71	7056.83
0+833.5	48.97	47.60	137	4.93	79.64	1.15	91.60	7148.43
0+840	48.93	47.62	131	6.03	35.62	1.15	41.00	7189.43
0+860	48.92	47.81	111	5.02	110.50	1.15	127.10	7316.53
0+880	49.05	48.05	100	3.45	84.70	1.15	97.41	7413.94
0+900	49.75	48.83	92	2.90	63.50	1.15	73.03	7486.97
0+920	50.50	49.60	90	2.79	56.90	1.15	65.44	7552.41
0+942	50.45	49.85	60	2.64	32.58	1.15	37.47	7589.88
0+960	49.85	49.25	60	3.98	59.58	1.15	68.52	7658.40
0+980	49.65	49.05	60	2.97	69.50	1.15	79.93	7738.33
1+000	49.56	48.96	60	2.46	54.30	1.15	62.44	7800.77
1+020	49.56	48.96	60	1.87	43.30	1.15	49.80	7850.57
1+040	49.44	48.84	60	2.47	43.40	1.15	49.91	7900.48
1+060	49.33	48.73	60	2.79	52.60	1.15	60.49	7960.97
1+064.6	49.33	48.73	60	2.84	12.94	1.15	14.90	7975.87
1+074.8	49.32	48.72	60	3.00	29.78	1.15	34.25	8010.12
1+080	49.33	48.73	60	2.84	15.18	1.15	17.46	8027.58
1+100	49.47	48.87	60	2.60	54.40	1.15	62.56	8090.14
1+120	49.62	49.02	60	2.32	49.20	1.15	56.58	8146.72
1+140	49.62	49.02	60	2.25	45.70	1.15	52.56	8199.28

SUMA HASTA ESTA HOJA= 8199.28

CONTINUA CUADRO III.2.1 ( LADO NORTE )

1+160	49.65	49.05	60	1.77	40.20	1.15	46.23	8245.51
1+178.3	49.66	49.06	60	1.56	13.82	1.15	15.89	8261.40
1+190	49.67	49.07	60	1.56	18.25	1.15	20.98	8282.38
1+200	49.68	49.08	60	1.74	16.50	1.15	18.97	8301.35
1+220	49.69	49.09	60	1.95	36.90	1.15	42.44	8343.79
1+240	49.71	49.11	60	1.98	39.30	1.15	45.20	8388.99
1+260	49.72	49.12	60	2.25	42.30	1.15	48.65	8437.64
1+280	49.77	49.17	60	2.49	47.40	1.15	54.51	8492.15
1+300	49.83	49.23	60	1.89	43.80	1.15	50.37	8542.52
1+320	49.88	49.23	60	2.88	47.70	1.15	54.86	8597.38
1+340	49.33	48.73	60	3.30	61.80	1.15	71.07	8668.45
1+359	49.91	49.33	60	3.32	62.89	1.15	72.32	8740.77
1+380	49.88	49.28	60	3.14	67.83	1.15	78.00	8818.77
1+400	49.87	49.27	60	3.25	63.90	1.15	73.50	8892.27
1+420	49.85	49.25	60	2.58	58.30	1.15	67.04	8959.31
1+425.5	49.84	49.24	60	2.55	14.11	1.15	16.22	8975.53

ACUMULADO = 8975.53

De lo anterior, debido a que se comenzo con una ordenada de la curva de 1000 m<sup>3</sup>, esto implica realizar la resta algebraica al acumulado correspondiente:

$$8975.53 - 1000 \text{ m}^3 = 7975.53 \text{ m}^3$$

Por tanto del cadenamamiento 0+110 al 1+425.5 (Lado Norte) se tiene el siguiente volumen de corte:

7975.53 m<sup>3</sup>

REGISTRO DE LA CURVA MASA

TRAMO DEL CADENAMIENTO 0 + 520 AL 1 + 770 LADO SUR

CUADRO III.2.1 ( LADO SUR )

Est.	Elevación Terre.	Subra.	Espesor Corte (cm)	Areas Corte (m <sup>2</sup> )	Volumen De Corte (m <sup>3</sup> )	Abund. Corte	Volumen Abund. Corte (m <sup>3</sup> )	Ordenad. De La Curva
0+520	46.99	46.39	60	0.24	-	1.15	-	1000.00
0+540	46.93	46.33	60	2.16	24.00	1.15	27.60	1027.60
0+560	46.86	46.26	60	2.94	51.00	1.15	58.65	1086.25
0+580	46.80	46.20	60	3.00	59.40	1.15	68.31	1154.56
0+600	46.79	46.19	60	3.18	61.80	1.15	71.07	1225.63
0+620	46.79	46.19	60	3.00	61.80	1.15	71.07	1296.70
0+640	46.90	46.30	60	2.52	55.20	1.15	63.48	1360.18
0+660	47.10	46.50	60	0.90	34.20	1.15	39.33	1399.51
0+680	47.43	46.83	60	0.90	18.00	1.15	20.70	1420.21
0+700	46.26	45.66	60	1.56	24.60	1.15	28.29	1448.50

SUMA HASTA ESTA HOJA= 1448.50

## CONTINUA CUADRO III.2.1

( LADO SUR )

0+720	47.22	46.62	60	2.10	36.60	1.15	42.09	1490.59
0+740	47.29	46.69	60	2.52	46.20	1.15	53.13	1543.72
0+760	47.47	46.87	60	2.76	52.80	1.15	60.72	1604.44
0+780	47.66	47.06	60	3.48	62.40	1.15	71.76	1676.20
0+800	47.85	47.25	60	3.54	70.20	1.15	80.73	1756.93
0+820	48.40	47.80	60	3.00	65.40	1.15	75.21	1832.14
0+840	48.22	47.62	60	3.78	67.80	1.15	77.97	1910.11
0+860	48.41	47.81	60	4.32	81.00	1.15	93.15	2003.26
0+880	49.05	48.55	60	4.86	91.80	1.15	105.57	2108.83
0+900	49.75	49.05	60	5.40	102.60	1.15	117.99	2226.82
0+920	50.20	49.60	60	5.40	108.00	1.15	124.20	2351.02
0+943	51.05	50.10	95	9.88	175.72	1.15	202.08	2553.10
0+960	49.98	49.13	85	10.80	175.78	1.15	202.15	2755.25
0+980	49.60	48.81	79	10.90	217.00	1.15	249.55	3004.80
1+000	49.54	48.72	82	11.07	219.70	1.15	252.66	3257.46
1+020	49.59	48.72	87	10.27	213.40	1.15	245.41	3502.87
1+040	49.53	48.73	80	7.12	173.90	1.15	199.99	3702.86
1+060	49.56	48.73	83	4.40	115.20	1.15	132.48	3835.34
1+080	49.61	48.73	88	3.52	79.20	1.15	91.10	3926.44
1+100	49.82	48.82	94	3.85	73.70	1.15	84.76	4011.20
1+120	49.87	49.02	85	3.66	75.10	1.15	86.37	4097.57
1+140	49.90	49.03	87	3.70	73.60	1.15	84.64	4182.21
1+160	49.91	49.05	86	3.66	73.60	1.15	84.64	4266.85
1+180	50.04	49.06	98	4.12	77.80	1.15	89.47	4356.32
1+200	49.92	49.08	84	3.70	78.20	1.15	89.93	4446.25
1+220	49.89	49.10	79	3.48	71.80	1.15	82.57	4528.82
1+240	49.94	49.11	83	3.74	72.20	1.15	83.03	4611.85
1+260	49.96	49.12	84	3.83	75.70	1.15	87.10	4698.95
1+280	50.03	49.17	86	3.96	77.90	1.15	89.60	4788.55
1+300	50.07	49.22	85	3.91	78.70	1.15	90.51	4879.06
1+320	50.07	49.28	79	3.87	77.80	1.15	89.47	4968.53
1+340	50.23	49.33	100	6.00	98.70	1.15	113.51	5082.04
1+360	50.01	49.31	70	4.90	109.00	1.15	125.35	5207.39
1+380	49.99	49.29	70	4.83	97.30	1.15	111.90	5319.29
1+400	49.87	49.27	60	4.98	98.10	1.15	112.82	5432.11
1+420	49.85	49.25	60	3.30	82.80	1.15	95.22	5527.33
1+440	49.82	49.22	60	2.58	58.80	1.15	67.62	5594.95
1+460	49.80	49.20	60	2.52	51.00	1.15	58.65	5653.60
1+480	49.78	49.18	60	2.52	50.40	1.15	57.96	5711.56
1+500	49.76	49.16	60	2.49	50.10	1.15	57.62	5769.18
1+520	49.74	49.14	60	2.40	48.90	1.15	56.24	5825.42
1+540	49.70	49.10	60	2.46	48.60	1.15	55.89	5881.31
1+560	49.65	40.05	60	1.92	43.80	1.15	50.37	5931.68
1+580	49.68	49.08	60	2.64	45.60	1.15	52.44	5984.12
1+600	49.78	49.18	60	4.08	67.20	1.15	77.28	6061.40
1+620	49.87	49.27	60	4.00	80.80	1.15	92.92	6154.32
1+640	49.97	49.37	60	4.02	80.20	1.15	92.23	6246.55
1+660	50.07	49.47	60	3.84	78.60	1.15	90.39	6336.94
1+680	50.17	49.57	60	3.78	76.20	1.15	87.63	6424.57
1+700	50.27	49.67	60	3.66	74.40	1.15	85.56	6510.13
1+720	50.36	49.76	60	3.60	72.60	1.15	83.49	6593.62
1+740	50.46	49.86	60	4.14	77.40	1.15	89.01	6682.63

SUMA HASTA ESTA HOJA= 6682.63

CONTINUA CUADRO III.2.1 ( LADO SUR )

1+760	50.56	49.96	60	6.00	101.40	1.15	116.61	6799.24
1+770	50.61	50.01	60	6.30	61.50	1.15	70.73	6869.97

ACUMULADO = 6869.97

De lo anterior, debido a que se comenzo con una ordenada de la curva de 1000 m<sup>3</sup>, esto implica realizar la resta algebraica al acumulado correspondiente:

$$6869.97 - 1000 \text{ m}^3 = 5869.97 \text{ m}^3$$

Por tanto del cadenamamiento 0+520 al 1+770 (Lado Sur) se tiene el siguiente volumen de corte:

5869.97 m<sup>3</sup>

Por lo tanto, el volumen de corte total es la suma de los cortes de los dos lados ( Sur y Norte ), obteniendose así el siguiente volumen: 13845.50 m<sup>3</sup>, y redondeando a un cerrado:

-----  
 >>>>>> VOLUMEN DE CORTE = 13900 m<sup>3</sup> <<<<<<<  
 -----

Nota: Cabe hacer recordatorio que no existieron volúmenes de Terraplen; por tal motivo la Curva Masa solo consta de volúmenes de Corte.

### 5.- Diagrama de la Curva Masa

Para dibujar la curva masa usamos la escala 1:200 para horizontales y 1 cm = 200 m<sup>3</sup> para verticales, dibujado de izquierda a derecha. Como puede verse en este diagrama de masas todo el material de corte es de desperdicio, y no hay préstamos, lo que indica que no hay terraplenes.

Aquí mostramos los datos del tramo tipo representativo, comprendido entre los cadenamamientos 1 + 080 al 1 + 500 de la vía, en la figura (III.2.1 y cuadro III.2.1).

### III.3 DISEÑO DEL PAVIMENTO

La calidad, naturaleza, espesor y composición por seleccionarse para una estructura de camino, dependen del volumen y tipo de tráfico, del costo y disponibilidad de materiales, de las condiciones climáticas y de cimentación, y de que el pavimento se vaya a construir en etapas por un periodo de varios años. La composición del camino puede variar desde una superficie estabilizada de tierra obtenida por remodelado y compactación del suelo nativo hasta un concreto asfáltico de alta calidad o pavimento de concreto con cemento Portland, con varias capas de revestimiento de base y de subbase.

Con la finalidad de construir una superficie de rodamiento segura durante su vida útil, se diseñó, para la modificación de la Calzada Chalma, una estructura de pavimento de tipo flexible.

La sección estructural del pavimento consiste en: carpeta asfáltica, riegos de impregnación y liga, base, sub-base y capa de mejoramiento o subrasante.

La carpeta asfáltica está constituida por mezcla asfáltica elaborada en caliente en planta estacionaria, los materiales de base y sub-base son materiales granulares inertes estabilizados mecánicamente. La subrasante constituida por materiales limo-arenosos estabilizados mecánicamente en la zona de terraplén y materiales granulares vibrados en zona de corte.

Las especificaciones para cada capa y material se consignan en el capítulo correspondiente al proceso constructivo, las cuales están basados en las Normas Generales de Construcción del Departamento del Distrito Federal y Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

El diseño preliminar está basado en el método del Ingeniero Padrón, (Porter modificado) mediante el cual se determinaron los espesores aproximados para cada capa. El método se basa en el volumen de tráfico, composición y crecimiento, tomando en cuenta el valor relativo de soporte del terreno de apoyo de la capa subrasante.

El diseño ejecutivo se realizó tomando en cuenta la metodología indicada por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, el cual se basa en un modelo de comportamiento a fatiga, considerada ésta como deformación permanente acumulada; se supone que la carretera tiene una resistencia relativa uniforme en todas las capas de su estructura y llega a la falla funcional (nivel de rechazo) cuando ha soportado el número de cargas estándar especificado para la vida del proyecto.

Los conceptos empleados son los de capacidad de carga en suelos y cohesivos y la distribución vertical de esfuerzos de Boussinesq para una placa circular flexible, apoyada uniformemente en la superficie de un medio elástico, homogéneo e isótropo del comportamiento de cada capa ante cargas repetidas.

Las variables que intervinieron en el diseño ejecutivo fueron las siguientes:

Estructurales: Es decir, espesor, resistencia y deformalidad de cada capa en las condiciones de servicio esperadas.

De carga: Aquellos parámetros relacionados con el tránsito diario promedio anual, tasa de crecimiento, carga por eje sencillo o múltiple, factor de distribución y vida media.

De clima y condiciones regionales: Principalmente de temperatura, precipitación pluvial, nivel freático, geología y topografía.

De conservación: Fijando el nivel y tipo de mantenimiento requerido durante la vida útil.

Comportamiento: Adecuado para llegar a la falla funcional después de haber resistido el tránsito de proyecto. Estas dos últimas variables son las que mayormente inciden en el costo.

Como criterios de decisión se tomaron en cuenta los costos, confiabilidad, seguridad, calidad de operación y tipos de conservación deseable. El criterio de diseño permite considerar explícitamente cuatro variables: resistencia esperada en el campo (VRS), número de aplicaciones, nivel de confianza e índice de servicio.

### I) METODO No. 1 (Instituto de Ingeniería)

Parámetros de diseño

Se consideró a este pavimento de categoría I, es decir, nivel freático profundo y precipitación pluvial del orden de 700 mm/año, lo cual produce cambios estacionales en el camino.

Los datos utilizados para el proyecto son los siguientes:

Vida Útil del pavimento	10 años
Crecimiento anual	5 %
Distribución del tránsito por carril (4 carriles)	25 %
Tránsito diario promedio anual (TDPA)	15 600

#### COMPOSICION DE TRANSITO Y PROPORCION DE VEHICULOS CARGADOS Y VACIOS DE ACUERDO A LOS AFOROS REALIZADOS

TABLA III.3.1

Tipo De Vehículo	Composición %	Proporción	
		Cargados	Vacios
Automóviles (A2)	65	1	0
Camiones Ligeros (A'2)	15	0.60	0.40
Autobuses (B2)	9.5	0.80	0.20
Camión De Dos Ejes (C2)	4.0	0.70	0.30
Camiones De Tres Ejes (C3)	3.5	0.70	0.30
Tractores Con Semirremolques (T3-S2)	1.5	0.90	0.10
Tractores Con Semirremolques (T3-S3)	1.5	0.90	0.10

En el diseño se siguen los siguientes pasos:

a) Estimación del valor relativo de soporte crítico

De acuerdo a las pruebas de compactación y resistencia de los materiales, tenemos que el valor relativo de soporte crítico esperado en campo durante la vida útil de la carretera para las diferentes capas es:

$\widehat{VRSc}$ Carpeta	100%
$\widehat{VRSc}$ Base	100%
$\widehat{VRSc}$ Sub-base	50%
$\widehat{VRSc}$ Terracería	3.5%

Y el valor relativo de soporte crítico para el diseño ( $\widehat{VRSz}$ ), tomando en cuenta la zona de la carretera, los contenidos de agua de los materiales del camino y las pruebas de laboratorio es:

$\widehat{VRSz}$ Carpeta	100%
$\widehat{VRSz}$ Base	19.5%
$\widehat{VRSz}$ Sub-base	9%
$\widehat{VRSz}$ Terracería	4%

#### b) Determinación del tránsito equivalente

Para determinar el tránsito equivalente o número de cargas standard acumulada al final del periodo de análisis ( $\Sigma L$ ), se requiere de los coeficientes de daño por eje y por vehículo, que determinaremos a continuación:

#### COEFICIENTES DE DAÑO

Las fórmulas empleadas para obtener los coeficientes de daño, de acuerdo a los conceptos de capacidad de carga en suelos cohesivos y la teoría de distribución de esfuerzos verticales ( $Fz$ ) de Boussinesq deducida para una placa circular flexible de radio  $a$ , son:

$$\text{Log di} = \frac{\text{Log } (p Fz (i)) - \text{Log } (5.8 Fz)}{\text{Log } A}$$

Para el coeficiente de influencia de Boussinesq:

$$\text{En carga standard } Fz = 1 - \frac{(1 + 225)^{-3/2}}{z^2}$$

$$\text{En carga } i \text{ cualquiera de radio } a_i Fz (i) = 1 - \frac{(1 + a_i^2)^{-3/2}}{z^2}$$

Para radio equivalente

$$\text{De ejes sencillos } a_1 = \sqrt{1000 P / 2 \hat{u} p}$$

$$\text{De ejes dobles } a_2 = \sqrt{1111 P / 4 \hat{u} p}$$

$$\text{De ejes triples } a_3 = \sqrt{1333 P / 6 \hat{u} p}$$

donde :

Z : profundidad propuesta en cm

P : carga total, en ton. del conjunto de ejes (sencillos, dobles o triples).

p : presión de inflado (o de contacto) en Kg/cm.

ai : radio en cm.

Con los diferentes tipos de vehículos que circulan en nuestra carretera o camino de tipo A y utilizando las fórmulas anteriores se construyen las tablas siguientes: (III.3.2 a III.3.8).

\* Las profundidades son propuestas de acuerdo al espesor que creemos tendrá cada capa.

Para carpeta Z = 0 (es lo más recomendable)

Para base Z = 20

Para Sub-base Z = 50

Para terraplén Z = 60 cm

Ya obtenidos los coeficientes de daño de todos los vehículos que transitan en nuestra carretera aplicamos la siguiente fórmula:

$$\Sigma L = (TDPA) (CD) (CT) \sum_{(i=1)}^P C_i (W_i \quad d_m + (1 - W_i) \quad d_v) \dots\dots(A)$$

donde :

Ci: Proporción de cada tipo de vehículo (i) en la corriente de tránsito ( composición ).

CD: Proporción de vehículos en el carril de proyecto ( distribución direccional ) CD = 0.3

CT: Coeficiente de acumulación de tránsito al cabo de (n) año de operación con una tasa de incremento anual (r).

Para nuestro proyecto n = 10 y r = 5%

$$CT = 365 \frac{(1+r)^n - 1}{r} = 365 \frac{(1+0.05)^{10} - 1}{0.05} = 4591 \dots\dots(B)$$

donde:

dm: coeficiente de daño del vehículo tipo i cargado

dv: coeficiente de daño del vehículo tipo i vacío

TDPA: volumen del tránsito diario promedio anual en ambas direcciones en el año inicial de operación.

W<sub>i</sub>: Proporción de vehículos cargados por cada tipo de vehículo ( i ).

L: número de aplicaciones de carga estandard producidas por p tipos de vehículos durante n años.

El número por el que se multiplica de tránsito, o sea el número por el que se multiplica el tránsito diario inicial para obtener el número de vehículos que pasan por la carretera en 10 años, considerando una tasa de incremento de 5%. Este coeficiente se calculó con la ecuación (B) y para comprobación se utilizó el nomograma de la FIG. A.2 que aparece en el Instructivo de Diseño del Instituto de Ingeniería. ( U.N.A.M. ).

c) Asignación del nivel de confianza.

Como la carretera es principal y de alto tránsito, se eligió un nivel de confianza alto de Q<sub>u</sub> = 0.9.

## A2 Automóvil

TABLA III.3.2

Conjunto	Peso, en Toneladas			+dm=Coef.daño bajo carga máxima				dv=Coef.de daño vacío			
	P	Kg/cm <sup>2</sup>	P	Z=0	Z=20	Z=40	Z=65	Z=0	Z=20	Z=40	Z=65
	+carga máxima vacío										
1*	1.0	0.8	2.0	.002	.000	.000	.002	.000	.000	.000	.000
2*	1.0	0.8	2.0	.002	.000	.000	.002	.000	.000	.000	.000
	2.0	1.6		.004	.000	.000	.004	.000	.000	.000	.000

## A'2 Camión ligero, con capacidad de carga hasta de 3 ton.

TABLA III.3.3

Conjunto	Peso, en Toneladas			+dm=Coef.daño bajo carga máxima				dv=Coef.de daño vacío			
	P	Kg/cm <sup>2</sup>	P	Z=0	Z=20	Z=40	Z=65	Z=0	Z=20	Z=40	Z=65
	+Carga máxima vacío										
1*	1.7	1.3	4.6	.268	.001	.000	.268	.001	.000	.000	.000
2*	3.8	1.2	4.6	.268	.04	.023	.015	.268	.001	.000	.000
	5.5	2.5		.536	.041	.023	.015	.536	.002	.000	.000

B2 Autobús de dos ejes

TABLA III.3.4

Conjunto	Peso, en Toneladas		P, Kg/cm <sup>2</sup>	+dm=Coef.daño bajo carga máxima				dv=Coef.de daño vacío			
	+Carga máxima	vacio		Z=0	Z=20	Z=40	Z=65	Z=0	Z=20	Z=40	Z=65
1*	5.5	3.5	5.8	1.000	.25	0.14	0.12	1.000	.04	.001	.010
2*	10.0	7.0	5.8	1.001	.84	2.56	2.86	1.000	.59	0.46	.433
	15.5	10.5		2.002	.08	2.70	2.98	2.000	.63	0.48	.443

C2 Camión de dos ejes

TABLA III.3.5

Conjunto	Peso, en Toneladas		P, Kg/cm <sup>2</sup>	+dm=Coef.daño bajo carga máxima				dv=Coef.de daño vacío			
	+Carga máxima	vacio		Z=0	Z=20	Z=40	Z=65	Z=0	Z=20	Z=40	Z=65
1*	5.5	3.5	5.8	1.000	.25	0.14	0.12	1.000	.04	0.02	0.01
2*	10.0	3.0	5.8	1.001	.84	2.56	2.86	1.000	.02	0.00	0.00
	15.5	6.5		2.002	.08	2.70	2.98	2.000	.06	0.02	0.01

C3 Camión de tres ejes

TABLA III.3.6

Conjunto	Peso, en Toneladas		P, Kg/cm <sup>2</sup>	+dm=Coef.daño bajo carga máxima				dv=Coef.de daño vacío			
	+Carga máxima	vacio		Z=0	Z=20	Z=40	Z=65	Z=0	Z=20	Z=40	Z=65
1*	5.5	4.0	5.8	1.000	.25	0.14	0.12	1.000	.07	.036	0.02
2**	16.0	4.5	5.8	2.002	.68	2.56	2.85	2.000	.01	.002	.001
	21.5	8.5		3.002	.93	2.70	2.97	3.000	.08	0.03	.021

T3-S2 Tractor de tres ejes con semirremolque de dos ejes

TABLA III.3.7

Conjunto	Peso, en Toneladas		P, Kg/cm <sup>2</sup>	+dm=Coef.daño bajo carga máxima				dv=Coef.de daño vacío			
	+carga máxima	vacio		Z=0	Z=20	Z=40	Z=65	Z=0	Z=20	Z=40	Z=65
1*	5.5	4.0	5.8	1.000	.25	0.14	0.12	1.000	.07	0.03	0.02
2**	16.0	4.0	5.8	2.002	.68	2.56	2.35	2.000	.01	.001	0.00
3**	10.0	4.0	5.8	2.002	.68	2.56	2.85	2.000	.01	.001	0.00
	41.50	12.0		5.005	.61	5.26	5.82	5.000	.09	.032	0.02

T3-S3 Tractor de tres ejes con semirremolque de tres ejes

TABLA III.3.8

Conjunto	Peso, en Toneladas		P, Kg/cm <sup>2</sup>	+dm=Coef.daño bajo carga máxima				dv=Coef.de daño vacío			
	+Carga máxima	vacio		Z=0	Z=20	Z=40	Z=65	Z=0	Z=20	Z=40	Z=65
1*	5.5	4.0	5.8	1.000	0.25	0.14	0.12	1.000	0.07	0.03	0.02
2**	16.0	4.0	5.8	2.002	2.68	2.56	2.85	2.000	0.01	.001	0.00
3***	24.5	5.0	5.8	3.002	2.24	2.56	2.86	3.000	0.04	.001	0.00
	46.0	13.0		6.005	5.17	5.26	5.83	6.000	0.84	.032	0.02

Cargas máximas de acuerdo con el "Proyecto de actualización del capítulo XI del reglamento de explotación de caminos de la ley de Vías Generales de Comunicación, SCT".

- \* Eje Sencillo
- \*\* Eje Tandem
- \*\*\* Eje Triple.

d) Determinación de espesores

Para establecer los espesores equivalentes se utilizó el nomograma de la fig. A.7 del instructivo de Diseño del Instituto de Ingeniería. (U.N.A.M.); correspondiente al nivel de confianza  $Q_u = 0.9$

Los datos de entrada son el  $\widehat{VRS}_z$  y el  $\Sigma L$ .

CAPA SUBRASANTE :

$z = 60 \text{ cm}$

$\widehat{VRS}_{60} = 4\%$

$\Sigma L = 7.06 \times 10^7$

Entrando a la gráfica A.7 obtenemos un espesor de 80 cm.

CAPA SUB-BASE :

$z = 50 \text{ cm}$

$\widehat{VRS}_{50} = 9\%$

$\Sigma L = 6.5 \times 10^6$

Espesor = 65 cm ( entrando a gráfica A.7 )

CAPA BASE :

$$z = 20 \text{ cm}$$

$$\widehat{\text{VRS}} = 20\%$$

20

$$\Sigma L = 5.9 \times 10^6$$

Espesor = 35 cm ( entrando a gráfica A.7 )

CARPETA :

$$z = 0$$

$$\widehat{\text{VRS}} = 100\%$$

0

$$\Sigma L = 8.47 \times 10^7$$

Para el caso de la carpeta entramos a la gráfica que aparece en la esquina derecha de la fig. A.7, obteniendo así un espesor equivalente de carpeta de 15 cm.

Sabiendo que el espesor equivalente de carpeta en cm = al D1 tenemos al D1 = 15 cm.

Donde D1 = espesor real de la carpeta

a1 = Coeficiente de resistencia estructural igual a 2 por ser concreto asfáltico.

$$D1 = \frac{15 \text{ cm}}{2} = 7.5 \text{ cm}$$

El espesor de la base (D2) se deduce de :

$$a1D1 + a2D2 = 35 \text{ cm}$$

Donde : D2 = espesor real de base

a2 = Coeficiente igual a 1 por ser material estabilizado mecánicamente.

$$(2) (7.5) + (1) (D2) = 35$$

$$D2 = 20 \text{ cm}$$

El espesor de la Sub-base (D3) se obtuvo de manera similar:

$$a1D1 + a2D2 + a3D3 = 65 \text{ cm}$$

Donde: D3 = espesor real de Sub-base

a3 = coeficiente igual a 1

$$(2) (7.5) + (1) (20) + (1) (D3) = 65 \text{ cm}$$

$$D3 = 30 \text{ cm}$$

Finalmente el espesor de Subrasante (D4) se obtuvo considerando al espesor total.

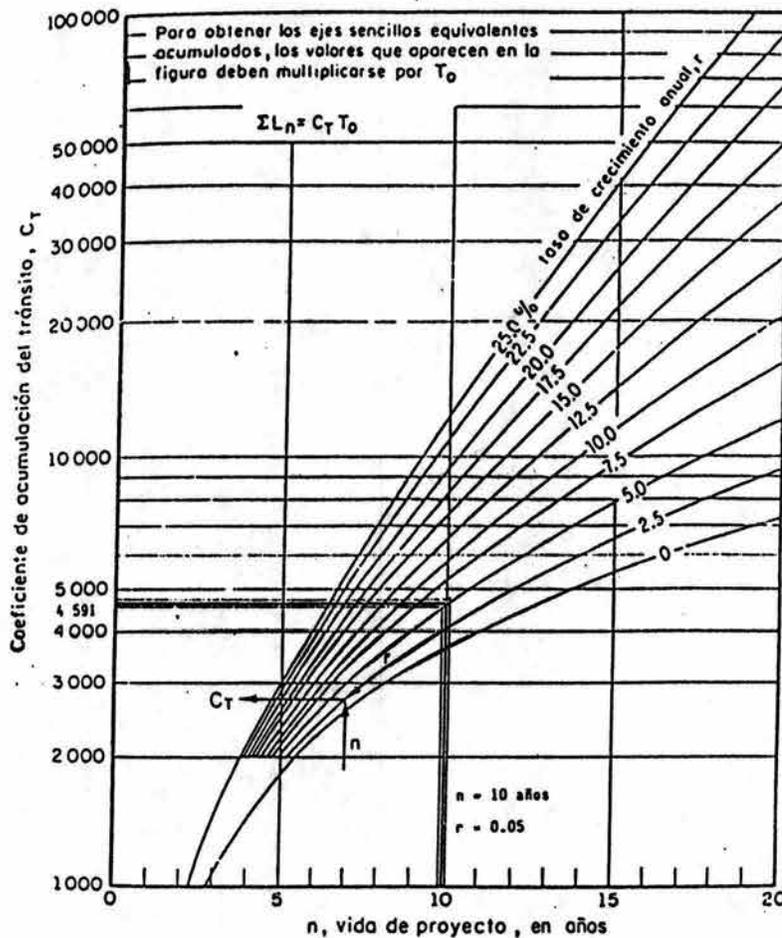
$$a1D1 + a2D2 + a3D3 + a4D4 = 80 \text{ cm.}$$

donde : D4 = espesor real de Subrasante

a4 = coeficiente igual a 1

$$(2) (7.5) + (1) (20) + (1) (30) + (1) (D4) = 80 \text{ cm.}$$

$$D4 = 15 \text{ cm}$$



$$C_T = 365 \sum_{j=1}^n (1+r)^{j-1} = 365 \left[ \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right]$$

$C_T$  coeficiente de acumulación del tránsito, para n años de servicio y una tasa de crecimiento anual r

$T_0$  tránsito equivalente medio diario en el carril de proyecto, durante el primer año de servicio, ejes sencillos equivalentes de 8.2 ton

$\Sigma L_n$  tránsito acumulado al cabo de n años de servicio, ejes sencillos equivalentes de 8.2 ton

Fig A2. Gráfica para estimar el coeficiente de acumulación del tránsito.

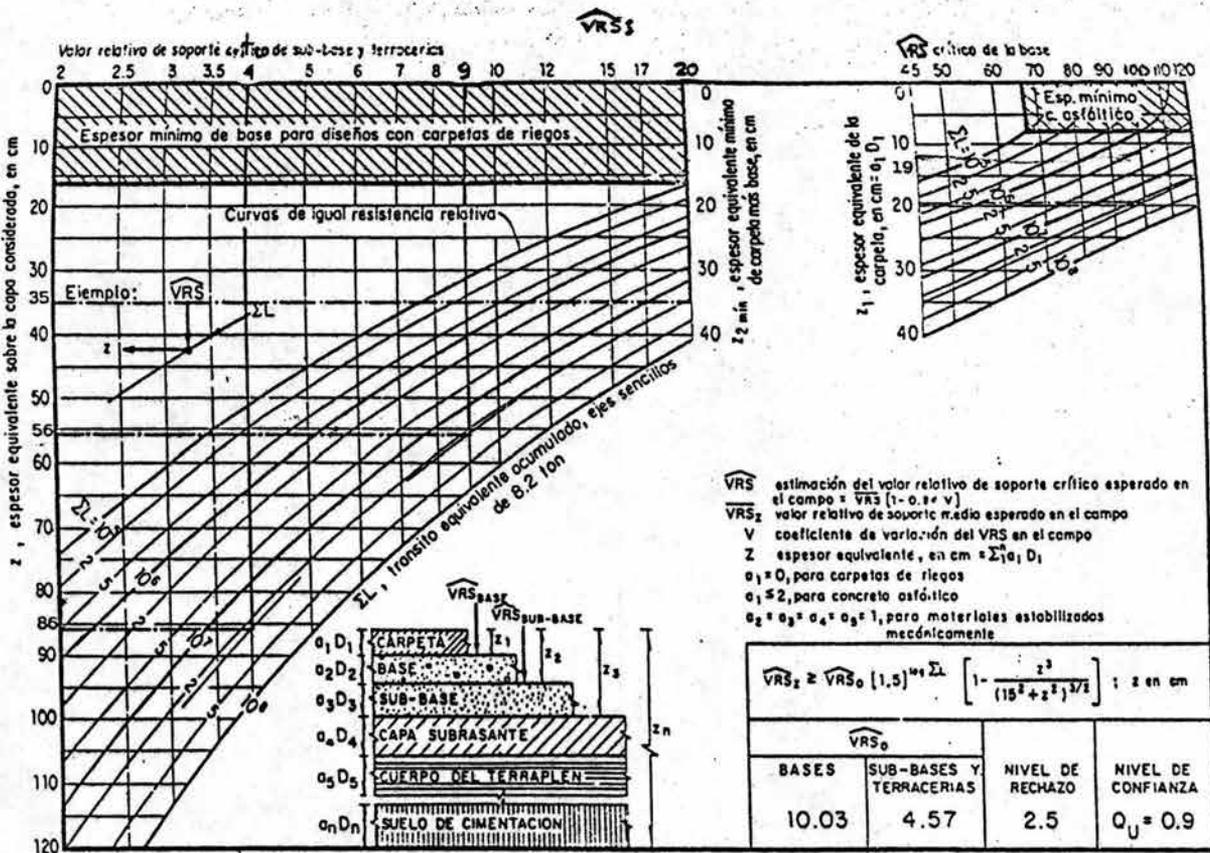


Fig A7. Gráfica para diseño estructural de carreteras con pavimento flexible.

e) Estructuración del pavimento.

	DISEÑO	CONSTRUCCION
----- CARPETA	7.5 cm	8.0 cm
----- BASE	20.0 cm	20.0 cm
----- SUB-BASE	30.0 cm	30.0 cm
----- SUBRASANTE	15.0 cm	15.0 cm
-----		

Para el caso en que se desplante el pavimento sobre roca, la estructuración es la misma que en terraplén, Únicamente se eliminará la capa subrasante colocando sólo una capa de mejoramiento de espesor variable para uniformizar el desplante de la sub-base.

II) METODO No. 2 (Método Porter Modificado "PADRON")

Parámetros de diseño

Se considero a este pavimento de categoría I por la intensidad de tránsito de vehículos, la precipitación en esta zona es del orden de 700 mm/año, lo cual produce cambios estacionales en el camino.

Los datos utilizados para el proyecto son los siguientes:

Vida Útil del pavimento	10 años
Crecimiento anual	5 %
Distribución del tránsito por carril(4 Carriles)	25 %
Tránsito diario promedio anual(TDPA)	15600

\* Se utilizo la tabla III.3.1

En el diseño se realizaron los siguientes pasos:

a) Se realizo el cálculo de acuerdo a las pruebas de compactación y resistencia de los materiales. Y el valor relativo de soporte crítico para el diseño (VRS), tomando en cuenta la zona de la carretera, los contenidos de agua de los materiales del camino y las pruebas de laboratorio es:

^ VRz Carpeta	100.00%
^ VRz Base	19.50%
^ VRz Sub-base	9.00%
^ VRz Terracería	4.00%

b) Se obtuvo la intensidad de tránsito de vehículos con capacidad de carga igual o superior a 3 Ton en un solo sentido de la carretera, registrándose:

1535 Vehículos/Sentido

c) Con los datos anteriores y con la ayuda de las curvas de la fig.(1) que han estado en uso desde 1957, que tiene características semejantes al anterior método, pero proporcionan espesores de pavimentos más precisos y corresponden a volúmenes de tránsito mayores.

A últimas fechas, el tránsito en las carreteras nacionales ha seguido incrementándose tanto en volumen como en peso, por lo que se hace necesario contar con gráficas para volúmenes mayores a los que se marca la curva I como es el caso del presente problema. Con este método se han tenido resultados aceptables durante el tiempo que ha estado vigente.

Así para nuestro cálculo se obtuvo que para un sentido se tiene que 1535 vehículos por lo que de la fig.(1). Cuya gráfica de proyectos modificados para el proyecto de espesores de pavimento; método Porter modificado (Padrón) nos da en el rango de 1000 a 2000 vehículos al día, lo cual es aplicable a la curva II indicándonos que nuestra base debe tener un mínimo de 15 cm; y con un valor relativo de soporte del 4% en función de la Subrasante, con estos datos en la Gráfica de la fig.(1) obtenemos el espesor mínimo de Sub-base más base igual a 49 cm, proponemos 50 cm. Y para efectos de construcción hacemos la siguiente propuesta:

Sub-base = 30 cm

Base = 20 cm

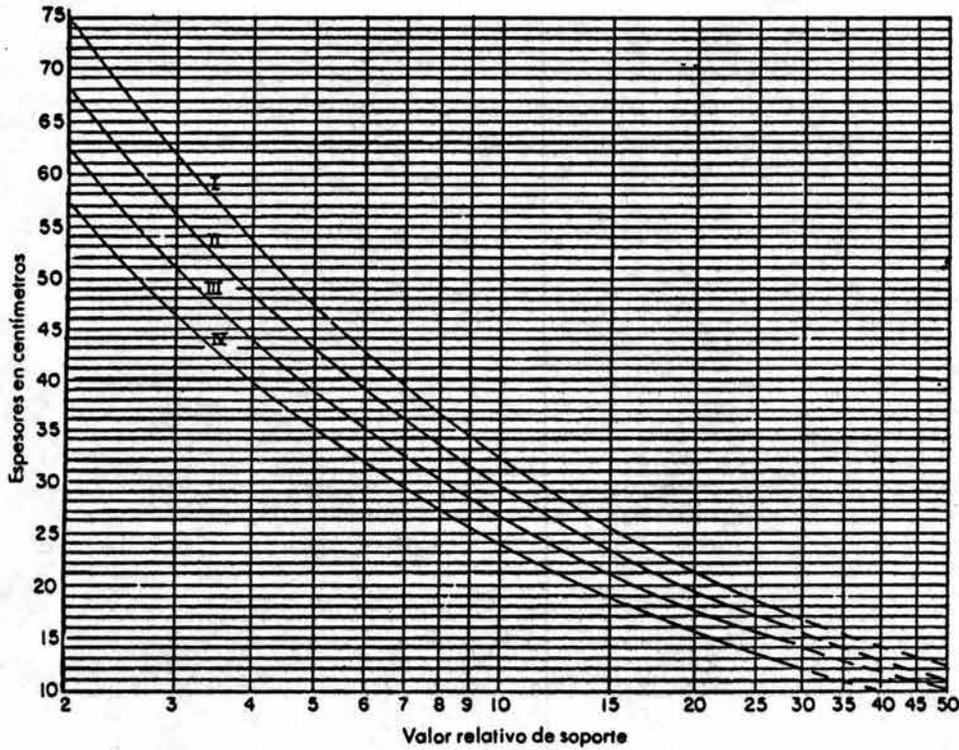
Luego de la fig.(2) se muestra el nomograma de proyecto; para calcular los espesores de pavimento de acuerdo a este método de la porter modificada (Padrón), se requiere contar con el tránsito equivalente durante la vida útil del pavimento (Para nuestro caso 2003 vehículos) y los datos VRS de proyecto. Con el VRS de la parte superior del cuerpo del Terraplén y el dato de tránsito se encuentra un espesor D1; con el correspondiente a la capa Subrasante se encuentra el espesor D2.

La diferencia de estos dos valores es el espesor de la capa Subrasante necesario para resistir las cargas (fig.3); sin embargo, como ya se sabe esta capa puede tener hasta cinco funciones además de las estructurales por lo que su espesor debe ser de 30 cm mínimo, para nuestro caso es igual a 30 cm.

Así con los datos anteriores al utilizar la gráfica de la figura(2) obtenemos un espesor D1= 88 cm por lo que el espesor de carpeta es igual a 8 cm, carpeta de 3 riegos.

Carpeta = 8 cm

GRAFICA PARA CALCULAR EL ESPESOR MINIMO DE SUBBASE MAS BASE  
EN PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA CAMINOS EN FUNCION DE V. R. S. DE  
LA SUBRASANTE.



INTENSIDAD DE TRANSITO DE VEHICULOS CON CAPACIDAD DE CARGA IGUAL O SUPERIOR A 3 TON METRICAS, CONSIDERADO EN UN SOLO SENTIDO	CURVA APLICABLE PARA PROYECTO DE ESPESORES	ESPESOR MINIMO DE BASE
Menos de 500 vehículos al día	IV	12 cm
DE 500 a 1000 vehículos al día	III	12 cm
De 1000 a 2000 vehículos al día	II	15 cm
Más de 2000 o Autopistas	I	15 cm

Fig.1 Gráficas de proyecto modificadas para el proyecto de espesores de pavimento; método Porter modificado (Padrón).

## GRAFICA PARA LA ESTRUCTURACION DE UNA OBRA VIAL EN BASE A VRS OBTENIDO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA

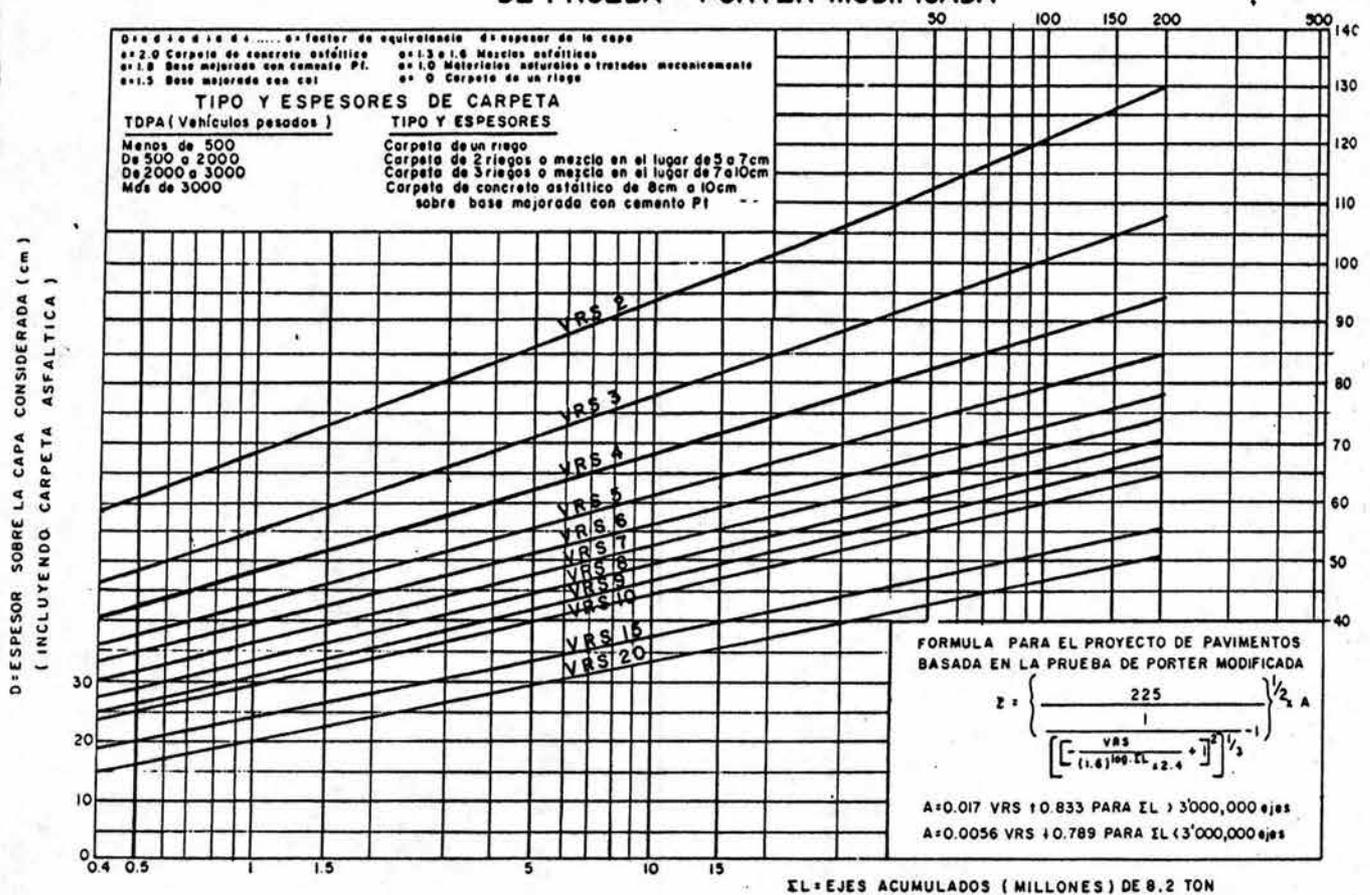


Fig.2 Gráficas de proyecto por el método de Porter modificado (Padrón) propuestas por el autor, con base en tránsito equivalente (8.2 ton.) acumulado durante la vida útil de la obra.

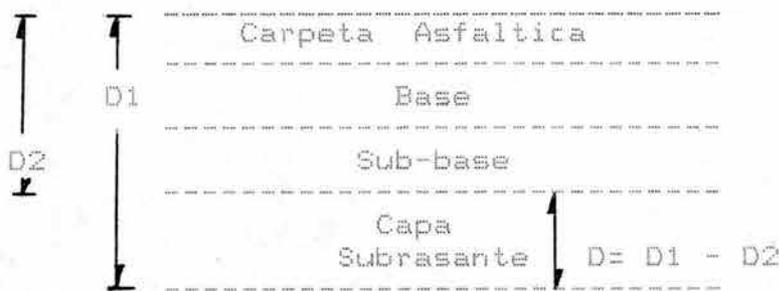


Fig.3 Figura que muestra en forma objetiva los espesores D1 y D2 para la estructuración de una vía terrestre con pavimento flexible. Método de Porter modificado (Padrón).

d) Estructuración del pavimento.

De los cálculos realizados anteriormente se obtuvo:

	Diseño	Construcción
----- Carpeta -----	8.0 cm	8.0 cm
Base + Sub-base -----	50.0 cm	20.0 cm 30.0 cm
----- Sub-rasante -----	30.0 cm	30.0 cm



**BIBLIOTECA**  
**INSTITUTO DE ECOLOGIA**  
**UNAM**

### III.4 OBRAS DE DRENAJE

El diseño del drenaje es un elemento muy importante para un buen aprovechamiento del camino.

Todos los caminos que se introducen en planicies de inundaciones, en grandes masas de agua o en corrientes, se proyectan para que conduzcan la creciente básica sin causar grave daño al camino, a la corriente, a la masa de agua o a otra propiedad. Sin las instalaciones adecuadas de drenaje, tanto superficiales como subsuperficiales, no dura un camino, aunque sea muy bueno el pavimento.

Para el diseño de las carreteras, se considera al elemento agua como el principal causante de problemas a los caminos, ya que provoca disminución de la resistencia de los suelos, acción que involucra fallas en terraplenes, Cortes y superficie de rodamiento. Lo anterior exige el drenaje, encausar los escurrimientos del agua de tal forma que esta se aleje lo más pronto posible de la carretera. Por lo que es importante mencionar que el drenaje es el alma del camino.

Antes de hacer el análisis de las características del drenaje es necesario hacer mención de la importancia que tienen al interceptar el agua que escurre de la corona, del talud del corte y del terreno natural adyacente, para conducirla hacia una corriente natural o a una obra transversal, con objeto de alejarla lo más pronto posible de la zona que ocupa el camino.

Para el diseño del alcantarillado, no fue necesario llegar a un análisis detallado de la intensidad de lluvia, ni los gastos; para ello se tomó en consideración las cunetas existentes, las cuales son lo suficientemente capaces de soportar los escurrimientos más desfavorables, pero con la ampliación de la vialidad estas tuvieron que ser destruidas y realizar así un nuevo sistema de desagüe pluvial mucho más eficaz; por lo que se llegó a la conclusión de realizar un sistema de alcantarillado a base de tuberías y pozos de visita.

Cabe hacer mención que el gasto para el diseño de diametro de tubería fue calculado con los principios de flujos en canales

abiertos; donde para un flujo uniforme las relaciones básicas se realizarán mediante la conocida fórmula de Manning donde:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{(2/3)} \times S^{(1/2)}$$

V = Velocidad promedio en m/s.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning (n = 0.03)

R = Radio hidráulico en metros

S = Pendiente del canal en metros por metro.

Haciendo un análisis de las características del terreno y del área de influencia se obtiene el volumen de escurrimiento ayudándose de la ecuación de intensidad que es como sigue  $Q = CIA$  donde :

C: Es coeficiente de escorrentía que dará valores en función de la zona donde se desarrolla el escurrimiento, en este caso el valor de C sería de 0.40 por ubicarse en una zona suburbana.

I: Es la intensidad de la precipitación por intervalo de tiempo, esta se mide en las horas de máxima precipitación esto es con una duración de 15 a 20 minutos, las unidades se dan en pulg/hr.

A: Es el área de influencia del escurrimiento, esta puede formar una cuenca.

De acuerdo a la forma geométrica de las "cunetas" se obtiene la capacidad con la ayuda de la ecuación de Manning donde:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{(2/3)} \times S^{(1/2)}$$

De acuerdo a los valores reales medidos en campo, se obtuvo que tenían las siguientes dimensiones:

S promedio = 5 %

R promedio = 0.225 m

n promedio = 0.013

Area = 0.053 m<sup>2</sup>

al sustituir en la formula de Manning:

$$V = 2.757 \text{ m/s}$$

Luego, sabemos que la formula para calcular el Gasto es:

$$Q = VA \text{ (m}^3\text{/seg)}$$

donde:

Q = Gasto aportado por el conducto.

V = Velocidad del flujo del agua.

A = Area de la cuneta

$$\text{al sustituir: } Q = 2.757 \text{ m/s} \times 0.053 \text{ m}^2 = 0.145 \text{ m}^3\text{/s}$$

De lo anterior obtenido el gasto para el diseño de tubería, se produce a realizar el calculo para obtener el diametro de tubería, y pendiente hidraulica:

$$Q \text{ Diseño} = 0.145 \text{ m}^3\text{/seg} = 145 \text{ L.p.s.}$$

L.p.s.= Litros por segundo

\* Diametro

$$D = \sqrt{\frac{4 Q}{v}}$$

Suponiendo  $v = 1 \text{ m/s}$

$$D = \sqrt{\frac{4 ( 0.145 )}{( 1 )}} = 0.43 \text{ m}$$

Eligiendo el diametro comercial ( Dc ) :

$$Dc = 45 \text{ cm.}$$

\* Pendiente Geometrica

Esta se calculó en base a la pendiente del terreno la cual se mantiene en toda la vialidad practicamente constante del 5%.

\* Pendiente Hidráulica

De acuerdo a las " Especificaciones de la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado " de la S.A.H.O.P., **PENDIENTES MAXIMAS Y MINIMAS, PARA TUBERIAS DE UNA RED DE ALCANTARILLADO EN CASOS NORMALES** ver CUADRO III.4.1, de tal forma que para un diámetro nominal de 0.45 mts. :

# PENDIENTES MAXIMAS Y MINIMAS

PARA TUBERIAS DE UNA RED DE ALCANTARILLADO EN CASOS NORMALES

DIAMETRO NOMINAL EN CM.	CALCULADAS				PENDIENTE RECO- MENDABLE PARA PROYECTOS, EN MILESIMOS	
	MAXIMA V=3.00 m/seg. a tubo lleno		MINIMA V=0.60 m/seg. a tubo lleno		MAXIMA	MINIMA
	PENDIENTE MILESIMOS	GASTO LT/SEG.	PENDIENTE MILESIMOS	GASTO LT/SEG.		
20	82.57	94.24	3.30	18.85	83	4.0 (ver nota 2)
25	61.32	147.26	2.45	29.45	61	2.5
30	48.09	212.06	1.92	42.41	48	2.0
38	35.09	340.23	1.40	68.05	35	1.5
45	28.01	477.13	1.12	95.43	28	1.2
61	18.67	876.74	0.75	175.35	19	0.8
76	13.92	1360.93	0.56	272.19	14	0.6
91	10.95	1951.16	0.44	390.23	11	0.5
107	8.82	2697.61	0.35	539.52	9	0.4
122	7.41	3506.96	0.30	701.39	7.5	0.3
152	5.53	5443.75	0.22	1088.75	5.5	0.3
183	4.31	7890.66	0.17	1578.33	4.5	0.2
213	3.52	10689.82	0.14	2137.96	3.5	0.2
244	2.94	14027.84	0.12	2805.57	3.0	0.2

**NOTAS.-**

1.- Fórmula empleada:

Manning (n=0.013)

2.- Para lograr un mejor funcionamiento hidráulico

se proyectarán los sifones de 20 cm. de diámetro con una pendiente mínima de 4 milésimos.

Calculó: Ing. Julio Vargas R.  
Revisó: Ing. Leora Reyes T.

SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS	
SUBSECRETARIA DE BIENES INMUEBLES Y OBRAS URBANAS	
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	
SUBDIRECCION DE PROYECTOS	
ALCANTARILLADO	
PENDIENTES MAXIMAS Y MINIMAS	
Confirma: <i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>
DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS	
DIRECCION GENERAL DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	
Mejoro, D.R. Julio de 1979	M.C. 1978

DIAMETRO NOMINAL	CALCULADAS				PENDIENTE RECOMEN- DABLE PARA PROYEC- TOS, EN MILESIMOS	
	Máxima V = 3 m/seg A tubo lleno		mínima V = 0.6 m/seg A tubo lleno		Máxima	mínima
Cm	S	Q	S	Q		
	Miles	Lt/seg	Miles	Lt/seg		
45	28	477.13	1.12	95.43	28	1.2

Cabe hacer mención que solo se construyó la Red de Alcantarillado a partir del cadenamiento 0+200 al 0+920 debido a que el drenaje es lo suficientemente capaz de soportar los gastos pluviales más extraordinarios (cadenamiento 1 + 780 al 0 + 940), que tienen descarga en el canal que cruza la vialidad ubicado en el cadenamiento 0 + 920 al 0 + 940. La mencionada nueva red de alcantarillado se localizara al lado Norte de la vialidad.

El flujo del agua en la red es del cadenamiento 0 + 200 al 0 + 293; esto debido a que se conecta a la "caja colectora" de la zona en el lado Norte de la vialidad ubicada el cadenamiento 0 + 293 autorizada dicha conexión por D.G.C.O.H. ( Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica ).

El siguiente flujo del agua en la red es del cadenamiento 0 + 920 al 0 + 293 conectandose dicha red a la "caja colectora" en el cadenamiento 0 + 293.

A continuación se realizara el cálculo correspondiente por tramos.

#### TRAMO - 1

Ubicación: Cadenamiento 0 + 200 al 0 + 293  
Flujo: 0 + 200 al 0 + 293

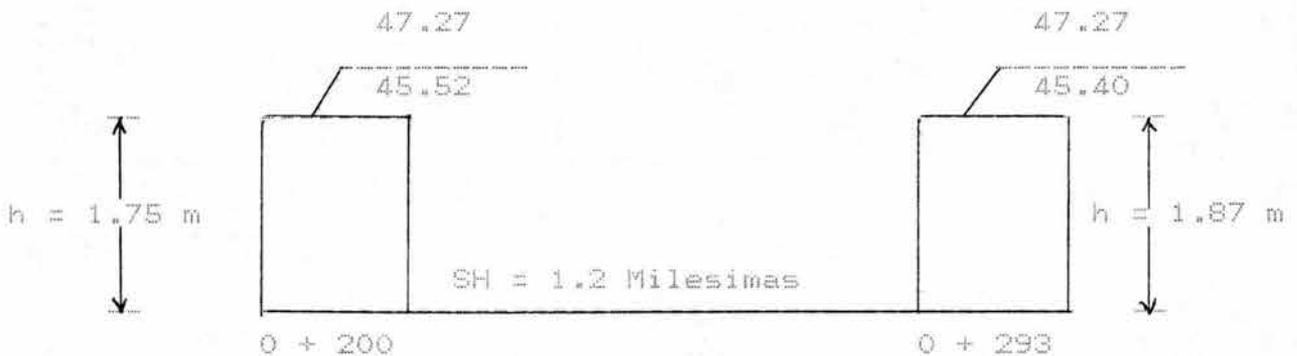
\* Pendiente Geometrica (SG):

$$SG = \frac{\text{Cota terreno 1} - \text{Cota terreno 2}}{\text{Longitud del tramo}}$$

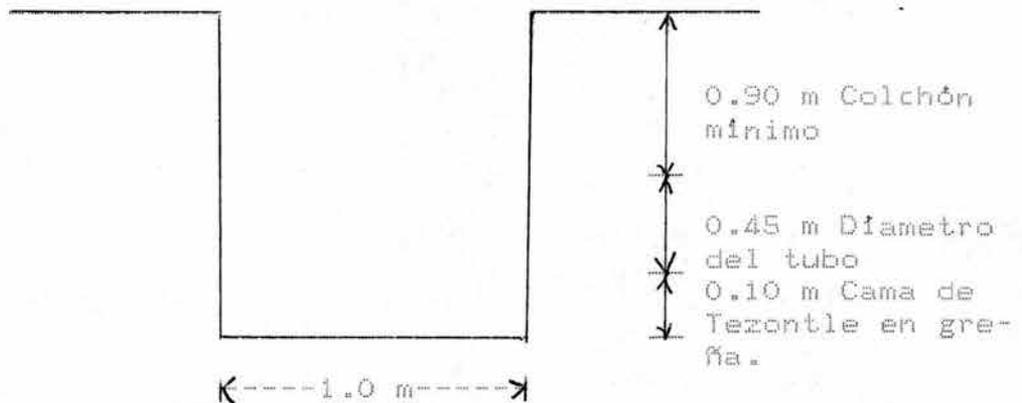
$$SG = \frac{47.27 - 47.27}{\quad} = 0 \%$$

De lo anterior debido a que la pendiente Geométrica es igual a cero, esto implica que utilizaremos el CUADRO III.4.1 de la S.A.H.O.P. de "ALCANTARILLADO, PENDIENTES MAXIMAS Y MINIMAS", para un Diámetro = 45 cm. la pendiente mínima es 1.2 milésimos, por tanto :

$$SH = 1.2 \text{ Miliesimos}$$



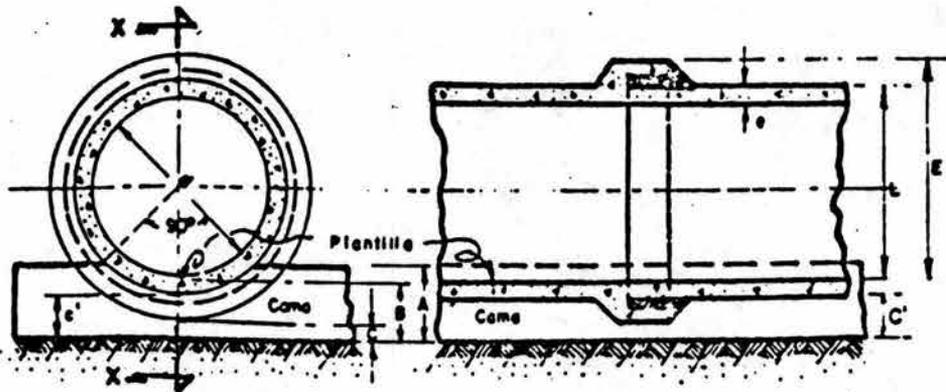
Para un D = 45 cm las "Especificaciones de la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado" de la S.A.H.O.P., indican que el colchón mínimo sobre el lomo del tubo debe ser igual a 90 cm por lo que la "Zanja" tiene las siguientes dimensiones:



**Revisión :**

Para realizar la revisión correspondiente que comprobara el buen funcionamiento del tramo entre dos pozos de visita, es indispensable tener el calculo de diversos gastos del flujo de agua, a fin de hacer trabajar la tubería con cantidades mínimas y máximas; para esto se deben tener el Gasto mínimo (Q<sub>min</sub>), Gasto máximo extraordinario (Q<sub>m.e.</sub>) y Gasto a tubo lleno (Q<sub>t.ll.</sub>); de acuerdo a las formulas obtenidas de las "Especificaciones de la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado" de la S.A.H.O.P.

$$Q_{min} = \frac{1}{2} Q_{med} \dots \dots \dots (1)$$



Ø	Comercial	Fabricación	A	B	C	C'	Espesores "e"				
							Tubo	Campana	Junta	"L"	E
15	15.2	8.0	6.9	2.9	5.3	1.6	1.2	1.3	16.8	19.3	
20	20.3	10.0	8.4	3.5	6.5	1.9	1.4	1.6	22.2	25.2	
25	25.4	11.0	8.8	3.4	6.6	2.2	1.7	1.6	27.5	30.9	
30	30.5	12.0	9.3	3.3	6.8	2.5	1.9	1.6	33.0	36.5	
38	38.1	14.0	10.7	3.5	7.5	3.2	2.4	1.6	41.3	46.3	
45	45.7	16.0	12.0	3.7	8.2	3.8	2.9	1.6	49.5	54.0	

Los valores de todas las columnas están expresados en cm.

**NOTAS.-**

- a.- Este tabla ha sido calculada para tuberías de concreto simple tipo normal (plaster) fabricadas de acuerdo con las especificaciones de la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado.
- b.- La cama deberá ser de un material que garantice dos condiciones:
  - 1o.- Facilidad en el acomodo de la tubería.
  - 2o.- Formar un encajado tal, que la carga del tubo en el terreno sea uniforme.
- c.- En ningún caso se aceptarán para C' valores menores de los indicados.

Este plano anula y sustituye el V.C.407  
Julio 1947

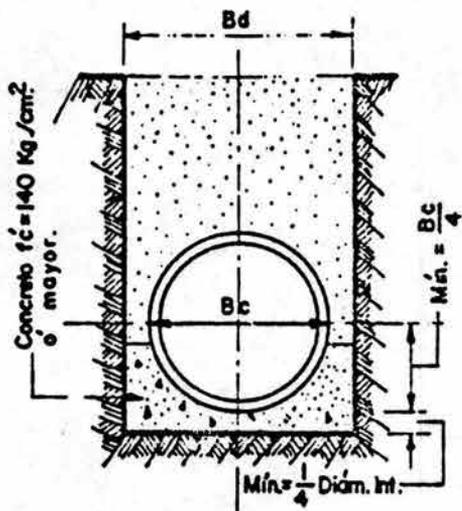
SECRETARÍA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PÚBLICAS  
SUBSECRETARÍA DE BIENES INMUEBLES Y OBRAS URBANAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADOS  
SUBDIRECCIÓN DE PROYECTOS

ALCANTARILLADO  
ESPESORES DE CAMA  
Diam. 15 y 45 cm.

Calcula: *[Signature]*  
ing. Javier Mancoba del C.  
Revisó: *[Signature]*  
Ing. Julio Vargas Romero  
Dibuja: *[Signature]*  
Benjamín Casanova Méndez  
Aprobó: *[Signature]*  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIENES INMUEBLES Y OBRAS URBANAS  
MEXICO, D.F. JUNIO DE 1970  
VC 1980

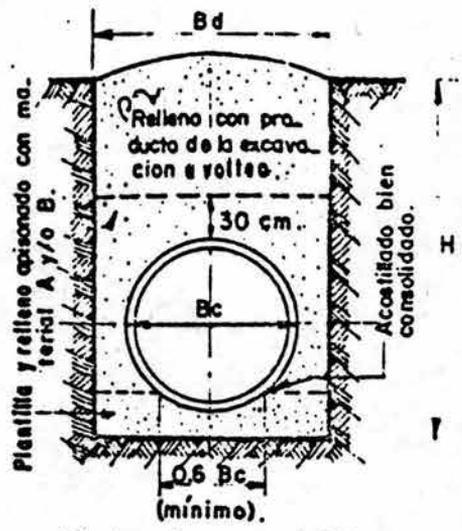
CUADRO III.4.2 ALCANTARILLADO, ESPESORES DE CAMA

**CAMA CLASE "A"**



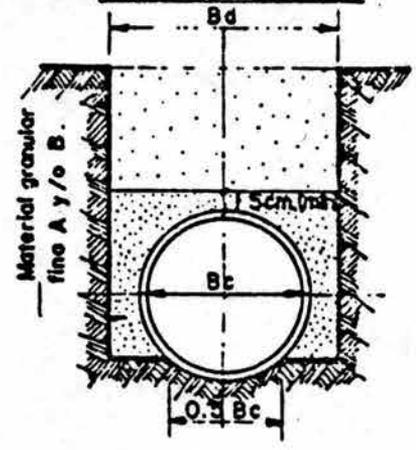
Factor de carga 2.25

**CAMA CLASE "B"**



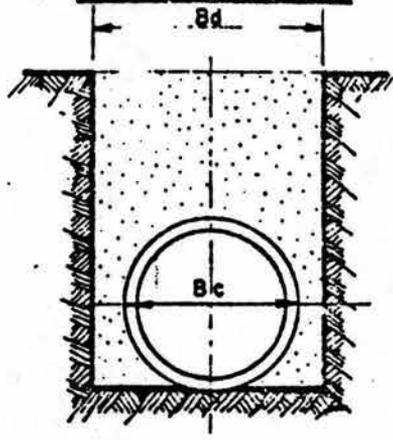
Factor de carga 1.90

**CAMA CLASE "C"**



Factor de carga 1.50

**CAMA CLASE "D"**



Factor de carga 1.10  
(Inadmisible)

**NOTA.** Para la instalación de tuberías se empleará la cama clase "B" y en casos especiales la cama clase "A".

SECRETARÍA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PÚBLICAS  
SUBSECRETARÍA DE BIENES INMUEBLES Y OBRAS ÚTILÍAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO  
SUBDIRECCIÓN DE PROYECTOS

ALCANTARILLADO  
**CLASES DE CAMA**

FORMO:   
ING. JULIO VARGAS ROMERO  
DIBUJO:   
BENJAMIN CASANOVA M.

REVISÓ:   
ING. LAURO REYNOSO Y.

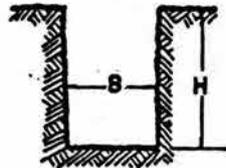
CONFIRMO:   
DIRECCIÓN GENERAL  
MEXICO, D.F. JUNIO DE 1979

APROBO:   
SUBSECRETARÍA DE BIENES INMUEBLES Y OBRAS ÚTILÍAS  
VC 1982

CUADRO III.4.3 ALCANTARILLADO, CLASES DE CAMA.

**DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE  
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO  
SUBDIRECCION DE PROYECTOS**

DIAM. INTERIOR TUBO (cm.)	ANCHO DE ZANJA "B" (cm.)
20	65
25	70
30	80
38	90
45	100
61	120
76	140
91	175
107	195
122	215
152	250
183	285
213	320
244	355



**NOTAS**

- 1.- Las tuberías que se instalen serán de juntas de macho y campana hasta 45 cm de diámetro y para diámetros mayores de espiga y caja.
- 2.- El colchón mínimo sobre el lomo del tubo debe ser de 90 cm., excepto en los sitios en que por razones especiales se indiquen en los planos otros valores.
- 3.- La profundidad mínima de la zanja será la que se obtenga sumando el colchón mínimo el diámetro exterior de la tubería y el espesor de la plantilla "C".
- 4.- En todas las juntas se excavarán conchas para facilitar el junteo de los tubos de macho y campana y la inspección de éstos.
- 5.- Es indispensable que a la altura del lomo del tubo, la zanja tenga realmente como máximo el ancho indicado, pero a partir de ese punto, puede dárseles a sus paredes el talud que se haga necesario para evitar el empleo de ademe.
- 6.- Si la Secretaría autorizara el empleo de un ademe provisional, el ancho de zanja deberá ser igual al indicado en la tabla más el ancho que ocupe el ademe.
- 7.- Los valores de "C" se indican en los planos V.C.1980 y V.C.1981.

Este plano aplica y sustituye al V.C.1182, Junio 1980

Formulador: *[Firma]*  
 Revisó: *[Firma]*  
 Dibuja: *[Firma]*  
 M. LAURENTE V. L. TORRES

SECRETARÍA DE ASUNTOS MUNICIPALES Y OBRAS PÚBLICAS	
SUBSECRETARÍA DE OBRAS MUNICIPALES Y OBRAS VARIAS	
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	
SUBDIRECCION DE PROYECTOS	
<b>ALCANTARILLADO</b>	
<b>ANCHO DE ZANJAS</b>	
Conforma: <i>[Firma]</i>	Revisó: <i>[Firma]</i>
Dibuja: <i>[Firma]</i>	Asesor: <i>[Firma]</i>
México, D.F. Junio de 1979	V.C.1979

Donde :

$$Q_{med} = \frac{\text{Población} \times \text{Aportación}}{86,400} \dots\dots\dots(2)$$

$$Q_{m.e.} = 1.5 MI$$

- Coeficiente de seguridad (1.5) : Se aplica al gasto máximo instantáneo, generalmente en los proyectos de redes de alcantarillado se considera un margen de seguridad de previniendo los excesos en las aportaciones que puede recibir la red por concepto de aguas pluviales domiciliarias, ó bien negras, producto de un crecimiento demográfico "explosivo".

- Coeficiente de variación máxima instantánea "coeficiente de Harmon" (MI) : Se aplica al gasto medio diario, el gasto máximo instantáneo de aguas negras se obtiene multiplicando este coeficiente, designado "M" (de máximo) por el gasto medio diario; se empleará hasta una población de 182 250 habitantes. Cuando la población es menor que la indicada se empleara la siguiente expresión :

$$Q MI = M \times Q_{med}$$

$$QMI = 3.10 \times 32.20 = 99.80$$

$$Q_{m.e.} = 1.5 \times Q MI = 1.5 \times 99.80 = 149.70 \text{ l.p.s.}$$

de acuerdo a la S.A.H.O.P.,  $Q_{m.e.} = Q_{diseño} \dots\dots\dots(3)$

por tanto :

$$Q_{m.e.} = 0.1497 \text{ m}^3/\text{seg} = 149.7 \text{ l.p.s.}$$

de cálculos realizados de la ecuación (2) :

$$Q_{med.} = 32.20 \text{ l.p.s.}$$

luego al sustituir (2) en (1) :

$$Q_{mín} = 16.10 \text{ L.P.S.}$$

Y para obtener el gasto a tubo lleno, hacemos :

$$Q_{t.ll.} = \text{Area} \times \text{Velocidad}$$

$$Q_{t.ll.} = [ 0.785(0.45)^2 ] \times 3 = 0.477 \text{ ( m}^3/\text{seg )}$$

$$Q_{t.ll.} = 477.13 \text{ l.p.s.}$$

Resumiendo :

$$Q_{mín.} = 16.10 \text{ l.p.s.}$$

Qm.e. = 149.7.00 l.p.s.

Qt.ll. = 477.13 l.p.s.

\* Velocidad mínima:

$$RQ = \frac{Q_{min}}{Q_{t.ll.}} = (\text{Relación del gasto del tubo parcialmente lleno a tubo lleno})$$

$$RQ = 0.034$$

Con este valor entramos al "Nomograma de Manning" CUADRO III.4.5 y III.4.6, de donde obtenemos :

$$\Rightarrow Rv = 0.43 \quad (\text{Relación de la velocidad de tubo parcialmente lleno a tubo lleno})$$

de acuerdo a la "S.A.H.O.P." :

$$V_{min} = (Rv) \times V = 0.43 \times 3.0$$

$$V_{min} = 0.43 \times 3.0 = 1.30 \text{ m/seg}$$

Como:

$$V_{min} < V_{max} = 3.0 \text{ m/seg} \\ \text{Normas}$$

====> Cumple con las Normas.

\* Velocidad Máxima:

$$RQ = \frac{Q_{max}}{Q_{t.ll.}} = 0.31$$

Del "Nomograma de Manning", ver CUADRO III.4.5 y III.4.6, de donde obtenemos : (Relación de la velocidad de tubo parcialmente lleno a tubo lleno)

de acuerdo a la S.A.H.O.P. :

$$V_{m\acute{a}x} = (Rv) \times V = 0.875 \times 3.0 = 2.625 \text{ m/seg}$$

$$\Rightarrow V_{max} = 0.875 \times 3.0 = 2.625 \text{ m/seg}$$

Como:

$$V_{max} < V_{max} = 3.0 \text{ m/seg} \\ \text{Normas}$$

====> Cumple con las Normas.

SE ACEPTA EL TRAMO, CON LAS DIMENSIONES CALCULADAS

TRAMO - 2

Ubicación : Cadenamiento 0 + 920 al 833.50

Flujo : 0 + 920 al 0 + 833.50

\* Pendiente Geometrica (SG):

$$SG = \frac{50.20 - 48.20}{86.50} = 0.023 = 23 \text{ Miliesimas}$$

\* Pendiente Hidraulica (SH):

Se calculo con la formula para calcular la velocidad de Manning, de acuerdo a las " Especificaciones de la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado " de la S.A.H.O.P.:

$$V = \frac{1}{n} \times S^{(1/2)} \times Rh^{(2/3)}$$

Sustituyendo datos :

$$V = \frac{1}{0.013} \times [(0.023)^{(1/2)} \times (\frac{0.45}{4})^{(2/3)}] = 2.72 \text{ m/seg}$$

De acuerdo a la S.A.H.O.P.:

$$V = 2.72 \text{ m/seg} < \begin{matrix} V_{max} \\ \text{Normas} \end{matrix} = 3.0 \text{ m/seg}$$

Se acepta que:

$$SH = SG$$

$$SH = \underline{23.0 \text{ Miliesimas}}$$

$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2}$$

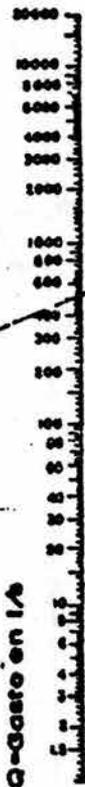
$$n = 0.013$$



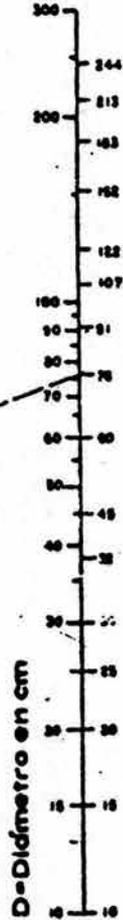
S = Pendiente hidráulica en milésimos



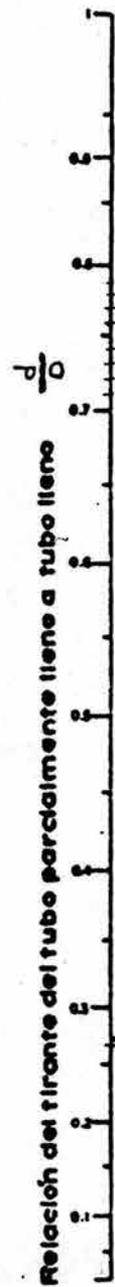
V = Velocidad en m/s



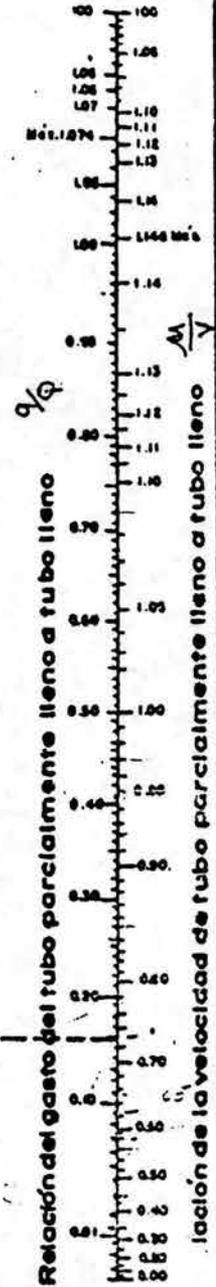
Q = Gasto en l/s



D = Diámetro en cm



Relación del tirante del tubo parcialmente lleno a tubo lleno  $\frac{d}{Q}$



Relación del gasto del tubo parcialmente lleno a tubo lleno  $\frac{q}{Q}$

Relación de la velocidad de tubo parcialmente lleno a tubo lleno  $\frac{V}{V}$

Ejemplo: D = 76 cm., con S = 2 milésimos, uniendo los puntos de estos datos se obtienen Q tubo lleno = 516 l/seg. y V tubo lleno = 1.14 m/seg.  
 Si circularan 80 l/seg. con S = 2 milésimos, se calcula:  $R_0 = \frac{80}{516} = 0.16$   
 que llevado a su escala permite obtener  $R_p = 0.73$  y  $R_v = 0.27$  mediante los cuales se calculan:  
 $V_{p, \text{parc. lleno}} = 1.14 \times 0.73 = 0.83 \text{ m. /seg.}$   
 $Q_{p, \text{parc. lleno}} = 0.27 \times 0.76 = 0.21 \text{ m.}$

<b>SAHOP</b>	SUBDIRECCION DE PROYECTOS
	ALCANTARILLADO
<b>NOMOGRAMA DE MANNING</b>	
n = 0.013	

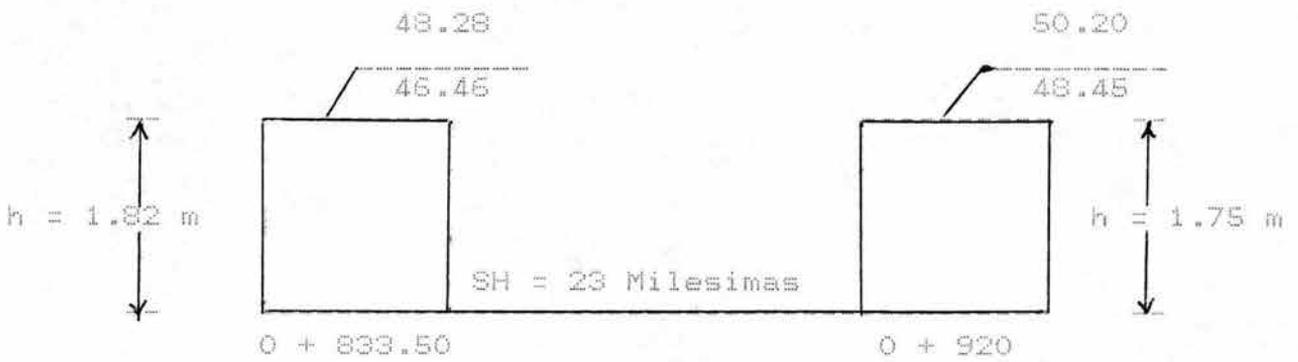
Conforme: *[Signature]*  
 Ing. Ulises *[Signature]*  
 Actualizó: Ing. Julio Vargas R.

Calcularon: Ingt. R. Poooco E. - Ruizman Revm. Ing. S. Lugo N.

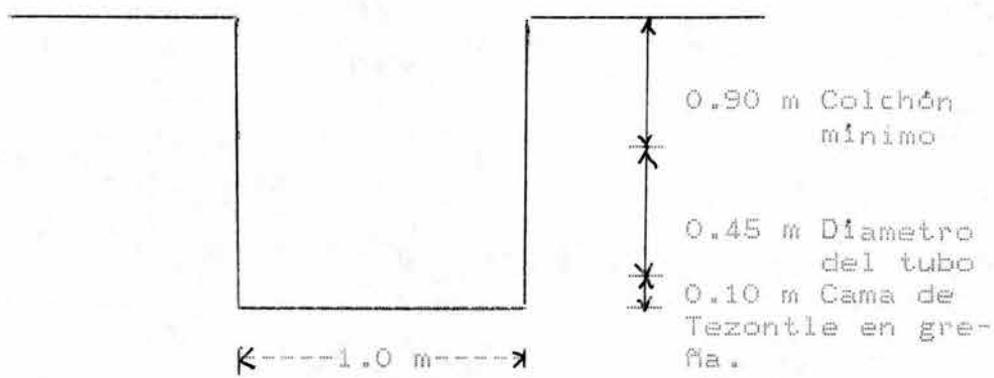
CUADRO III.4.5 ALCANTARILLADO, NOMOGRAMA DE MANNING (n=0.013).



De lo anterior y al hacer cálculos :



Para un  $D = 45$  cm las "Especificaciones de la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado" de la S.A.H.O.P. basandonos en los CUADROS III.4.2, III.4.3 y III.4.4, indican que el colchón mínimo sobre el lomo del tubo debe ser igual a 90 cm por lo que la "Zanja" tiene las siguientes dimensiones:



Revisión :

$$Q_{min} = \frac{1}{2} = Q_{med} \dots \dots \dots (1)$$

donde :

$$Q_{med} = \frac{\text{Población} \times \text{Aportación}}{86,400} \dots \dots \dots (2)$$

$$Q_{m.e.} = 1.5 \text{ MI}$$

$$\text{de acuerdo a las normas } Q_{m.e.} = Q_{diseño} \dots \dots \dots (3)$$

Por tanto :

$$Q_{m.e.} = 0.1497 \text{ m}^3/\text{seg} = 149.7 \text{ l.p.s.}$$

de cálculos realizados :

$$Q_{med} = 32.20 \text{ l.p.s.}$$

Luego al sustituir (2) en (1) :

$$Q_{min} = 16.10 \text{ L.P.S.}$$

Y para obtener el gasto a tubo lleno, hacemos :

$$Q_{t.ll.} = A_v = [ 0.785(0.45)^2 ] \times (2.72) = 0.432 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{t.ll.} = 432 \text{ l.p.s.}$$

Resumiendo :

$$Q_{min.} = 16.10 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{m.e.} = 149.7 \text{ l.p.s.}$$

$$Q_{t.ll.} = 432 \text{ l.p.s.}$$

\* Velocidad mínima:

$$RQ = \frac{Q_{min}}{Q_{t.ll.}} = (\text{Relación del gasto del tubo parcialmente lleno a tubo lleno})$$

$$RQ = 0.037$$

Con este valor entramos al "Nomograma de Manning", ver CUADRO III.4.5 y III.4.6, de donde obtenemos:

$$\Rightarrow R_v = 0.44 \text{ (Relación de la velocidad de tubo parcialmente lleno a tubo lleno)}$$

De acuerdo a la "S.A.H.O.P.", tenemos:

$$V_{min} = (R_v) \times V = 0.44 \times 2.72$$

$$V_{min} = 0.44 \times 2.72 = 1.20 \text{ m/seg}$$

Como:

$$V_{min} < V_{max} = 3.0 \text{ m/seg} \\ \text{Normas}$$

\(\Rightarrow\) Cumple con las Normas

\* Velocidad Máxima:

$$RQ = \frac{Q_{max}}{Q_{t.ll.}} = 0.35$$

Del "Nomograma de Manning", ver CUADRO III.4.5 y III.4.6, de donde obtenemos:

==>  $R_v = 0.92$  (Relación de la velocidad de tubo parcialmente lleno a tubo lleno)

De acuerdo a la S.A.H.O.P. :

$$V_{m\acute{a}x} = (R_v) \times V = 0.92 \times 2.72 \text{ m/seg}$$

$$\Rightarrow V_{max} = 0.92 \times 2.72 = 2.50 \text{ m/seg}$$

Como:

$$V_{max} < V_{max} = 3.0 \text{ m/seg}$$

Normas

==> Cumple con las Normas.

### SE ACEPTA EL TRAMO, CON LAS DIMENSIONES CALCULADAS

Todos los tramos fueron calculados de manera similar de acuerdo a las " Especificaciones de la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado " de la S.A.H.O.P. y se vaciarón los datos obtenidos en los Cuadros III.4.7 y III.4.8

Las alcantarillas son obras de cruce, que son llamadas también de drenaje transversal, estas tienen que dar paso rápido al agua, que al no poder desviarse en otra forma tenga que cruzar de un lado a otro camino. Para analizar la forma de la alcantarilla se tomó en consideración que la corriente con la normal al eje del camino formaban un ángulo de  $15^\circ$  por lo que fue preferible alinear la alcantarilla con el fondo del arroyo aun a expensas de resultar una obra más larga y costosa que si se construyera de manera normal al camino, la razón es fundamentalmente para evitar daño a la estructura por el cambio brusco de dirección que trae el agua, la cual podría ser muy perjudicial si ésta golpea en forma directa a la alcantarilla provocándole problemas de erosión, sin embargo con la inclinación esta fuerza se contrarresta.

La cama del tubo con 10 cm de espesor deberá ser de tezontle en greffa, a fin de dar la pendiente calculada dependiendo de las características del terreno para cada tramo. Como protección se tendrá de acuerdo con Normas 90 cm de colchón mínimo apartir del lomo del tubo, de tal manera que se eviten daños a la tubería.

Las estructuras de descarga tales como las alcantarillas, conexiones de albañal a la nueva red de alcantarillado se basarón para su diseño en las " Especificaciones de la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado " de la S.A.H.O.P. tales como los CUADROS III.4.9. y CUADROS III.4.10..

Para dar un buen mantenimiento en caso de sufrir estancamientos u obstrucciones en la red de tubería estas se conectarán por medio de pozos de visita, para realizar con estos las revisiones o reparaciones a la red de la mencionada tubería.

CUADRO III.4.7

TRAMO No.	CADENAMIENTO	FLUJO	PENDIENTE HIDRAULICA (MILESIMAS)	LONGITUD DEL TRAMO	DIAMETRO DEL TUBO
1	0 + 200 al 0 + 293	0 + 200 al 0 + 293	1.2	93	45
2	0 + 920 al 0 + 833.50	0 + 920 al 0 + 833.50	2.3	86.50	45
3	0 + 833.50 al 0 + 783	0 + 833.50 al 0 + 783	10.7	50.50	45
4	0 + 783 al 0 + 720	0 + 783 al 0 + 720	8.8	63	45
5	0 + 720 al 0 + 700	0 + 720 al 0 + 700	6.0	20	45
6	0 + 700 al 0 + 658	0 + 700 al 0 + 658	2.62	42	45
7	0 + 658 al 0 + 600	0 + 658 al 0 + 600	2.10	58	45
8	0 + 600 al 0 + 520	0 + 600 al 0 + 520	1.50	80	45
9	0 + 520 al 0 + 420	0 + 520 al 0 + 420	1.20	100	45
10	0 + 420 al 0 + 380	0 + 420 al 0 + 380	5.00	40	45
11	0 + 380 al 0 + 340	0 + 380 al 0 + 340	13.25	40	45
12	0 + 340 al 0 + 305.30	0 + 340 al 0 + 305.30	4.32	37.40	45

CUADRO III.4.8

TRAMO No.	CADENAMIENTO	POZO ELEVACION DE TERRENO	DE VISITA ELEVACION DE PLANTILLA	POZO DE VISITA: COMUN O ESPECIAL
1	0 + 200 al	47.27	45.52	COMUN
	0 + 293	47.27	45.40	COMUN
2	0 + 920 al	50.20	48.45	COMUN
	0 + 833.50	48.28	46.45	COMUN
3	0 + 833.50 al	48.20	46.45	COMUN
	0 + 783	47.66	45.91	COMUN
4	0 + 783 al	47.66	45.91	COMUN
	0 + 720	47.10	45.35	COMUN
5	0 + 720 al	47.10	45.35	COMUN
	0 + 700	47.10	45.23	COMUN
6	0 + 700 al	47.10	45.23	COMUN
	0 + 658	46.87	45.12	COMUN
7	0 + 658 al	46.87	45.12	COMUN
	0 + 600	46.75	45.00	COMUN
8	0 + 600 al	46.75	45.00	COMUN
	0 + 520	47.00	44.88	COMUN
9	0 + 520 al	47.00	44.88	COMUN
	0 + 420	47.30	44.76	COMUN
10	0 + 420 al	47.30	44.76	COMUN
	0 + 380	47.10	45.35	COMUN
11	0 + 380 al	47.10	45.35	COMUN
	0 + 340	46.82	44.82	ESPECIAL
12	0 + 340 al	46.82	44.82	COMUN
	0 + 305.30	46.82	44.67	COMUN

Los pozos de visita son estructuras construidas sobre las tuberías, a cuyo interior se tiene acceso por la superficie de la calle. Su forma es cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior, son suficientemente amplias para darle paso a un hombre y permitirle maniobrar en su interior. El piso es una plataforma en la cual se han hecho canales que prolongan los conductos y encauzan sus corrientes. Una escalera de peldaños de fierro fundido empotrados en las paredes del pozo permite el descenso y ascenso al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado. Los pozos de visita que se construyeron para nuestra red de alcantarillado tienen las dimensiones de la FIGURA III.4.1, basandonos en las especificaciones de la S.A.H.O.P. de los CUADROS III.4.11 y III.4.12.

Estos pozos de visita llevan un brocal de fierro fundido que protege su desembocadura a la superficie y una tapa perforadora, también de fierro fundido que cubre perfectamente la boca del pozo de visita, estos son construidos de acuerdo a las Especificaciones de la S.A.H.O.P., como lo marca el CUADRO III.4.13.

Los volúmenes adecuados de excavación que deben realizarse también fueron basados en las especificaciones de la S.A.H.O.P. ver CUADRO III.4.14; aunque para efectos de volúmenes reales estos fueron medidos en campo.

En realidad el diseño del drenaje no tiene mayor complejidad ya que se aprovechó el existente, el cual es suficiente para alejar el agua del camino.

En el Croquis III.4.1 se ubican las obras de drenaje a lo largo de la ampliación en la vialidad Chalma de Guadalupe.

# CALZADA DE CHALMA-GUADALUPE

## OBRAS DE DRENAJE

### S I M B O L O G I A

▣ ALCANTARILLA

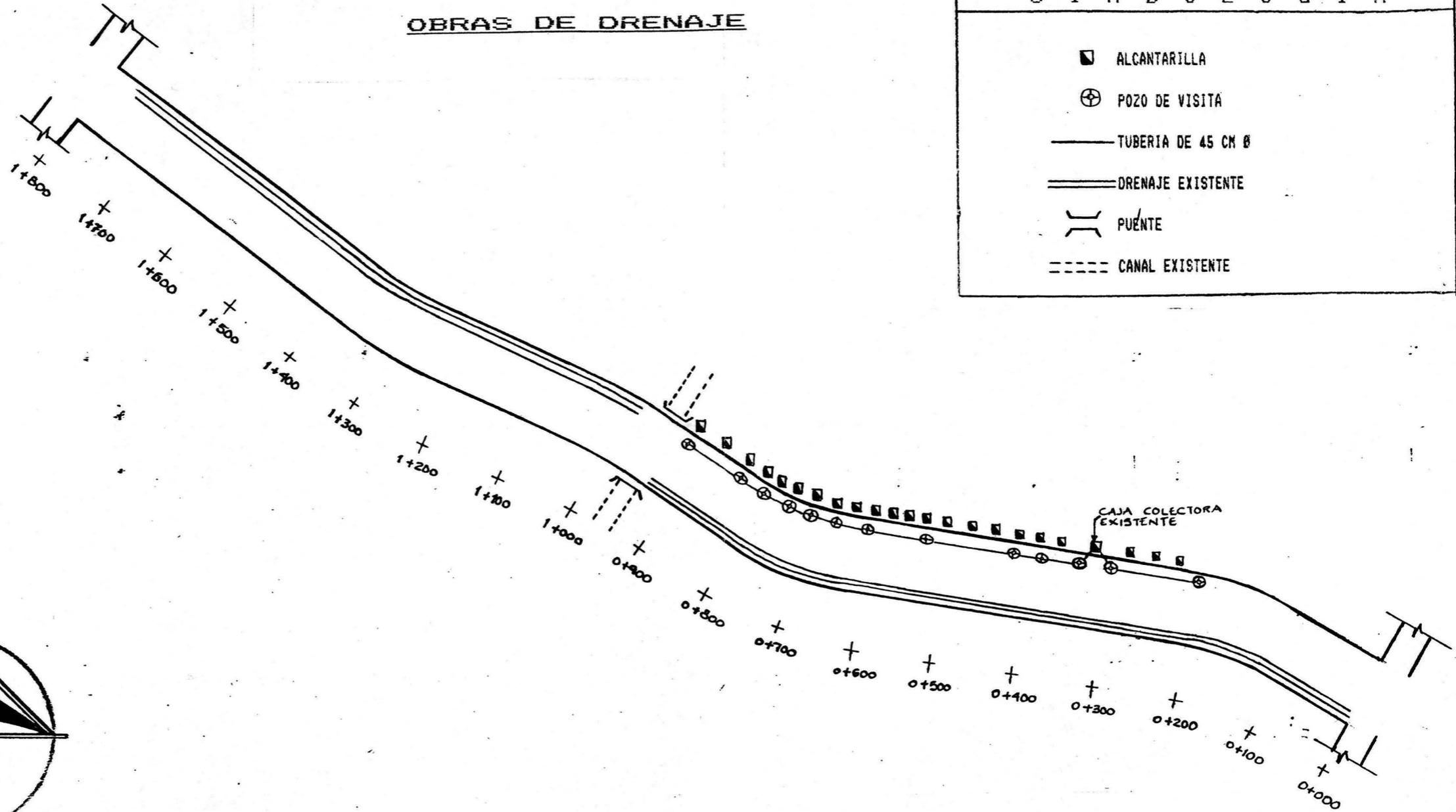
⊕ POZO DE VISITA

— TUBERIA DE 45 CM Ø

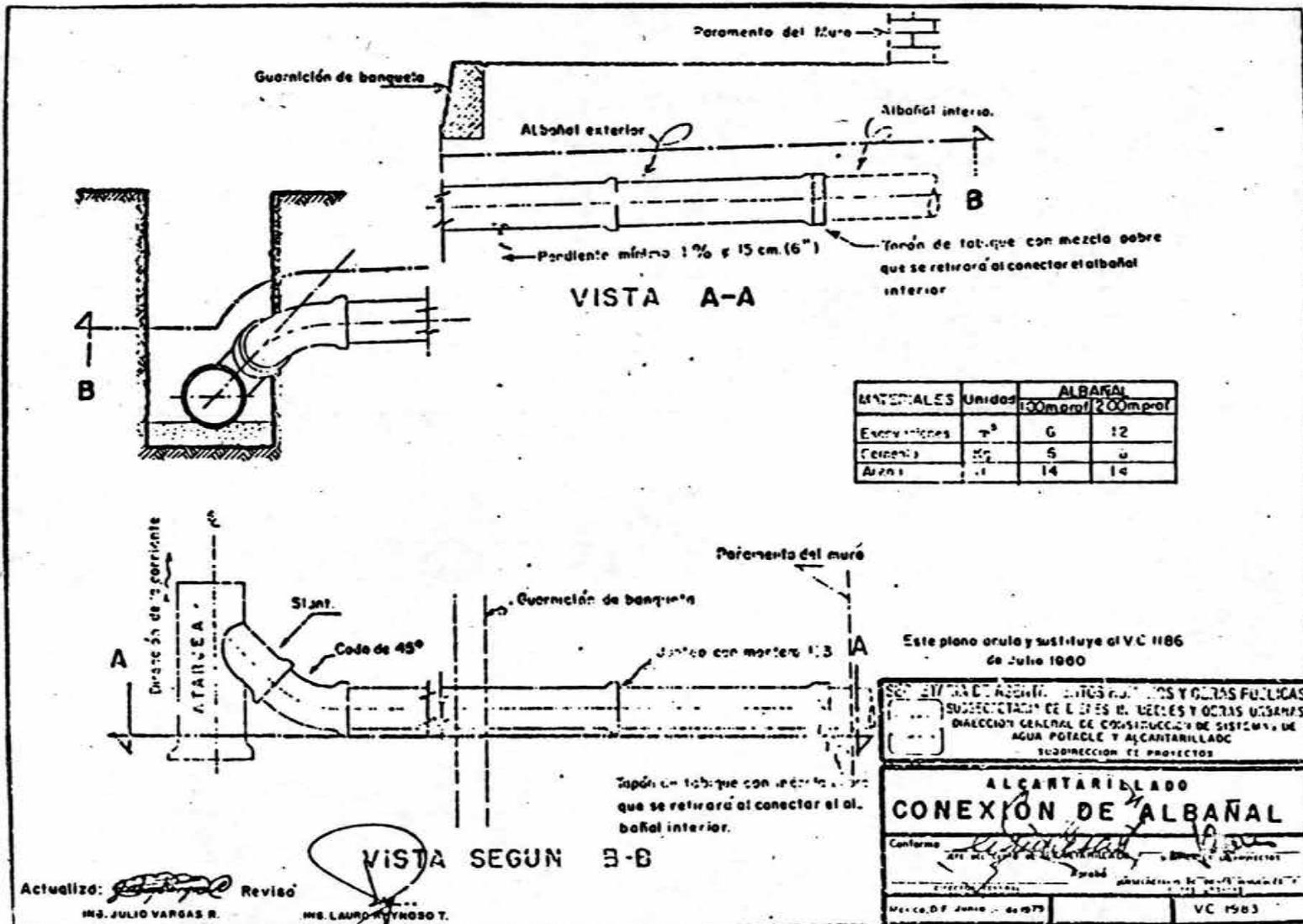
== DRENAJE EXISTENTE

∩ PUENTE

--- CANAL EXISTENTE

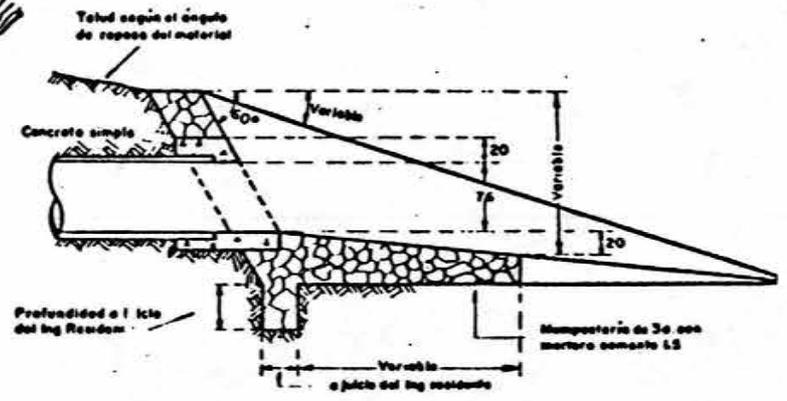
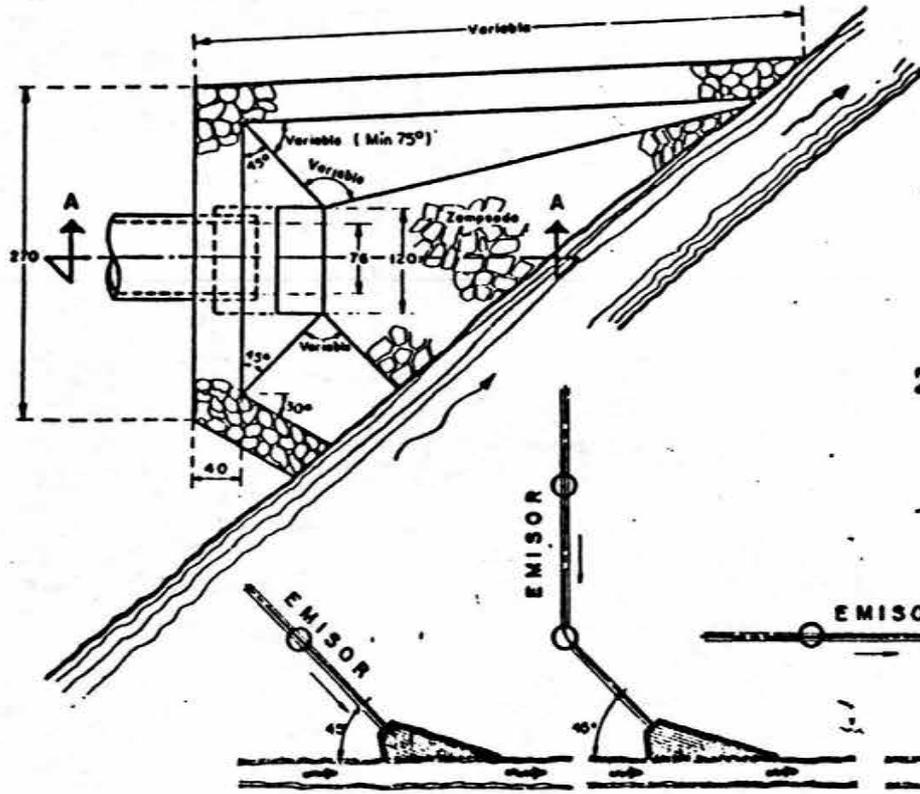


U.N.A.M.  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CROQUIS III.4.1



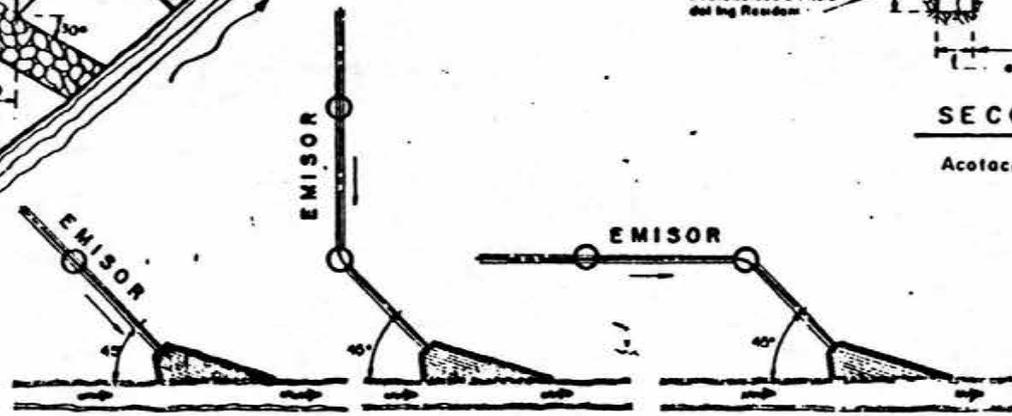
CUADRO III.4.10 ALcantarillado, ESTRUCTURA DE DESCARGA ESVIAJADA,  
 TUBERIAS HASTA 76 CM DE DIAMETRO.

**PLANTA**



**SECCION A-A**

Acotaciones en centímetros



**CORRIENTE SUPERFICIAL**

Proyectó:  
 Ing Alfonso Muñoz Pardo  
 Dibujo:  
 Julio Bata  
 Junio de 1961

Actualizó:  
 Ing Julio Vargas Romero

Este plano anula y sustituye al V.C.1311

SECRETARIA DE ASISTENCIA SOCIAL Y OBRAS PUBLICAS  
 SUBSECRETARIA DE BEBIDAS MINERALES Y OBRAS URBANAS  
 DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO  
 SUPERVISION DE PROYECTOS

**ALCANTARILLADO**  
**ESTRUCTURA DE DESCARGA ESVIAJADA**  
**TUBERIAS HASTA 76 CM DE DIAMETRO**

Fecha: 07 Junio de 1975

VC 1995

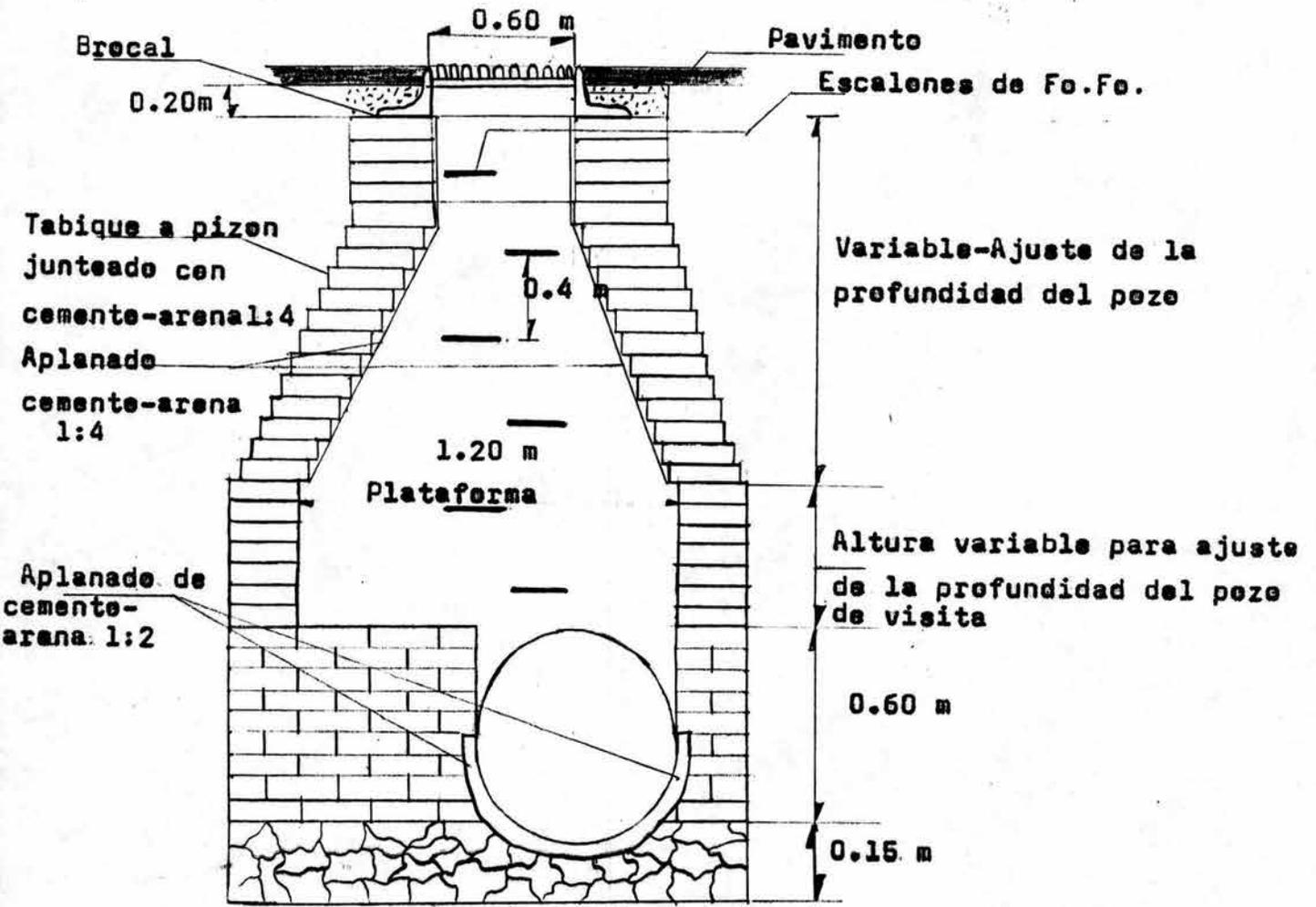
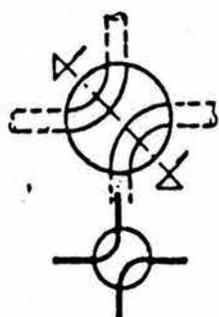
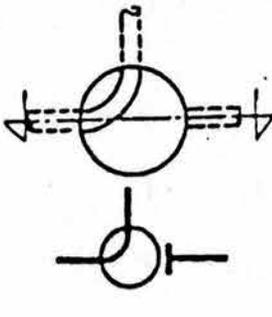


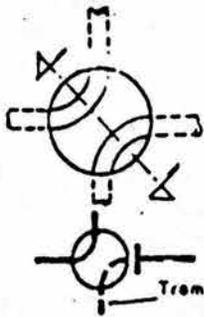
FIGURA III.4.1 DIMENSIONES DE POZO DE VISITA.



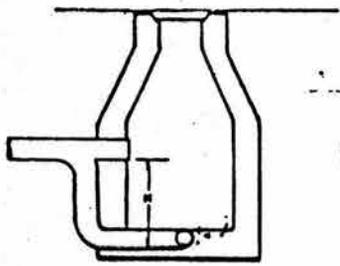
H: no debe ser mayor de 0.40m.



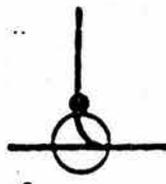
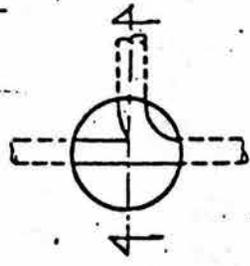
H: no debe ser menor de d. 1 más alto que 2



Pozo para cabezo provisional. Se hace medio caño. H: no mayor de 0.40 m.



Pozo con caída adosada H, no mayor de 2.00m. Caídas menores de 0.50m. se construirán directos al pozo.



NOTA - La disposición indicada para las plantillas de las tuberías, tiene por objeto permitir el acceso de los equipos de limpieza y facilitar las maniobras al personal de mantenimiento.

Actualizo: *[Signature]*  
 Reviso: *[Signature]*  
 ING. LAMAR REYNOSO T.      DIBUJOS *[Signature]*      L. G. SOMA K.

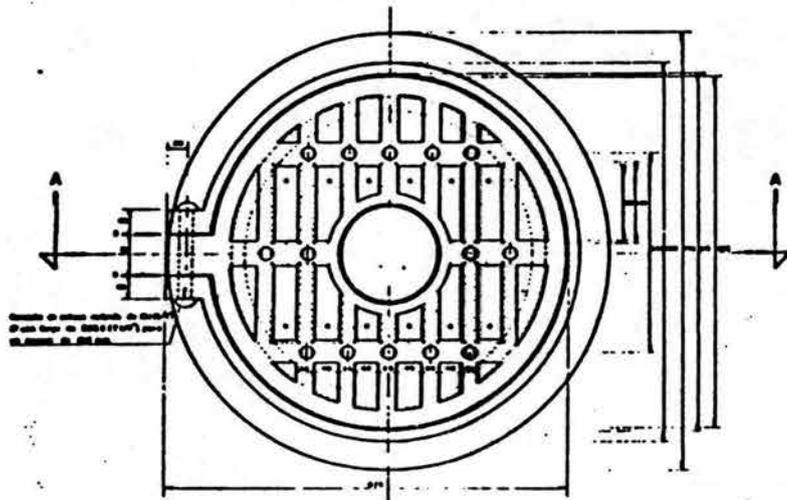
Este plano anula y sustituye al V.C. 968 de Sept. 1956

SECRETARÍA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PÚBLICAS	SECRETARÍA DE BIENES INMUEBLES Y OBRAS VARIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	
SUBDIRECCIÓN DE PROYECTOR	
<b>ALCANTARILLADO</b>	
<b>DISPOSICIÓN DE PLANTILLAS EN POZOS DE VISITA</b>	
Proyecto: <i>[Signature]</i>	Revisión: <i>[Signature]</i>
PROYECTOR GENERAL	
INGENIEROS Y TÉCNICOS	
México, D.F. Junio de 1979	V.C. 1984

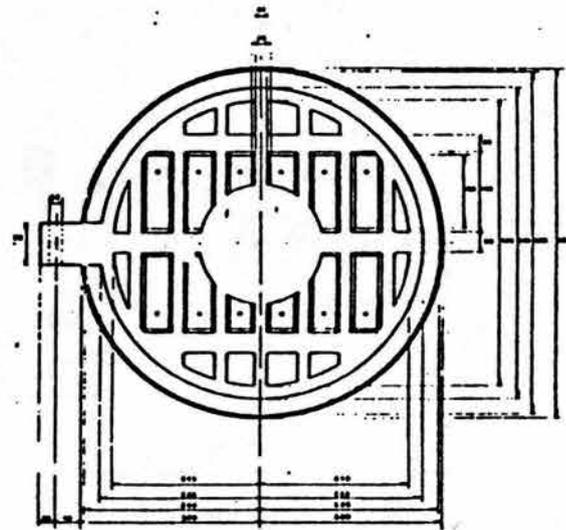
CUADRO III.4.11 ALCANTARILLADO, DISPOSICION DE PLANTILLAS EN POZOS DE VISITA.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

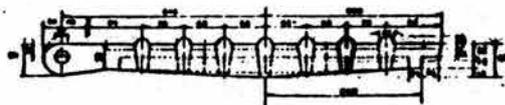




PLANTA



VISTA INFERIOR DE LA TAPA



CORTE A-A DE LA TAPA



CORTE A-A DE LA BASE

Este plano anula y sustituye el V.C.1254  
Nov 1960

NOTAS

- 11 Aplicaciones en memoria
- 23 La función del uso de primera
- 24 a indica con Lata

Peso del brocal 72 Kg  
Peso de la tapa 67 Kg  
Peso conjunto 139 Kg

ESCALA GRAFKA



SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS	
SUBSECRETARIA DE BIENES INMUEBLES Y OBRAS LABRANAS	
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	
SUBDIRECCION DE PROYECTOS	
<b>ALCANTARILLADO</b>	
<b>BROCAL Y TAPA DE FO.FO.</b>	
Caratula	V.C. 1254
V.C. 1254	

**TABLA DE VOLUMENES DE EXCAVACION Y PLANTILLA EN M.<sup>3</sup>  
POR METRO DE TUBERIA A INSTALAR**

CUADRO III.4.14 ALCANTARILLADO, VOLUMENES DE EXCAVACION Y PLANTILLA.

TIPO DE JUNTA	DIAMETRO (cm.)	ANCHO DE ZANJA (m.)	PLANTILLA o CAMA			PROFUNDIDAD DE INSTALACION DE LA PLANTILLA DEL TUBO (m.)												
			ESPESORES (m.)		Volumen (m. <sup>3</sup> )	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00
			A	B														
JUNTA DE MACHO Y CAMPANA	15	0.60	0.069	0.08	0.048	0.641	0.941	1.241	1.541	1.841	2.141	2.441	2.741	3.041	3.341	3.641	3.941	4.241
	20	0.65	0.084	0.10	0.063	0.705	1.030	1.355	1.680	2.005	2.330	2.655	2.980	3.305	3.630	3.955	4.280	4.605
	25	0.70	0.088	0.11	0.077		1.112	1.462	1.812	2.162	2.512	2.862	3.212	3.562	3.912	4.262	4.612	4.962
	30	0.80	0.093	0.12	0.096		1.274	1.674	2.074	2.474	2.874	3.274	3.674	4.074	4.474	4.874	5.274	5.674
	38	0.90	0.107	0.14	0.126		1.446	1.896	2.346	2.796	3.246	3.696	4.146	4.596	5.046	5.496	5.946	6.396
	45	1.00	0.120	0.16	0.160		1.620	2.120	2.620	3.120	3.620	4.120	4.620	5.120	5.620	6.120	6.620	7.120
JUNTA DE CAJA Y ESPIGA	61	1.20	0.096	0.14	0.168			2.515	3.115	3.715	4.315	4.915	5.515	6.115	6.715	7.315	7.915	8.515
	76	1.40	0.108	0.17	0.238			2.951	3.651	4.351	5.051	5.751	6.451	7.151	7.851	8.551	9.251	9.951
	91	1.75	0.110	0.19	0.333				4.568	5.443	6.318	7.193	8.068	8.943	9.818	10.693	11.568	12.443
	107	1.95	0.127	0.22	0.429				5.123	6.098	7.073	8.048	9.023	9.998	10.973	11.948	12.923	13.898
	122	2.15	0.143	0.25	0.538				5.682	6.757	7.832	8.907	9.982	11.057	12.132	13.207	14.282	15.357
	152	2.50	0.167	0.30	0.750					7.918	9.168	10.418	11.668	12.918	14.168	15.418	16.668	17.918
	183	2.85	0.200	0.36	1.026						10.545	11.970	13.395	14.820	16.245	17.670	19.095	20.520
	213	3.20	0.223	0.41	1.312						11.914	13.514	15.114	16.714	18.314	19.914	21.514	23.114
	244	3.55	0.247	0.46	1.633							15.077	16.852	18.627	20.402	22.177	23.952	25.727

**NOTAS -**

- Los espesores "A" considerados para calcular los volúmenes de las plantillas (cama) se dan en los planos V.C.1980 y V.C.1981
- La profundidad de excavación para la zanja se obtiene sumando la profundidad de proyecto de la plantilla del tubo (elev. de terreno - elev. de plantilla tubo), el valor de "B" dado en esta tabla (espesor del tubo + espesor de ... dado en los planos V.C.1980 y V.C.1981)

Elaborado por: *[Firma]* Revisó: *[Firma]*  
ING. JULIO VARGAS ROMERO    ING. LAURO RIVERA

Supervisor: *[Firma]*  
LLODANAH

ESTA TABLA ANULA Y SUSTITUYE AL VC 1266 de Nov 1960

SECRETARIA DE RESENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS	
SUBSECRETARIA DE BIENES INMUEBLES Y OBRAS URBANAS	
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	
ALCANTARILLADO	
VOLUMENES DE EXCAVACION Y PLANTILLA	
Confirma: <i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>
Mexico, D.F. Agosto de 1979	

V.C. 1997

**CAPITULO IV**

---

**PRESUPUESTO**



#### IV.- PRESUPUESTO

El presupuesto de una obra es la determinación del monto total de las erogaciones necesarias para llevar a cabo la ejecución de la misma por parte del constructor, y si este es una empresa privada, deberá incluir su utilidad. Se obtiene de multiplicar el volumen de proyecto de cada concepto por su precio unitario y efectuando la suma de todos. Este debe llenar las siguientes condiciones:

- Que cada parte de la obra corresponda a un concepto o grupo de conceptos de trabajo bien definidos.
- La descripción de estos conceptos debe permitir obtener una idea clara y precisa del trabajo a que se refiere.
- Los análisis de precios unitarios deben ser claros y sencillos.

Los presupuestos varían durante el desarrollo de la obra, debido a las siguientes causas:

- Trabajos extraordinarios.
- Modificación de los volúmenes de proyecto.
- Actualización de precios unitarios.

De lo anterior se determina que el presupuesto es el cálculo del importe de una obra previo a su construcción, dicho presupuesto se hace en base a un estimativo de cantidades de obra, así como de precios unitarios de conceptos de trabajo o de parámetros de costos de partidas en que se divida la ejecución de la obra en cuestión.

Es importante mencionar que un presupuesto involucra todos aquellos factores que influyen en la realización de una obra, dentro de éstos los más significativos son: materiales, mano de obra, gastos administrativos y finalmente maquinaria. Los cuales se agrupan para mayor facilidad en los apartados que conforman el presupuesto éstos son: costo directo y costo indirecto.

El cargo a costo directo es aplicable al concepto de trabajo, que se deriva de las erogaciones por mano de obra, materiales, maquinaria, herramienta e instalaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto.

En cuanto a los costos indirectos, éstos corresponden a los gastos generales necesarios para la ejecución de la obra, no incluidos en los costos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales de organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, administración, financiamiento y prestaciones sociales correspondientes al personal directivo y administrativo y las regalías que procedan, en su caso por el uso de patentes. Dichos costos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Este porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo el resultado de esa suma entre el costo total directo de la obra de que se trate.

Por lo tanto dentro del costo directo se agrupan los factores más representativos:

- 1.- Materiales.
- 2.- Mano de obra.
- 3.- Equipo y herramienta.

Sabiendo los factores del costo directo, a continuación se enlistan los gastos generales que deberán tomarse en consideración, para integrar el costo indirecto.

- 1.- Horarios, sueldos y prestaciones.
  - 1.1.- Personal directivo.
  - 1.2.- Personal técnico.
  - 1.3.- Personal administrativo.
  - 1.4.- Personal en tránsito.
  - 1.5.- Cuota patronal del seguro social.
- 2.- Depreciación, mantenimiento y rentas.
  - 2.1.- Edificios locales.
  - 2.2.- Campamentos.
  - 2.3.- Talleres.
  - 2.4.- Bodegas.
  - 2.5.- Instalaciones generales.
  - 2.6.- Muebles y encerados.
- 3.- Servicios.
  - 3.1.- Depreciación o renta, operación y vehículos.
  - 3.2.- Laboratorio de campo.
- 4.- Fletes y acarreos.
  - 4.1.- De campamentos.
  - 4.2.- De equipo de construcción.
  - 4.3.- Mobiliario.
- 5.- Gastos de oficina.
  - 5.1.- Papelería y útiles de escritorio.

- 5.2.- Correos, teléfonos, telégrafos y radio.
- 5.3.- Copias y duplicados.
- 5.4.- Luz, gas y otros consumos.
- 5.5.- Gastos de concurso.
- 6.- Fianza y financiamientos.
- 6.1.- Seguros.
- 6.2.- Primas por fianza.
- 6.3.- Intereses por financiamiento.
- 7.- Trabajos previos y auxiliares.
- 7.1.- Construcción y conservación de caminos de acceso.

#### IV.1 VOLUMENES DE OBRA

A continuación se pretende dar una descripción del catálogo de conceptos para la obra en cuestión, el primer punto a tratar es que dicho catálogo se divide en 5 partidas, las cuales engloban conceptos afines a ellas, además de los subconceptos que se deriven de éstos.

Cabe hacer mención que el formato de un catálogo de conceptos debe contener por partida lo que es la unidad, cantidad, precio unitario e importe. Donde la unidad es la medida en que se realizara el concepto de trabajo a ejecutar tales son metro, metro lineal, metro cuadrado, metro cubico, litros, kilogramos o toneladas, etc., dependiendo de la cantidad a medir. La cantidad es el cierto numero de unidades. El precio unitario se define como la suma de los costos directos, utilidad, más los costos indirectos de un concepto de trabajo. El importe es el considerado al costo del concepto (Multiplicando la cantidad por el P.U.).

#### CATALOGO DE CONCEPTOS

A continuación se describe el catalogo de conceptos autorizado por la Deleg. Gustavo A. Madero, para la ejecución de la ampliación de la vialidad.

En este subcapitulo se describen en el catálogo de conceptos las cantidades de obra de los diferentes conceptos involucrados en la realización de la misma. Los volúmenes que aparecen, son los que se tomaron en cuenta para realizar el presupuesto base. Es necesario indicar que se le llama presupuesto base porque los volúmenes pueden decrecer o aumentar, trayendo con esto que el presupuesto varía en la misma proporción.

Con objeto de dar una visión más clara del comportamiento del presupuesto. En el catálogo de conceptos aparecen identificadas las variantes en los volúmenes. En ella es evidente recalcar que el presupuesto base se incrementó, esto se debe a que los volúmenes de obra tendieron a ser más altos que los estimados.

Adicional al presupuesto base se incorpora el concepto por obras inducidas o aquellos trabajos o conceptos no considerados. Es notable remarcar que este tipo de obras influyen de una manera directa a que el presupuesto base se eleve, para el caso de la calzada éste fue considerable debido a la relevancia y alta complejidad de ejecución.

Es necesario hacer notar que los conceptos descritos anteriormente sólo involucran a los de catálogo del presupuesto base. La razón de las anteriores reflexiones hacen notar que el catálogo de conceptos no debe considerarse como algo obsoleto, si bien, no es exacto, es aproximado.

Obra: Corredor Ecológico Chalma-Guadalupe  
 Descripción: Construcción de Guarniciones, banquetas(7200 m2) y  
 carpeta asfáltica(21600 m2).  
 Ubicación: Chalma-Guadalupe entre Cuautepec y Río San Javier.

#### CATALOGO DE LA VIALIDAD DE CHALMA-GUADALUPE

TABLA IV.1.1

C O N C E P T O					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
<b>PRELIMINARES</b>					
AF13DC	Trazo y nivelación de terreno para vialidad con aparato incluye trompos, cal, hilo, estacas, puentes, el suministro de los materiales y la mano de obra.	m2	60,000	0.36	21,600.00
AF13DC	Trazo y nivelación de terreno para banqueta con aparato incluye trompos, cal, hilo, estacas, puentes, el suministro de los materiales y la mano de obra.	m2	7,200	0.36	2,592.00

## TERRACERIAS

BG22BC	Excavación por medios mecánicos en caja todas las zonas, incluyendo corte y acamellonado del material, con acarreo libre de 20 m. en seco volumen medido en banco, material II.	m3	7,000	2.41	16,870.00
BN16BB	Acarreo en camión con carga mecánica de material producto de la excavación, medido compacto primer kilómetro.	m3	7,000	1.20	8,400.00
BN16BC	Acarreo kilómetro subsecuentes(20).	m3 km	182,000	0.60	109,200.00
QB13BB	Escarificado, renivelación y compactación de terreno en forma mecánica al 90% proctor, incluyendo incorporación de agua.	m2	14,000	0.72	10,080.00
QB12BB	Mejoramiento de terracerias con tepetate en capas no mayores de 20 cm.de espesor, compactadas al 90% de su P.V.S.M. incluyendo afine, extendido, compactación y agua necesaria. Medido compacto.	m3	2,800	11.59	32,452.00
QD12BB	Suministro y colocación de base de grava cementada controlada tendida y compactada con maquinaria al 90% de su P.V.S.M. en capas no mayores de 15 cm.de espesor (P.V.S.M. entre 1850 a 1950 kg/m3), incluyendo agua e incorporación medido compacto.	m3	2,800	23.02	64,456.00
QF12BB	Barrido de base previo al riego de impregnación.	m2	14,000	0.24	3,360.00
QB13BB	Escarificado, renivelación y compactación de la subrasante en forma mecánica al 90% proctor, incluyendo incorporación de agua.	m2	8,000	0.72	5,760.00

S/C	Mejoramiento de terrazas con tepetate en capa de 10 cm. de espesor, compactada por medios mecánicos al 90% de su P.V.S.M. incluyendo afine, extendido, compactación y agua necesaria. Para banquetas	m2	800	2.05	1,640.00
BN16BB	Acarreo en camión con carga mecánica de material producto de la excavación, medido compacto primer kilómetro.	m3	8,600	1.20	10,320.00
BN16BC	Acarreo kilómetros subsecuentes(20).	m3 km	172,000	0.60	103,200.00
QB12BC	Acarreo kilómetros subsecuentes(20) de tepetate en zona suburbana.	m3 km	16,000	0.60	9,600.00
QD12BD	Acarreo kilómetros subsecuentes (50) de base de grava cementada en zona suburbana.	m3 km	140,000	0.60	84,000.00
QH12CC	Incremento por kilómetro subsecuente de acarreo de carpeta de 7.5 cm. de espesor (50 km).	m3 km	105,000	0.60	63,000.00
S/C	Mejoramiento de terrazas con tepetate en capa de 10 cm. de espesor, compactada por medios mecánicos al 90%.	m2	520	2.05	1,066.00
BG22BC	Excavación por medios mecánicos a cielo abierto de 0.00 a 2.00 m. en terreno zona II tipo "B", incluyendo corte y acamellonado del material, con acarreo libre a 20.00 m. volumen medido en banco.	m3	1,820	2.99	5,441.00
QB12BB	Mejoramiento de terrazas con tepetate en capas no mayores de 20 cm. de espesor, compactadas al 90% de su P.V.S.M. incluyendo afine, extendido, compactación y agua necesaria. Medido compacto.	m3	1,040	11.59	12,053.00

## OBRAS DE DRENAJE

BF14CB	Excavac. a mano en zanja para arenero y albañal, zona "B" clase II en seco, medido en banco, incluye afiné, traspaleos y extracción a borde de zanja de 0.00 a 2.00 m. de profundidad.	m3	907.20	9.61	8,718.19
BF14CB	Excavación a mano en cepa, zona "B" clase II en seco, medido en banco, incluye afiné, traspaleos y extracción a borde de zanja de 0.00 a 2.00 m. prof.	m3	9,000	9.57	86,990.00
S/C	Suministro y colocación de tubo arenero de concreto simple para coladera pluvial de 38 cm. de diámetro (FYCSA, DYN ó similar), x 1 m. de profundidad, incluye herramienta, material, mano de obra y todo lo necesario para su colocación.	Pza	160	36.54	5,846.40
HH12BC	Sum. y col. de albañal con tubo de concreto simple de 15 cm. de diám. (PICSA, DYN ó similar), para conectar arenero con atarjea incluye : Trazo, prep. de fondo para que el tubo apoye en su cuadrante inferior, tendido y junteo de tubo c/mort.cem-arena 1:4.	ml	1,150	10.36	11,914.00
S/C	Sum. y col. de coladera pluvial de concreto, incl. base de tabique rojo recocido coloc. a tisón, asent. con mortero cemento arena 1:6 y aplanado pul. int. con mortero arena 1:5, plantilla de concreto f'c 100 kg/cm <sup>2</sup> de 10 cm. de esp. 1/2 caña de fondo.	Pza	260	234.90	61,074.00

S/C	Renivelación de pozos de visita, incluyendo muro de tabique rojo recocido colocado a tisón, aplanado con mortero de cemento arena 1:3 y mano de obra.	Pza	42	73.04	3,067.68
-----	---	-----	----	-------	----------

#### GUARNICIONES Y BANQUETAS

BF14CB	Excavación a mano en zanja para guarnición, zona "B" clase II en seco, medido en banco, incluye afine, traspaleos y extracción a borde de zanja de 0.00 a 2.00 m. de profundidad.	m3	800	9.61	7,688.00
--------	---	----	-----	------	----------

SC12CC	Guarniciones de concreto simple de f'c 200 kg/cm2, con A.Max.de 40mm. , de sec. trapezoidal (15x20x50 cm.); incl. sum.,material, mano de obra, eqpo. y herramienta, cimbra metálica y escantillones de 0.15x 0.20 c/estacas, pruebas de lab. cada 8 m3.	m1	4,000	44.05	176,200.00
--------	---	----	-------	-------	------------

SB14EE	Banqueta de concreto simple fabricado en obra, resistencia normal f'c 150 kg/cm2 T.max.40 mm. 8 cm. esp. incluye:sum. de mat., la mano de obra para el cimbrado, juntas, col. en tramos alternados de 2x2m. acab. escob. rayado des-cimbrado curado eqpo. y herramienta.	m2	8,000	35.57	284,560.00
--------	--	----	-------	-------	------------

#### PAVIMENTOS

QH12DB	Construcción de carpeta de concreto asfáltico elaborado en planta del D.D.F. con agregado máximo de 20 mm. y 7.5 cm. de espesor, compactada al 90% de su densidad teórica máxima.	m2	28,000	24.60	688,800.00
--------	---	----	--------	-------	------------

QJ12BB	Sello con cemento aplicado en pavimentos incluyendo cepillado del mismo, riego de agua y doble cepillado de la lechada de 0.50 kg. de cemento por m2.	m2	28,000	0.59	16,520.00
S/C	Suministro y colocación de adopasto de 30x61x7 cm. color gris sobre cama de arena de 5 cm. de espesor, incluye el suministro de los materiales, la nivelación, compactación, arena, colocación y suministro y colocación de pasto.	m2	25,200	33.43	842,436.00
QM12BB	Pavimento de adoquín de concreto de 8 cm. de espesor sobre cama de arena de 5 cm. de espesor, incluye: El suministro de los materiales, la nivelación, compactación, colocación y escobillado con arena.	m2	5,200	41.92	217,984.00
					-----
					TOTAL N\$ 2,956,888.27

#### IV.2 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El precio unitario es la integración de todos los cargos directos e indirectos correspondientes al concepto de trabajo, así como el cargo por la utilidad del contratista y aquellos adicionales estipulados contractualmente por las dependencias.

Además el precio unitario es el importe de la remuneración o pago total que se le debe cubrir al contratista por unidad de obra de cada uno de los conceptos de trabajo que realice.

A continuación se pretende dar una pequeña descripción de algunos precios unitarios, así como de los factores que intervienen en la composición de los mismos, los costos horarios para equipo representativo se ubican en los cuadros (IV.2.1 al IV.2.6).

Se analizarán los precios unitarios representativos debido a su importancia en la realización de la obra. Se tomaron los precios de mayo 1995.

Para la elaboración del precio unitario puede observarse que el costo indirecto más utilidad, se maneja de un 24%, la razón radica en que las obras de gobierno manejan un rango del 22% al 26% de costo directo más utilidad.

## PRECIOS UNITARIOS

Nomenclatura empleada para el análisis del costo horario de la maquinaria:

- Va = Valor de adquisición
- Vll = Valor neumáticos (llantas)
- %Vr = % de valor de rescate
- Ve = Vida económica
- Ha = Horas trabajadas al año
- i = Tasa de interés anual
- s = Prima anual de seguro
- M = Coeficiente para mantenimiento
- K = Coeficiente para almacenaje
- Hp.0 = Potencia de Operación
- Cc = Capacidad del carter
  - Tipo de combustible
- Pc = Precio del combustible
- Fc = Coeficiente experimental p/combustible
  - Tipo de lubricante
- Pl = Precio del lubricante
- Ca = Cambio de aceite
- Vn = Vida económica de las llantas
- So = Salario de operación

\* \* ANALISIS DE COSTO HORARIO \* \*

TIPO DE MAQUINARIA: COMPACTADOR DE RODILLO COMPACTO-HUBER CD-810

DATOS BASICOS :

Valor de adquisición (Va)	=	632,576.60
Valor de rescate (Vr)	=	25% (Va) = 158,144.15
Valor de las llantas (Vll)	=	0.00
Tasa de interés (I)	=	20%
Prima de seguro (S)	=	2.0%
Hrs/Año (Ha)	=	3,500
Vida económica (años)	=	6.0
Vida económica/Hrs (Ve)	=	21,000
Vida econ. de las llantas (Vn)	=	0.0
Potencia de operación (Hp,0)	=	170
Coef. de almacenaje (K)	=	0.00
F. de mantenimiento (M)	=	1.00
Capac. del carter (Ccl)(lts)	=	10.50
Combustible lt/Hr/Hp (Fc)	=	0.1415
Cambio de aceite (Ca)	=	100 Hrs.
Precio de combustible (Pc)	=	1.51
Precio de lubricante (Pl)	=	10.43
Salario de operación (So)	=	92.00

I.- CARGOS FIJOS

Depreciación = $(V_a - V_r) / V_e$	.....	22.59/Hr
Inversión = $(V_a + V_r) \times I / (2H_a)$	.....	22.59/Hr
Seguros = $(V_a + V_r) \times S / (2H_a)$	.....	2.26/Hr
Almacenaje = $K \times Dep.$	.....	0.00
Mantenimiento = $M \times Dep.$	.....	22.59/Hr

CARGOS FIJOS            70.03/Hr

II.- CARGOS COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

Combustible = $F_c \times H_{p,0} \times P_c$	.....	36.32/Hr
Lubricantes = $P_l \times ((0.003 \times H_{p,0}) + (C_{cl}/C_a))$	.....	6.41/Hr
Llantas = $V_{ll}/V_n$	.....	0.00

CARGOS POR CONSUMO    42.73/Hr

III.- CARGOS POR OPERACION

Operador equipo = $S_o / 8 \text{ Hrs}$	.....	11.50/Hr
---	-------	----------

CARGOS OPERACION        11.50/Hr

<b>TOTAL COSTO HORARIO</b>	<b>124.26/Hr</b>
----------------------------	------------------

**\*\* ANALISIS DE COSTO HORARIO \*\***

TIPO DE MAQUINARIA: PAVIMENTADORA BARBER-GREENE COMPLETA SB-131

**DATOS BASICOS :**

Valor de adquisición (Va)	=	2,614,111.70
Valor de rescate (Vr)	=	10% (Va) = 261,411.17
Valor de las llantas (Vll)	=	9,616.63
Tasa de interés (I)	=	36%
Prima de seguro (S)	=	3.0%
Hrs/Año (Ha)	=	1000
Vida económica (años)	=	7.0
Vida económica/Hrs (Ve)	=	7,000
Vida econ. de las llantas (Vn)	=	3,500
Potencia de operación (Hp.0)	=	130
Coef. de almacenaje (K)	=	0.00
F. de mantenimiento (M)	=	1.20
Capac. del carter (Cc1)(lts)	=	19.00
Combustible lt/Hr/Hp (Fc)	=	0.1415
Cambio de aceite (Ca)	=	140 Hrs.
Precio de combustible (Pc)	=	1.51
Precio de lubricante (Pl)	=	10.43
Salario de operación (So)	=	99.00

**I.- CARGOS FIJOS**

Depreciación = $(Va - Vr) / Ve$	.....	336.10/Hr
Inversión = $(Va + Vr) \times I / (2Ha)$	.....	517.59/Hr
Seguros = $(Va + Vr) \times S / (2Ha)$	.....	43.13/Hr
Almacenaje = $K \times Dep.$	.....	0.00
Mantenimiento = $M \times Dep.$	.....	403.32/Hr

**CARGOS FIJOS 1,300.14/Hr**

**II.- CARGOS COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES**

Combustible = $Fc \times Hp.0 \times Pc$	.....	27.77/Hr
Lubricantes = $Pl \times ((0.003 \times Hp.0) + (Cc1/Ca))$	.....	5.53/Hr
Llantas = $Vll/Vn$	.....	2.75/Hr

**CARGOS POR CONSUMO 36.05/Hr**

**III.- CARGOS POR OPERACION**

Operador equipo = $So / 8 \text{ Hrs}$	.....	12.38/Hr
--	-------	----------

**CARGOS OPERACION 12.38/Hr**

<b>TOTAL COSTO HORARIO</b>		<b>1,348.57/Hr</b>
----------------------------	--	--------------------

\* \* ANALISIS DE COSTO HORARIO \* \*

TIPO DE MAQUINARIA : COMPACTADOR DE LLANTAS NEUMATICAS DUO-FACTOR

DATOS BASICOS :

Valor de adquisición (Va)	= 659,004.50
Valor de rescate (Vr)	= 10% (Va) = 65,900.45
Valor de las llantas (Vll)	= 10,423
Tasa de interés (I)	= 35%
Prima de seguro (S)	= 3.0%
Hrs/Año (Ha)	= 1,100
Vida económica (años)	= 5.0
Vida económica/Hrs (Ve)	= 5,500
Vida econ. de las llantas (Vn)	= 2,500
Potencia de operación (Hp.0)	= 105
Coef. de almacenaje (K)	= 0.00
F. de mantenimiento (M)	= 1.20
Capac. del carter (Ccl)(lts)	= 25.00
Combustible lt/Hr/Hp (Fc)	= 0.1415
Cambio de aceite (Ca)	= 160 Hrs
Precio de combustible (Pc)	= 1.51
Precio de lubricante (Pl)	= 10.43
Salario de operación (So)	= 75.00

I.- CARGOS FIJOS

Depreciación = $(Va - Vr) / Ve$	.....	108.00/Hr
Inversión = $(Va + Vr) \times I / (2Ha)$	.....	118.62/Hr
Seguros = $(Va + Vr) \times S / (2Ha)$	.....	9.82/Hr
Almacenaje = $K \times Dep.$	.....	0.00
Mantenimiento = $M \times Dep.$	.....	129.60/Hr

CARGOS FIJOS                      366.04/Hr

II.- CARGOS COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

Combustible = $Fc \times Hp.0 \times Pc$	.....	22.43/Hr
Lubricantes = $Pl \times ((0.003 \times Hp.0) + (Ccl/Ca))$	.....	4.91/Hr
Llantas = $Vll/Vn$	.....	4.16/Hr

CARGOS POR CONSUMO                      31.50/Hr

III.- CARGOS POR OPERACION

Operador equipo = $So / 8 \text{ Hrs}$	.....	9.40/Hr
--	-------	---------

CARGOS OPERACION                      9.40/Hr

TOTAL COSTO HORARIO	406.94/Hr
---------------------	-----------

**\*\* ANALISIS DE COSTO HORARIO \*\***

TIPO DE MAQUINARIA : CAMION DE VOLTEO DE 7M3

DATOS BASICOS :

Valor de adquisición (Va)	= 294,869.00
Valor de rescate (Vr)	= 10% (Va) = 29,486.90
Valor de las llantas (Vll)	= 7,987
Tasa de interés (I)	= 20%
Prima de seguro (S)	= 2.0%
Hrs/Año (Ha)	= 5,000
Vida económica (años)	= 5.0
Vida económica/Hrs (Ve)	= 25,000
Vida econ. de las llantas (Vn)	= 200
Potencia de operación (Hp.0)	= 80
Coef. de almacenaje (K)	= 0.00
F. de mantenimiento (M)	= 1.00
Capac. del carter (Cci)(lts)	= 10.00
Combustible lt/Hr/Hp (Fc)	= 0.1415
Cambio de aceite (Ca)	= 200 Hrs
Precio de combustible (Pc)	= 1.51
Precio de lubricante (Pl)	= 10.43
Salario de operación (So)	= 72.00

**I.- CARGOS FIJOS**

Depreciación = $(Va - Vr) / Ve$	.....	10.62/Hr
Inversión = $(Va + Vr) \times I / (2Ha)$	.....	6.49/Hr
Seguros = $(Va + Vr) \times S / (2Ha)$	.....	0.65/Hr
Almacenaje = $K \times Dep.$	.....	0.00
Mantenimiento = $M \times Dep.$	.....	10.62/Hr

**CARGOS FIJOS 28.38/Hr**

**II.- CARGOS COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES**

Combustible = $Fc \times Hp.0 \times Pc$	.....	17.09/Hr
Lubricantes = $Pl \times ((0.003 \times Hp.0) + (Cci/Ca))$	.....	3.03/Hr
Llantas = $Vll/Vn$	.....	39.94/Hr

**CARGOS POR CONSUMO 60.06/Hr**

**III.- CARGOS POR OPERACION**

Operador equipo = $So / 8 \text{ Hrs}$	.....	9.00/Hr
--	-------	---------

**CARGOS OPERACION 9.00/Hr**

**TOTAL COSTO HORARIO 97.44/Hr**

\* \* ANALISIS DE COSTO HORARIO \* \*

TIPO DE MAQUINARIA : TRACTOR DE CADENAS CATERPILLAR D7-G, MOTOR DIESEL

DATOS BASICOS :

Valor de adquisición (Va)	= 2,237,209.00
Valor de rescate (Vr)	= 15% (Va) = 335,581.35
Valor de las llantas (Vll)	= 0.00
Tasa de interés (I)	= 20%
Prima de seguro (S)	= 2.0%
Hrs/Año (Ha)	= 4,000
Vida económica (años)	= 5.0
Vida económica/Hrs (Ve)	= 20,000
Vida econ. de las llantas (Vn)	= 0.00
Potencia de operación (Hp.0)	= 200
Coef. de almacenaje (K)	= 0.00
F. de mantenimiento (M)	= 1.00
Capac. del carter (Cc1)(lts)	= 20.00
Combustible lt/Hr/Hp (Fc)	= 0.1415
Cambio de aceite (Ca)	= 100 Hrs
Precio de combustible (Pc)	= 1.51
Precio de lubricante (Pl)	= 10.43
Salario de operación (So)	= 92.00

I.- CARGOS FIJOS

Depreciación = $(Va - Vr) / Ve$	.....	95.10/Hr
Inversión = $(Va + Vr) \times I / (2Ha)$	.....	64.32/Hr
Seguros = $(Va + Vr) \times S / (2Ha)$	.....	6.43/Hr
Almacenaje = $K \times Dep.$	.....	0.00
Mantenimiento = $M \times Dep.$	.....	95.10/Hr

CARGOS FIJOS                      260.95/Hr

II.- CARGOS COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

Combustible = $Fc \times Hp.0 \times Pc$	.....	42.73/Hr
Lubricantes = $Pl \times ((0.003 \times Hp.0) + (Cc1/Ca))$	.....	8.34/Hr
Llantas = $Vll/Vn$	.....	0.00

CARGOS POR CONSUMO                      51.07/Hr

III.- CARGOS POR OPERACION

Operador equipo = $So / 8 \text{ Hrs}$	.....	11.50/Hr
--	-------	----------

CARGOS OPERACION                      11.50/Hr

<b>TOTAL COSTO HORARIO</b>	<b>323.52/Hr</b>
----------------------------	------------------

**\* \* ANALISIS DE COSTO HORARIO \* \***

TIPO DE MAQUINARIA : MOTOCONFORMADORA CAT-1406, MOTOR DIESEL

DATOS BASICOS :

Valor de adquisición (Va)	= 1,531,065.20
Valor de rescate (Vr)	= 10% (Va) = 153,106.52
Valor de las llantas (Vll)	= 12,666.00
Tasa de interés (I)	= 20%
Prima de seguro (S)	= 2.0%
Hrs/Año (Ha)	= 2,500
Vida económica (años)	= 6.0
Vida económica/Hrs (Ve)	= 15,000
Vida econ. de las llantas (Vn)	= 200
Potencia de operación (Hp.0)	= 150
Coef. de almacenaje (K)	= 0.00
F. de mantenimiento (M)	= 1.00
Capac. del carter (Cci)(lts)	= 10.00
Combustible lt/Hr/Hp (Fc)	= 0.1415
Cambio de aceite (Ca)	= 100 Hrs
Precio de combustible (Pc)	= 1.51
Precio de lubricante (Pl)	= 10.43
Salario de operación (So)	= 92.00

**I.- CARGOS FIJOS**

Depreciación = $(Va - Vr) / Ve$	.....	91.86/Hr
Inversión = $(Va + Vr) \times I / (2Ha)$	.....	67.37/Hr
Seguros = $(Va + Vr) \times S / (2Ha)$	.....	6.74/Hr
Almacenaje = $K \times Dep.$	.....	0.00
Mantenimiento = $M \times Dep.$	.....	91.86/Hr

**CARGOS FIJOS 257.83/Hr**

**II.- CARGOS COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES**

Combustible = $Fc \times Hp.0 \times Pc$	.....	32.05/Hr
Lubricantes = $Pl \times ((0.003 \times Hp.0) + (Cci/Ca))$	.....	5.74/Hr
Llantas = $Vll/Vn$	.....	63.33/Hr

**CARGOS POR CONSUMO 101.12/Hr**

**III.- CARGOS POR OPERACION**

Operador equipo = $So / 8 \text{ Hrs}$	.....	11.50/Hr
--	-------	----------

**CARGOS OPERACION 11.50/Hr**

**TOTAL COSTO HORARIO 370.45/Hr**

Con los costos horarios de los diferentes tipos de maquinaria pesada, se obtienen precios unitarios de conceptos de trabajos a ejecutar como a continuación se muestran:

P.U. : CORTE Y EXCAVACION EN ZONA DE CONST. DE VIALIDAD (M3)

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE	TOTALES
Mano de obra, Herramienta y Equipo.					
Tractor de cadenas Caterpillar D7-G Motor diesel 200 H.P.	Hr	0.006	323.52	1.94	1.94

Costo directo : 1.94  
 Utilidad + Costo indirecto (24%) : 0.47  
 Total P.U. (M3) : 2.41

P.U. : SUM. Y COL. DE SUB-BASE DE GRAVA CEMENTADA (M3)

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE	TOTALES
Materiales: Grava cementada.	M3	1.05	1.35	1.42	1.42
Herramienta y Equipo.					
Camión de volteo. FAMSA de 7 M3 Motor diesel 80 H.P.	Hr	0.102	97.44	2.90	
Motoconformadora caterpillar 140-G diesel 150 H.P.	Hr	0.0300	370.45	11.11	
Compactador de rodillos compacto Huber CD-810 ST, 170 H.P.	Hr	0.0735	124.26	3.13	17.14

Costo directo : 18.56  
 Utilidad + Costo indirecto (24%) : 4.46  
 Total P.U. (M3) : 23.02

P.U. : SUM. Y COL. DE BASE DE GRAVA CEMENTADA (M3)

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE	TOTALES
Materiales: Grava cementada controlada.	M3	1.05	1.35	1.42	1.42
Herramienta y Equipo.					
Camión de volteo FAMSA de 7 M3 Motor diesel 80 H.P.	Hr	0.0298	97.44	2.90	
Motoniveladora Caterpillar 140-G Motor diesel 150 H.P.	Hr	0.0300	370.45	11.11	
Compactador de rodillos compacto Huber CD-810 ST, 170 H.P.	Hr	0.0252	124.26	3.13	17.14

---

Costo directo : 18.56

Utilidad + Costo indirecto (24%) : 4.46

Total P.U. (M3) : 23.02

---

P.U. : CONSTRUCCION DE CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO (M)

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE	TOTALES
Materiales:					
Concreto asfáltico en planta.	M3	0.17	24.12	4.10	4.10
Mano de obra Cuadrilla No.1 (Peon).	Jor	0.0745	19.60	1.46	1.46
Herramienta y Equipo.					
Camion de volteo FAMSA de 7 M3 Motor diesel 80 H.P.	Hr	0.0069	97.44	0.67	
Pavimentadora Barber-Greene completa SB-131 130 H.P.	Hr	0.0069	1348.57	9.31	
Compactador dos rodillos compacto Huber Cd-810 8T, 170 H.P.	Hr	0.0117	124.26	1.45	
Compactador de llantas neumáticas Duo-Factor 30 Ton 105 H.P.	Hr	0.0070	406.94	2.85	14.28

---

Costo directo : 19.84

Utilidad + Costo indirecto (24%) : 4.76

Total P.U. (M) : 24.60

---

IV.3 PROGRAMA DE OBRA

CORREDOR ECOLOGICO CHALMA-GUADALUPE

PROGRAMA DE OBRA

CONCEPTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.
PRELIMINARES						
TERRACERIAS						
ALCANTARILLADO						
DESAGUE PLUVIAL						
GUARNICIONES Y BANQUETAS						
PAVIMENTACION						

Los trabajos se inician en la Avenida Cuauhtepac hacia la Avenida Juárez.

IV.4 OBRA EXTRAORDINARIA

A continuación se mencionan los conceptos que no fueron calculados en el presupuesto original; y que se catalogan como obra extraordinaria :

TABLA IV.4.1

Clave	CONCEPTO Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
AP002C	Cama de Tezontle en greña de 10 cm de espesor, incluye: suministro y tendido.	m3	70.40	85.89	6046.66
ALC02	Suministro e instalación de descarga pluvial (Slant y codo de concreto) según plano V.C. 1983 de 15 cm de diámetro a tubo de concreto simple.	Jgo.	25.00	46.81	1170.25

AP004A	Relleno a base de material limpio tipo A y/o B, tendido, conformado, compactado al 85% de su P.V.S.M. incluye materiales, mano de obra, herramienta y equipo.	m3	211.00	29.53	6230.83
S/C	Construcción de pozos de visita tipo especial según plano 1985 de 2.00 m hasta 1.80 m de profundidad. A base de cimentación de piedra braza, muros de tabique tipo conico de 28 cm de espesor. Brocal y tapa de concreto STD; escalones de varilla del # 6.	Pozo	1.00	2,120.50	2,120.50
ALC07	Construcción de pozos de visita tipo común según plano V.C. 1985 de 1.80 m de profundidad. A base de cimentación de piedra braza, muros de tabique tipo conico de 28 cm de espesor brocal y tapa de concreto STD, escalones de varilla del # 6.	Pozo	10.00	1,535.12	15,351.20
ALC08	Construcción de pozos de visita tipo común según plano V.C. 1985 de 2.00 m de profundidad. A base de cimentación de piedra braza, muros de tabique tipo conico de 28 cm de espesor. Brocal y tapa de concreto STD, escalones de varilla del # 6.	Pozo	2.00	1,867.08	3,734.16
S/C	Demolición de concreto asfáltico o hidráulico.	m3	644.00	65.00	41,860.00
S/C	Demolición de elementos estructurales de concreto armado.	m3	56.00	70.00	3,920.00
GG12CC	Riego de liga con asfalto rebajo FR-3.	lt	17,444.00	1.95	34,015.80
GG12BB	Riego de impregnación con asfalto rebajado FM-1.	lt	16,020.00	1.95	31,239.00

QJ12BC	Riego de sello a base de lechada de cemento, 0.75 Kg de cemento por m2 .	m2 18,690.00	0.72 13,456.80
S/C	Picado de amarre (Reen-carpetado) con equipo mecánico.	m2 14,240.00	9.50 135,280.00
			-----
			TOTAL N\$ 259,771.60

Es de gran importancia hacer notar que dentro de la obra existen diversas variantes que dispararon el presupuesto. Dentro de éstos las obras extraordinarias de mayor importancia corresponden a la gran cantidad de "Picado de amarre" en toda la vialidad que no fue calculada de manera extraña ya que en su concepto de relevante necesidad para tirar la carpeta asfáltica; también las obras que ocasionaron atraso a la obra son las demoliciones de banquetas, guarniciones y diversos elementos estructurales de concreto asfáltico y/o hidráulico. Dichas obras trajeron como consecuencia una inversión adicional de N\$ 259,771.60 .

En realidad el monto presupuestal se incremento en un 8.80% , ya que existen conceptos de obra que no se consideraron y son de suma importancia para la construcción de la vialidad, queda el ejemplo del concepto riego de liga que es fundamental para poder realizar la carpeta de asfalto, y que no fue presupuestado. Por tanto el costo total de la construcción y/o ampliación de la vialidad es de:

OBRA PRESUPUESTADA = N\$ 2,956,888.27
OBRA EXTRAORDINARIA = N\$ 259,771.60
-----
TOTAL N\$ 3,216,659.87

#### CONCLUSIONES

Se concluye que el presupuesto que se concursó incluía los posibles volúmenes de obra, los cuales no correspondieron a los que se realizaron en campo, lo anterior no debe de dar motivo a considerar al monto concursado como algo obsoleto, debe pensarse que es una guía que mantiene estándares ya sea positivos o negativos. Con esto es necesario pensar que cuando se hace un presupuesto la dependencia ya sea privada o pública debe tener en mente que el valor de la obra puede aumentar o disminuir por diversas causas ajenas a las consideradas en el proyecto original.

C A P I T U L O   V

P R O C E S O   C O N S T R U C T I V O



## V.- PROCESO CONSTRUCTIVO

### V.1 ETAPAS DE CONSTRUCCION

Se tomó la opción de ampliar provisionalmente el lado norte de la vialidad en 6.00 m. adicionales, para después unirla con la actual carretera la cual quedara encarpeta y con igual nivel que la futura carpeta. Así el tráfico continuara desarrollándose en lado sur de la calzada Chalma-Guadalupe.

Una vez terminada la ampliación de dicha vía, se realizó el desvío hacia el lado Norte, y así el tráfico se cargaría temporalmente en la nueva carpeta de 6.00 m. de ancho.

Con lo anterior se dará inicio a los trabajos de encarpetamiento, esto en el lado sur de la vialidad, para concluir con la unión de las dos carpetas completamente nuevas.

Se iniciaron los trabajos de corte al lado norte en el cadenamiento 0 + 120 . En los tramos que se concluían los trabajos de corte se daba de inicio el alcantarillado, sub-base, base, desagüe pluvial, banquetas y guarniciones; después de concluidos estos trabajos se daba inicio al suministro y tendido de carpeta asfáltica.

En el cadenamiento 0 + 400 al estar haciendo los cortes se encontró los cimientos de un antiguo puente el cual provocó un atraso de obra al suspenderse los trabajos de excavación ya que tuvo que demolerse la mole de concreto armado; y con esto se tomó la opción de iniciar los trabajos de corte en otro frente.

#### V.1.1 ETAPAS CONSTRUCTIVAS DE ORIGEN

- 1.- Ampliación de la vialidad lado norte.
- 2.- Desvío de tráfico del lado sur al lado norte.
- 3.- Ejecución de los trabajos lado sur.
- 4.- Ejecución de los trabajos definitivos (Unir las dos carpetas).
- 5.- Cancelación de la carpeta para el desvío del tráfico.

Así pues los trabajos de la etapa No.3 tuvieron que adelantarse provocando un caos total en el tráfico debido a que dichos trabajos tuvieron que adelantarse para no provocar un paro de labores como un atraso más alto y consecuentemente perjudicial a la contratista.

#### V.1.2 TRABAJOS DE AMPLIACION

Con la finalidad de ampliar la vialidad existente en el lado norte, se realizaron cortes para cajas de sub-base y base, es decir cortes en las zonas en que la sección existente era insuficiente para alcanzar los carriles proyectados.

Los rellenos de cortes se hicieron con material inerte con partículas de tamaño máximo de 3" en capas de 15 cm. (Máximo), compactadas al 95% de su P.V.S.M., sobre los rellenos se aplicó un riego de liga con producto asfáltico tipo FR-3 a razón de 0.7 lt/m<sup>2</sup> y transcurridos 30 minutos de aplicado se colocó la carpeta asfáltica de las siguientes características:

    Espesor        7.5 cm.

Temperatura de colocación   90°C (mínimo)

Temperatura de compactación 70°C (mínimo)

    Grado de compactación 95% (mínimo)

Los cortes para obtener el ancho requerido en la vialidad temporal se realizaron en cada uno de los diferentes materiales de acuerdo a los procedimientos a utilizarse en las excavaciones para materiales tipo 1, 2 ó 3. (Como se verá en el subtema V.4 Excavación, como este material fue de desperdicio, fue acarreado y tirado al banco del Bordo de Xochiaca a 32 Km. de distancia.

### V.1.3 REHABILITACION DE PAVIMENTO EN LAS VIAS ALTERNAS

El tratamiento de rehabilitación (bacheo) consistió en el retiro del material fallado, y en la conformación de una nueva superficie de rodamiento, las actividades que se desarrollaron posteriores al retiro de material fueron:

- Retiro de partículas sueltas.
- Material de base que presentó fallas se sustituyó por otro similar y se compacto (95%).
- Sobre la base libre de partículas sueltas se colocó la mezcla asfáltica.

Cuando la zona fallada fue mayor al 20% se recarpetó todo el tramo con las siguientes actividades:

- Se retiró la carpeta a lo largo de la longitud fallada escarificando hasta una profundidad de 15 cm.
- Se compactó nuevamente el material al 95% (Prueba proctor modificada), en las áreas donde existieron capas de desplazamiento, el material se retiró y se sustituyó por tezontle acomodado.
- Retiro de partículas sueltas.
- Sobre el área compactada seca, se colocó la mezcla asfáltica.
- Habilitación de las vialidades alternas.

Con la finalidad de aumentar la fluidez del tránsito en las vías alternas se hizo lo siguiente:

- Retiro de todos los topes y obstáculos que influyen en el flujo vial.

## V.2 TRAZO Y NIVELACION

Al inicio de los trabajos, la cuadrilla de topografía localizó los bancos de nivel o de trabajo que servirán como puntos de referencia para hacer el nuevo trazo de la carretera, esto se hizo a base de una nivelación diferencial a doble altura de aparato.

Tomando como base el banco de nivel de origen que se encuentra ubicado en el canal, en la calle Camino Viejo a Cuauhtepac. Con elevación = 2360.420 m.s.n.m., ubicado sobre la tapa de coladera pluvial, la cual está en la acera sur sobre la actual vialidad.

Se determinaron los bancos restantes, mismos que fueron ubicados inicialmente por la topografía de proyecto, tomando en cuenta la distancia máxima permisible para el buen funcionamiento de los aparatos en tramos que no dieran una visibilidad óptima.

Otros bancos fueron puntos obligados (Independientemente de la distancia) debido a las condiciones que presentaba el terreno.

Generalmente se ubicaron para mayor facilidad sobre los tornillos de las mojoneras ya existentes de torres de alta tensión, aunque en algunos casos fue necesaria la construcción de nuevas mojoneras de concreto.

Fue necesario antes de iniciar el movimiento de tierras, la colocación de estacas que sirvieron de guía para los trabajos, estas estacas se colocaron a cada lado de la línea de centro, en los puntos en que el talud lateral de corte o de terraplén intersecta a la superficie del terreno natural.

Por resultar muy peligroso debido al tránsito vehicular, utilizar los mismos ejes de trazo de la carretera ya existentes, para la nueva ampliación, fue necesario trazar los ejes por los hombros derecho e izquierdo de esta carretera como se muestra la sección tipo que aparece en el capítulo de curva masa.

## SECCIONES TRANSVERSALES

Tomando como polígono de apoyo los ejes de los hombros de la antigua carpeta, se obtuvieron en estaciones a cada 20 m de distancia, los perfiles o secciones transversales del terreno por medio de una nivelación trigonométrica.

## V.3 DESMONTE Y DESPALME

Se entiende por desmonte al despeje de la vegetación existente en el derecho de vía y en las áreas destinadas a bancos, con objeto de evitar la presencia vegetal en el cuerpo de la obra, impedir daños a la misma y permitir buena visibilidad de acuerdo con lo fijado con el proyecto.

Se entiende por despalme a la extracción de la capa del material vegetal expuesta a la superficie de la tierra.

#### AMPLIACION PROVISIONAL LADO NORTE

Las actividades de desmonte y despalme se realizaron simultáneamente con un tractor (bulldozer), utilizando un ancho promedio de 8.00 m a lo largo de toda el lado norte. La finalidad era alcanzar un nivel que nos permitiera colocar una sub-base de 0.30 m y una base de 0.20 m y una carpeta de 0.075 m de espesor con un ancho provisional de 6.0 m. (Figura V.3.1), cadenamiento 0 + 100 al 0 + 900 y 0 + 940 al 1 + 780.

En cuanto al material de desperdicio se utilizó un cargador sobre orugas (capacidad: 1.91 m<sup>3</sup>) y mediante camiones de volteo de 8 m<sup>3</sup> de capacidad se transportó al banco de tiro bordo de Xochiaca ubicado a 32 km de la obra.

Esta carpeta como se había mencionado anteriormente es provisional para dar un alivio al tránsito vehicular.

#### AMPLIACION LADO SUR

Utilizando el mismo tractor que en el lado norte se hizo el desmonte y despalme en las zonas de "Ciclopista" y nueva carpeta de los cadenamientos 0 + 300 al 0 + 900 (Primer tramo) y 0 + 940 al 1 + 780 (Segundo tramo).

Antes de realizar las actividades mencionadas, se tuvo que levantar parte de la carpeta asfáltica ya existente para colocar sub-base y base; se levanto la carpeta asfáltica mediante un tractor y se transportó al lugar del tiro oficial del material producto de la excavación ubicada en el bordo de Xochiaca, a 32 Km de la obra. (Figura V.3.2).

#### L A D O N O R T E

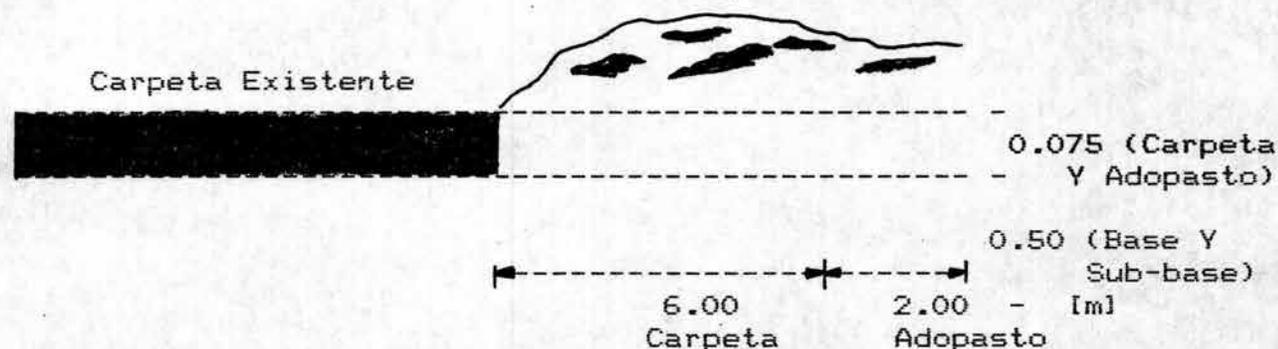


Figura V.3.1

## L A D O S U R

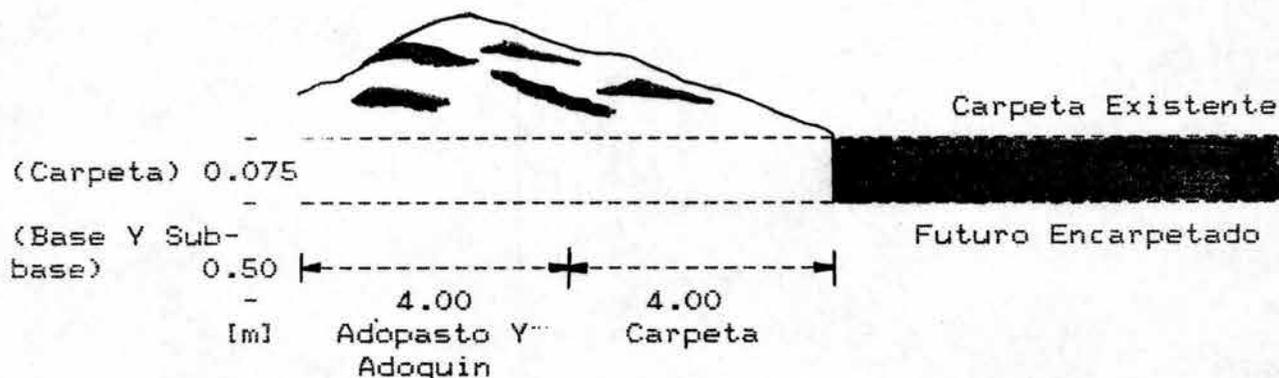


Figura V.3.2

### V.4 EXCAVACION

#### A.- Descripción de los Materiales

En el tramo excavado existieron materiales de diferentes litologías y propiedades mecánicas las cuales se clasificaron como sigue:

Material 1.- Depósitos de relleno y suelos blandos de origen residual, aluvial o lacustre de baja resistencia.

Material 2.- tobas de composición pumítica, tobas limosas, brechas andesíticas alteradas y escorias en estado compacto o muy compacto.

#### B.- Procedimiento de Excavación

##### 1.- En material tipo 1.

Se realizaron los cortes necesarios con equipos ligeros como el cargador sobre orugas.

##### 2.- En material tipo 2.

Se realizaron con equipo mecánico (como el tractor bulldozer) en espesores tales que no sobrepasaron la capacidad del tractor, cuando ya no se pudo cortar con la cuchilla se utilizó el desgarrador para aflojar el material y posteriormente entró la cuchilla del bulldozer para hacer los montones que fueron cargados con máquina.

INTERFERENCIAS :

En el lado norte de la vialidad del cadenamiento 0 + 400 al 0 + 730 fue necesario suspender los cortes en el cadenamiento en zona de tubería de abastecimiento de agua potable que se encontraba a flor de tierra a escasos 40 cm del nivel de carpeta, por lo que los trabajos se reiniciaron hasta que D.G.C.O.H. reubicara la instalación hidráulica en mencionada zona.

V.4.1 EQUIPOS Y RENDIMIENTOS

A.- Equipos: Se anexa tabla (ver tabla V.4.1)

VIALIDAD DE CHALMA-GUADALUPE

EQUIPOS Y RENDIMIENTOS

TABLA V.4.1

EQUIPO	MARCA	MODELO	CAPAC. M3	REND. M3/HR	CANTIDAD		
					EXPLOR. BANCO	DESM. DESP.	EXCAV. CORTES
Tractor	Caterpillar	D7-S	11.90	166	1	1	3
Tractor	Komatsu	D155A	8.70	210			1
Desga- rrador	Kelley	D155		622			
Cargador S/Orugas	Caterp.	963	1.91	162	1	1	1
Cargador S/ Neumat.	Caterp.	966D	3.25	250	1	1	1
Retro. C/ Cargador Clase		580K	0.57	30			1
Retro. S/ Orugas	caterp.	235B	2.10	106			
Motocón.	Caterp.	140-G		175			2
Plancha			10 Ton	188			1
Compacta. Rodillos	Huber	CD-810	8 Ton	266			1
Compacta. Mixto	Bonal	BN210A	19 Ton	340			1
Compacta. Neumatico		PS130	12 Ton	314			1

EQUIPO	MARCA	MODELO	CAPAC. M3	REND. M3/HR	CANTIDAD			
					EXPLOT. BANCO	DESM. DESP.	EXCAV. CORTES	TERR. PAV.
Camión pipa P/Agua	Dina	S-500	10					1
Camión pipa P/Agua	Ford	F-600	10					1
Camión/Petro- lizadora	Ford	1993	10	40,000 m2/H				1
Espacia- dor	Blaw-Knox	Pf=150		24.75				1
Camión Volteo	Ford	1993	8		8	8	15	10
Compresor Portatil	Gardner	325		851b/P2			1	
Perforadora Neumatic.	Gardner	558		3Mi/Hr				

\*Distancias consideradas p/rendimientos:En tractores:45 mts.,En cargadores:20 mts.

#### B.- Rendimientos.

Para esta obra se tuvieron rendimientos en todos los equipos por debajo de los normales (o especificados) debido a:

- 1.- Las vías por ampliar no contaban con espacios para maniobras (por la topografía del terreno).
- 2.- Se tenía planeado hacer el desvío de tráfico en la longitud total de una vía para atacar completamente la otra. Y debido a la falta de coordinación con autoridades de la Delegación Gustavo A. Madero, se hicieron desvíos parciales.
- 3.- Los accesos a la obra contaban con tráfico excesivo.
- 4.- Debido a que las etapas de construcción, se tuvieron que modificar por las interferencias, los equipos sufrieron tránsitos adicionales que disminuyeron sus horas efectivas de trabajo.

Por todo lo anterior y tomando en cuenta las horas activas y ociosas del equipo, así como los volúmenes ejecutados los rendimientos promedio disminuyeron en un 35% su comparación con los normales.

## V.5 EXPLOTACION DE BANCOS DE MATERIAL

Tomando en cuenta los requisitos que deben de satisfacer los materiales empleados como Base y Sub-base, (no incluimos aquí los materiales usados para la carpeta, ya que estos vinieron de planta y en ella el personal de laboratorio estuvo checando el cumplimiento de especificaciones respectivas) se hicieron las pruebas de laboratorio respectivas a los materiales encontrados en los bancos:

El Milagro.- A 40 Km de la obra (Municipio Edo. de México).

Los materiales naturales encontrados no requirieron ningún tratamiento de trituración o cribado y fueron utilizados de acuerdo a su granulometría como sigue:

- Banco el Milagro:-Grava controlada de 2 1/2" máximo para Sub-base.  
-Grava controlada de 2" máximo para Base.

## V.6 PAVIMENTACION

El pavimento que se está utilizando es de tipo flexible, constituido por una capa Sub-base, una capa Base y una Carpeta asfáltica (Fig. V.6.1).

previo a la construcción del pavimento se preparó la superficie, de tal forma que no existieran prominencias mayores a 7.5 cm, ni material suelto en ella.

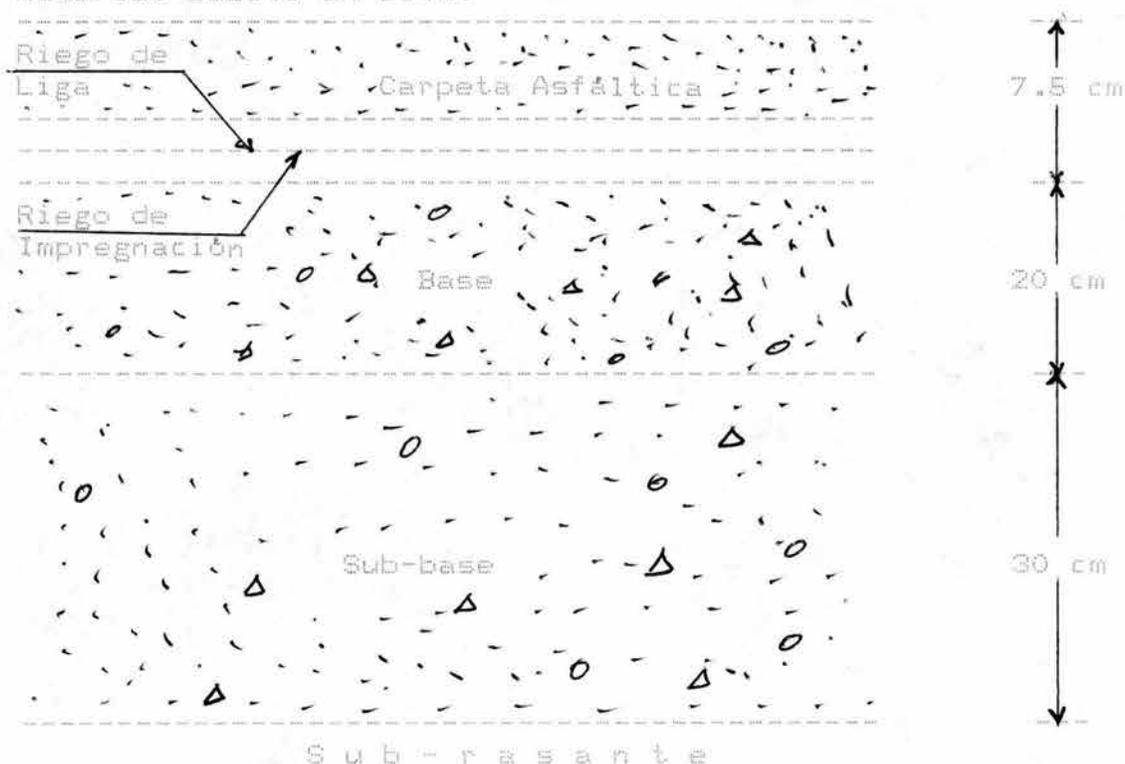


Figura V.6.1

### V.6.1 SUB-BASE

Sobre la Sub-rasante nivelada, compactada y afinada se colocara la Sub-base de 30 cm. de espesor en dos capas de 15 cm. cada una y se compactara con una humedad cercana a la optima y al 95% de su peso volumétrico seco máximo (Porter).

Sobre la superficie preparada se construye la capa Sub-base, la cual tiene la finalidad de eliminar todas las irregularidades de la capa Sub-rasante, y soportar todos los esfuerzos que transmite la base distribuyéndolos uniformemente. Su elaboración es realizado con material controlado de banco.

Las características de la capa sub-base son las siguientes:

ESPESOR	30 cm
COMPACTACION P.V.S.M.	95%
GRANULOMETRIA	Grava controlada de 2 1/2" máximo (Obtenida del banco El Milagro).
VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS)	50%
VALOR CEMENTANTE	3.5 Kg/cm <sup>2</sup>

### V.6.2 BASE

Sobre la sub-base compactada y afinada se colocara la base de 20.0 cm de espesor de material compactado al 95% de su peso volumétrico seco máximo como mínimo.

Esta capa cuya función es soportar las cargas rodantes y distribuir los esfuerzos a las capas inferiores, cuenta con las siguientes características :

ESPESOR	20 cm
COMPACTACION P.V.S.M.	95%
GRANULOMETRIA	Grava controlada de 2" máximo (Obtenida del banco El Milagro).
CONTENIDO DE FINOS	30% máximo
CONTENIDO DE GRUESOS	70% máximo
VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS)	80%
VALOR CEMENTANTE	3.5 Kg/cm <sup>2</sup>

## CONSTRUCCION DE BASES Y SUB-BASES

Los materiales que se están empleando se traen directamente del banco El Milagro, ubicados a 40 Km de la obra, Estado De México.

Dichos materiales se transportan en camiones de volteo con capacidad de 8 m<sup>3</sup> y se acamellonan en la obra cerca del tramo que se pretende pavimentar, para verificar su volumen y checar que estos cumplan con las especificaciones de diseño, por parte del laboratorio contratado por la supervisión.

La motoconformadora se encarga de extender el material que se encuentra acamellonado, abñiéndolo parcialmente hacia la corona de la obra a una velocidad promedio de 5 a 8 Km/Hr. (Foto 1). Inmediatamente después la pipa de 10,000 lt. de capacidad, pasa haciendo un primer riego a una velocidad promedio de 6 a 8 Km/Hr, para evitar con esto encharcamientos de agua. (Foto 2).

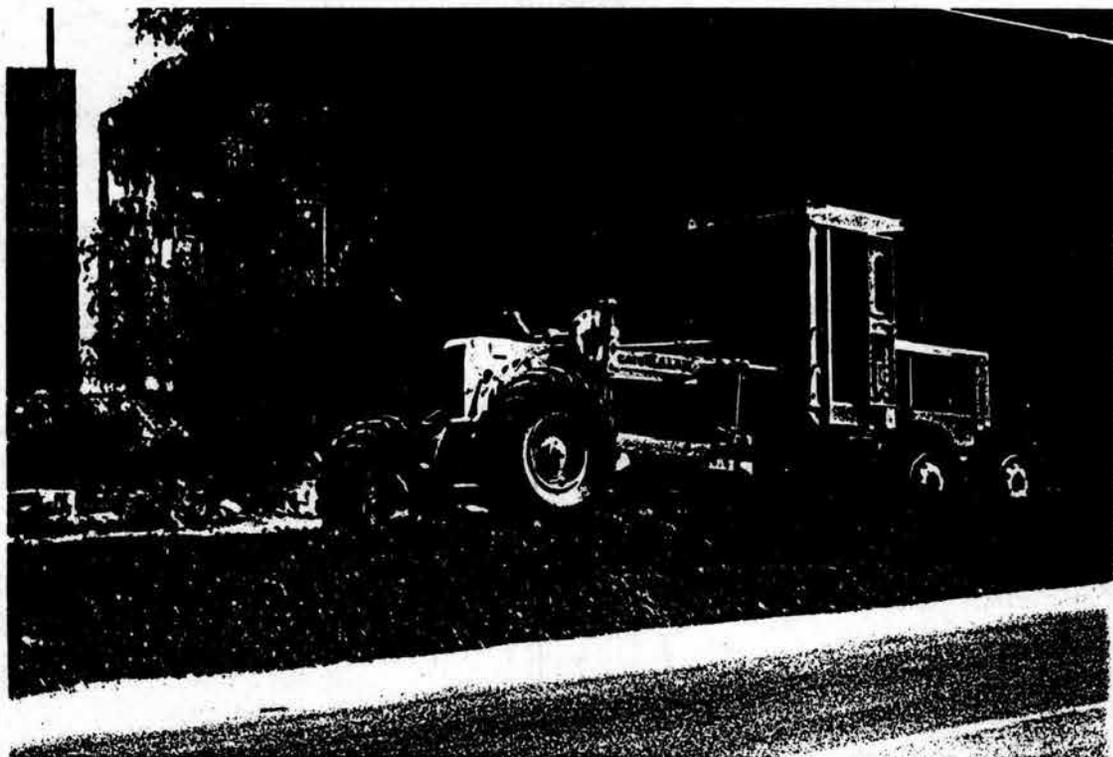


FOTO 1

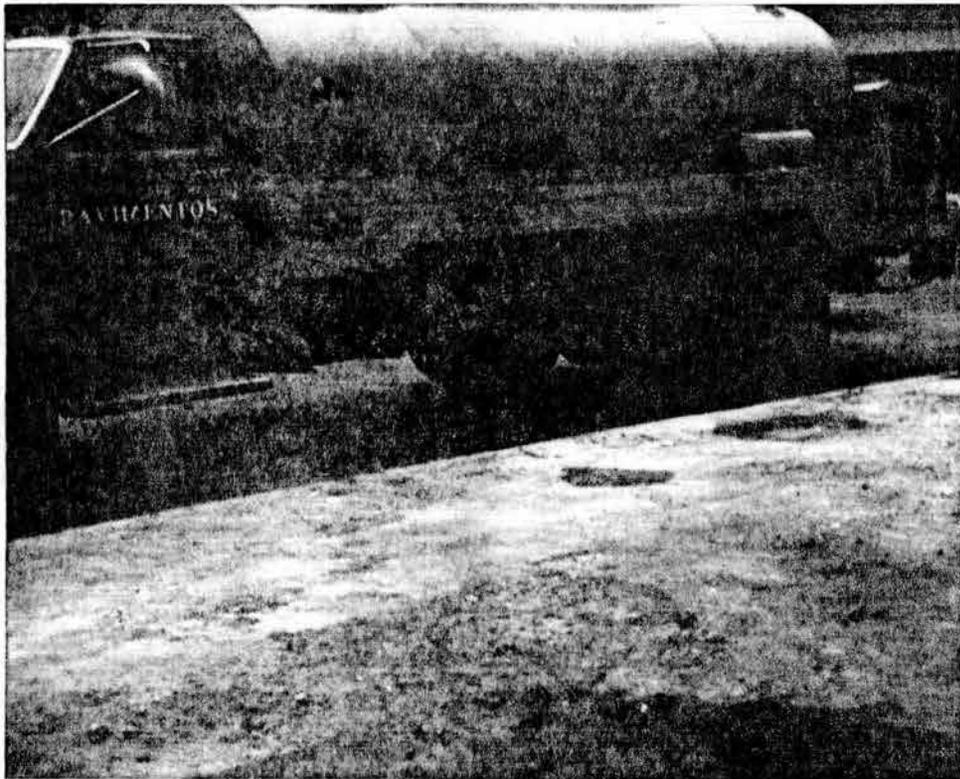


FOTO 2

Posteriormente la motoconformadora abre una nueva cantidad del material y lo coloca sobre el ya humedecido, vuelve a pasar la pipa tantas veces como sea necesario hasta proporcionar la humedad adecuada que está entre el 14% y 16%.

En seguida se homogeniza la humedad en todo el material por medio de la motoconformadora, que hace cambios sucesivos del material hacia un lado y otro, sobre la corona de la obra.

Ya que se consigue uniformizar la humedad en todo el material, se distribuye a través de la corona, para formar en el caso de la sub-base 2 capas con un espesor suelto de 15 cm cada una, y para la base otras dos capas con su respectivo espesor suelto de 13 cm cada una.

Se dan los espesores con un coeficiente de abundamiento, para que con la compactación se alcance el espesor de diseño.

Una vez que se tenía extendida la primer capa de la sub-base se compactó, utilizando un rodillo liso vibratorio con neumáticos de (12 toneladas de peso). (Foto 3).



FOTO 3

Para esta compactación fueron necesarias cinco pasadas de la máquina, de las cuales las últimas dos se dieron utilizando el mecanismo de vibración para lograr una compactación uniforme.

La velocidad promedio empleada para el movimiento de la máquina fue de 150 m/min y la forma de hacerlo fue desplazándola de las orillas al centro, utilizando su ancho total y procurando ir borrando la huella de la anterior pasada. Con la segunda capa de la sub-base de 15 cm de espesor suelto se siguió el mismo procedimiento mencionado.

Para el caso de la capa base, se ha trabajado con el mismo rodillo liso de neumáticos utilizado para la sub-base, el procedimiento de compactación es muy similar la diferencia está en el número de pasadas de la máquina, que para la base y en nuestro caso fue de seis, empleando el vibrador en las últimas tres, con la finalidad de lograr un mayor grado de compactación como lo especifica el diseño. Otra diferencia es el espesor suelto que se maneja en el tendido de material que hace la motoconformadora de cada capa. (Para la base 2 capas de 10 cm de espesor suelto). Y por último la disminución de la velocidad del rodillo compactador de 100 m/min.

En algunas partes en que se presentó mucha humedad debido a las constantes lluvias, fue necesario estabilizar el material agregándole cal hidratada, con objeto de evitar deformaciones en

la base que nos pudieran provocar agrietamientos prematuros en la carpeta cuando ésta estuviera colocada.

#### RIEGO DE IMPREGNACION

Antes de construir la carpeta, se impregnó la base terminada con un producto asfáltico rebajado de fraguado medio (FM-1), traído de la planta de asfalto (COTEPSA) ubicada a 29 Km de la obra. El producto presentaba las siguientes características:

- Relación producto asfáltico/área      1.5 lt/m<sup>2</sup>
- Penetración                                    3 a 5 mm
- Absorción total                                24 Horas
- Periodo normal de curación                48 Horas

La impregnación se realizó de la siguiente manera:

Se utilizó una compresora (De 650 tpu), para eliminar de la base todo el polvo suelto y materias extrañas que se encontraban en su superficie.

Para el riego del asfalto fue necesaria una petrolizadora (Con una capacidad de 10,000 litros) dotada de un equipo de calentamiento y algunos aditamentos para su buen funcionamiento.

La distribución de este riego se aplicó en forma uniforme, en las horas más calurosas del día (Aproximadamente 2:00 P.M.), empleando la petrolizadora a una velocidad de 120 m/min.

Cuando existió posibilidad de lluvia o el viento estaba muy fuerte o en caso de que la base se encontraba mojada, se pospuso dicha actividad.

La base ya impregnada se cerró al tránsito en un tiempo de 48 horas, hasta que el producto asfáltico penetró y fraguó superficialmente.

#### RIEGO DE LIGA

El producto asfáltico (FR-3' de fraguado rápido), utilizado para este riego fue traído también de la planta (COTEPSA).

Para su aplicación, fue necesario que la base estuviera preparada e impregnada, mostrándose limpia y seca, y que además no existiera posibilidad de lluvia.

El riego se dio con una petrolizadora mecánica (De 10,000 litros), sobre toda la superficie que se cubriría con la carpeta a razón de 0.7 l/m<sup>2</sup>.

Pasando a una velocidad promedio de 80 m/min, para evitar con esto acumulaciones del producto asfáltico.

### V.6.3 CARPETA

La carpeta fue construida a base de concreto asfáltico, con un espesor de 7.50 cm. La mezcla se elaboró en la planta (COTEPSA), habiendo cumplido los requisitos de la prueba Marshall.

Se transportó al tramo en construcción en camiones de volteo de 8 m<sup>3</sup> provistos de lona, para evitar con esto la pérdida de calor durante el trayecto. La temperatura de llegada de la mezcla fue de 115°C.

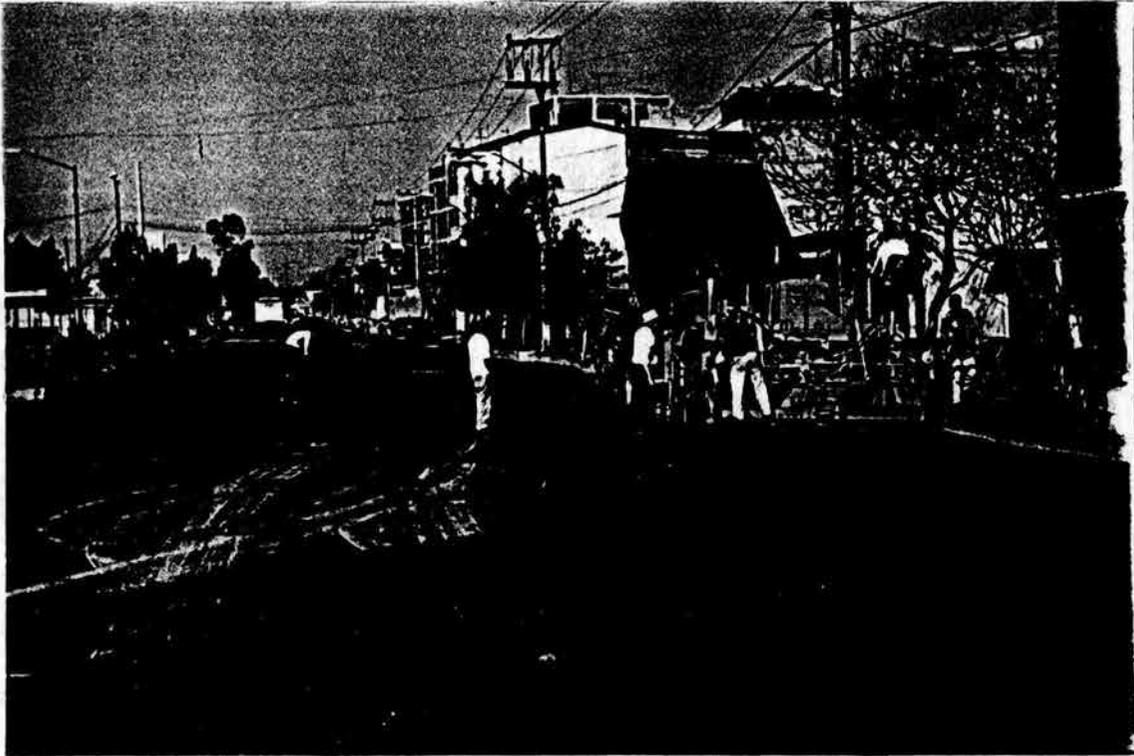


FOTO 4

Antes de colocar la carpeta se dejan pasar 30 min. después de la aplicación del riego de liga. Posteriormente los camiones descargan el concreto asfáltico en la caja de la parte delantera de la máquina extendidora que va formando para nuestro caso, franjas de 3.50 m de ancho con un espesor de 7.5 cm. (Foto 4). La velocidad aproximada de la máquina es de 3 a 6 m/min, y la temperatura de colocación de la mezcla es de 110°C.

Al terminar de vaciar el camión la mezcla que acarrea, se para el tren de extendido y luego al ensamblarse el siguiente se reanuda el trabajo, por lo que entre vehículo y vehículo se tiene una junta donde puede haber una discontinuidad que se evita llevando en la parte posterior de la extendidora un equipo de rastrilleros (Que van de 4 a 6), cuya misión es asegurar una textura conveniente en la superficie y borrar las juntas longitudinales y transversales entre franjas.

Además de los rastrilleros se encuentra una persona con un escantillón para ir cuidando el nivel o espesor del concreto asfáltico y otra que inserta un termómetro de agujas en la mezcla

recién colocada para determinar la temperatura en que se debe efectuar la compactación.

Cuando se ha alcanzado una temperatura de 90°C, se inicia la compactación de la franja, para lo que se está utilizando una plancha tandem de 8 toneladas de peso (Foto 5).



FOTO 5

dicha máquina da en total 8 pasadas, de las cuales 4 se hacen a una velocidad promedio de entre 3 a 5 Km/Hr y las 4 restantes de 8 a 10 Km/Hr con la finalidad de lograr un buen acomodo de los materiales y proporcionar el espesor pedido en el diseño.

Para dar el acabado y cerrado de la carpeta se utiliza un compactador de neumáticos formado por un chasis que soporta una caja para lastre y dos ejes de ruedas (De 12 toneladas de peso). El número de pasadas es de 4 a una velocidad promedio de 15 Km/Hr. El grado de compactación de acuerdo al método Marshall es del 95% por ser una carretera con una influencia del tránsito considerable.

Los tramos en que se fue construyendo la carpeta de las dos vialidades comprendían entre 100 y 200 m de longitud por lo que se utilizaron traslapos con cortes a 45° en la terminación de los tendidos para darle continuidad a la carretera.

#### RIEGO DE SELLO

Si se considera conveniente se podrá dar un sello con cemento portland de 1 a 5 días después de haber tendido la carpeta asfáltica a razón de 0.75 Kg/m<sup>2</sup> de cemento.

Sobre la carpeta limpia de polvo y materias extrañas, pasó la pipa dando un sólo riego de agua a todo lo largo de la vía por sellar, para dejar la superficie humedecida. Inmediatamente después utilizando un camión de volteo de 8 m<sup>3</sup> y una cuadrilla de trabajo se fue esparciendo a mano el cemento, con una relación aproximada de cemento/área = 0.75 Kg/m<sup>2</sup>. (Foto 6).



FOTO 6

#### REENCARPETADO

El tendido de la Carpeta Asfáltica en esta zona (Ampliación de Arroyos) se realice al mismo tiempo que el tendido de la sobre Carpeta en la zona de rehabilitación del Pavimento, para uniformizar acabado en ambas zonas y garantizar que los niveles y pendientes del Pavimento terminado, se ajuste a las rasantes del proyecto.

Sobre el riego de liga y después de 1 o 2 horas de su aplicación se procederá al tendido de la Carpeta Asfáltica con una máquina terminadora en un espesor tal que una vez compactada al 95% de su peso volumétrico máximo Marshall, se obtenga el espesor de 7.5 cm recomendado.

Se empleará el equipo de compactación adecuado para lograr grado de compactación y acabado especificados (Tandem, Triciclo o Vibratorio y Neumáticos).

La mezcla asfáltica empleada deberá cumplir con las siguientes especificaciones :

- a.- Estabilidad Marshall : 700 Kg. mínimo (75 golpes por lado)
- b.- Fluencia Marshall : 4 mm Máximo.
- c.- Vacíos en la mezcla : 3 a 5 %.
- d.- Vacíos ocupados de asfalto : 75 a 85 %.
- e.- Contenido de cemento asfáltico : Mas o menos el 0.5% del óptimo.

Para estos casos sobre el pavimento ya existente se hicieron perforaciones con pito de 1 a 2 cm de profundidad, siendo estas entre 90 y 100 en un área de 1 m<sup>2</sup>, para lograr con ésto la adherencia de la siguiente capa.

La unión entre capas se hizo mediante su respectivo riego de liga, con producto asfáltico FR-3 a razón de 0.7 lt/m<sup>2</sup>, teniendo limpia la superficie mediante aire a presión.

El procedimiento que se siguió para la construcción de las capas de concreto asfáltico fue el mismo que se utilizó para la carpeta.

## V.7 BANQUETAS Y GUARNICIONES

En las zonas del corredor Ecológico destinadas al tránsito de peatones, se construirán banquetas de concreto hidráulico con las siguientes características :

### ESPESORES

Banqueta = 8.0 cm.

Relleno de Tepetate = 10.0 cm.

(Compactado al 90% de su P.V.S.M.)

Terracería = Conformada y Nivelada.

## PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y CALIDAD DE MATERIALES

### 1) Relleno de Tepetate

Sobre la terracería conformada, afinada y con la pendiente de proyecto se tendrá una capa de 10.0 cm. de espesor, de tepetate compactado al 90% de su Peso Vol. Seco Máximo.

El material empleado en estos rellenos deberá cumplir con los requisitos siguientes :

- a) Granulometria : Zonas 1, 2, o 3.
- b) Tamaño Máximo del Agregado : 1 1/2".
- c) Contracción Lineal : 5.0, 5.0 y 4.5% Max. Respect.
- d) Valor Cementante : 5.5, 4.5 y 3.5 Kg/cm<sup>2</sup> min. respect.
- e) Valor Relativo de Soporte : 10.0% min.

## 2) BANQUETA

La banqueta será de 8.0 cm de espesor y se construirá con concreto hidráulico de las siguientes características :

- a) Resistencia de proyecto : 150 Kg./cm<sup>2</sup>.
- b) Revenimiento : de 6.0 a 8.0 cm.
- c) Tamaño Máximo del Agregado : 3/4" (19 mm.).

## COLOCACION DE CONCRETO

El colado de las banquetas se hará en la siguiente forma :

Antes de proceder al vaciado del concreto deberá saturarse perfectamente de agua el relleno de Tepetate sin formar charcos (Para evitar que este absorba agua del concreto y se presenten agrietamientos por contracción).

Se procurara siempre que los tramos de banqueta colados tengan una longitud que sea múltiplo de 2.0 m. para que las juntas de construcción coincidan con las de contracción.

Una vez colocado el concreto se le dará mayor compactado mediante regla vibratoria, en el caso de no contar con esta se usaran pisones de mano.

## ACABADO

La superficie de la banqueta deberá quedar perfectamente uniforme con el acabado especificado en el proyecto (Acabado escobillado rayado, en tramos alternados de 2 x 2 m.).

Las banquetas recién coladas se protegerán al paso de los peatones por un espacio de dos horas, evitando que la superficie sea afectada.

## CURADO

Las banquetas se curaran de acuerdo a las indicaciones del proyecto, para evitar grietas de contracción.

## CORTES

Una vez fraguada la losa y empleando una cortadora de discos para concreto se harán cortes transversales a la guarnición que tendrán de 2 a 3 mm. del ancho y una profundidad no menor de 3.0 cm.

El tiempo que debe transcurrir entre el colado y el corte será de 48 a 72 horas.

Para garantizar la calidad de los trabajos de urbanización se deberán realizar las pruebas necesarias tanto a los materiales como a los procedimientos constructivos (Espesores, Grados de Compactación, Dosificación de Riego, etc.) por un laboratorio de ensaye de materiales.

Las banquetas tiene una protección contra los neumaticos de carros, ésta comúnmente recibe el nombre de guarnición la cual es construida a base de concreto simple con un  $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$  y agregado máximo de 40 mm de sección trapezoidal (15 x 20 x 50 cm), el procedimiento a construir es: primero se realiza la ejecución de los trabajos de guarnición, enseguida se deja que el concreto de guarnición obtenga una resistencia adecuada para colocar el relleno de tepetate para alcanzar el nivel de colado de banquetas. En la Figura V.7.1 se muestran dichos trabajos.

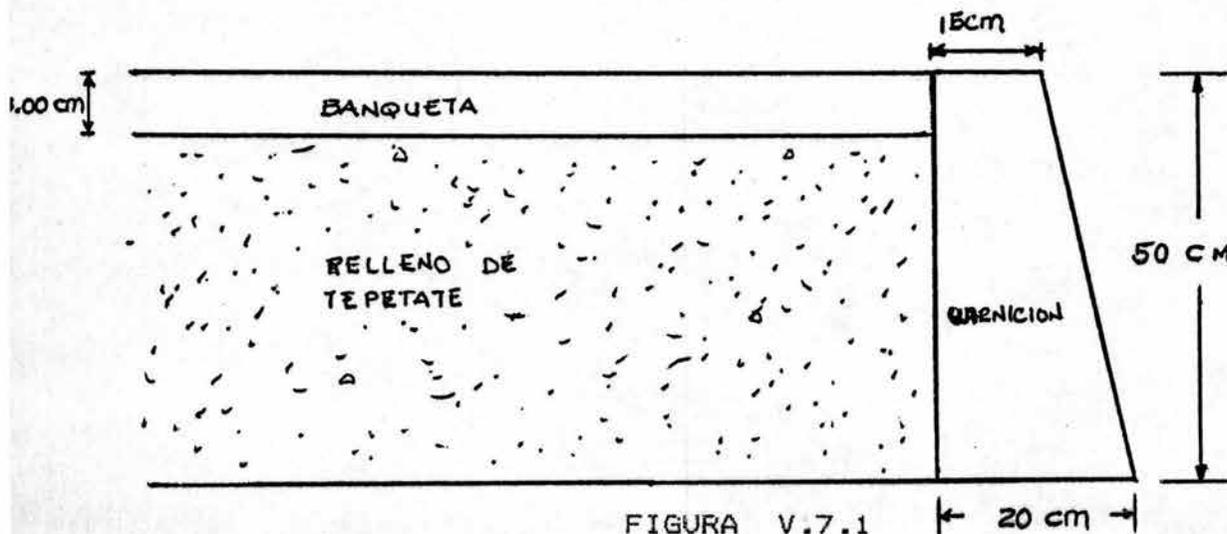


FIGURA V.7.1

## V.8 CICLOPISTA Y ADOPASTO

Tomando como Base la calidad del terreno natural de la zona determinado mediante las pruebas de laboratorio correspondientes. Se proponen las siguientes estructuras para la construcción de la Ciclopista.

## ESPESORES

ADOCRETO : 8.0 cm.

CAMA DE ARENA : 5.0 cm.

BASE HIDRAULICA : 20.0 cm.

COMPACTAR SUB-BASE : 30.0 cm.

SUB-BASE Y BASE  
COMPACTADA AL 95%  
DE SU P.V.S.M.

Esta ciclopista es con la finalidad de que la población cercana a la zona de la vialidad utilice bicicletas para realizar traslados y evitar con esto el aumento de la contaminación. Es importante hacer notar que la vialidad recibe el nombre de "Corredor Ecológico Chalma-Guadalupe" principalmente por la construcción de la ciclopista. La ciclopista se construirá del lado sur de la vialidad a 1.00 m como mínimo de distancia del hombro de la carpeta del lado sur de la vialidad y tendrá un ancho de 1.50 m, ver Figura V.8.1.

Banqueta	2.00 m
Adopasto	variable min. 4.00 m
Carpeta Asfáltica	14.00 m
Adopasto	variable min. 1.00 m
Ciclopista ( Adocreto )	1.50 m
Adopasto	variable min. 1.00 m
Banqueta	2.00 m

FIGURA V.8.1

### PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y CALIDAD DE MATERIALES

#### SUB-RASANTE O TERRENO NATURAL

Se abrirá la caja necesaria para alojar la estructura propuesta en esta alternativa, se nivelará, afinará y compactará la sub-rasante al 90% de su peso vol. seco máximo como mínimo.

Esta capa terminada deberá tener niveles y pendientes del proyecto.

#### BASE HIDRAULICA

Sobre la sub-rasante compactada y terminada se colocara la base de 20.0 cm. de espesor de material compactado al 95% de su peso vol. seco máximo como mínimo.

El material que se pretenda emplearse en esta capa deberá cumplir con las especificaciones indicadas (Construcción de pavimentos en ampliación de arroyos) para base hidráulica.

#### RIEGO DE IMPREGNACION

Con el objeto de evitar fuertes filtraciones a través de la base hidráulica y cuando se encuentre superficialmente seca deberá barrerse dejándola libre de impurezas y material suelto, aplicando inmediatamente un riego de producto asfáltico del tipo FM-0 o FM-1 a razón de 1.5 lts/m<sup>2</sup> dejándose reposar durante 48 horas para permitir su penetración.

#### CAMA DE ARENA

Sobre la base impregnada se colocara una cama de arena de 5.0 cm. de espesor acomodada con una o dos pasadas de compactador de rodillos lisos ligero, para facilitar esta operación deberá humedecerse la arena a un porcentaje cercano a la humedad de absorción.

#### ADOCRETO

Sobre la cama de arena recién terminada, se colocara adocreto de 8.0 cm. a hueso. Posteriormente se podrán rellenar las juntas entre pieza y pieza, con una lechada de cemento sin derramar esta encima del Adocreto.

Los Adocreto que se empleen en estos trabajos deberán cumplir con la norma NOM-C-314-1986 para "Adoquines De Concreto Para Uso En Pavimentos" tipo A (Andadores, plazuelas, banquetas y cocheras) que indica lo siguiente :

- a) Absorción en agua por 24 horas : 8.0% mínimo.
- b) Resistencia a la compresión : 250 Kg./cm<sup>2</sup> como mínimo.

#### ALTERNATIVA 2

##### ESPESORES

ADOCRETO : 8.0 cm.

MORTERO : 2.0 cm.

BASE HIDRAULICA : 15.0 cm.

COMPACTAR SUB-RASANTE  
AL 90% DE SU PESO VOL.  
SECO MAXIMO : 20.0 cm.

#### PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y CALIDAD DE MATERIALES

##### 1) SUB-RASANTE O TERRENO NATURAL

##### 2) BASE HIDRAULICA

Igual que la alternativa No.1, Únicamente con 20.0 cm. de espesor.

##### 3) RIEGO DE IMPREGNACION

Igual a la alternativa No.1

##### 4) FIRME DE CONCRETO

Sobre la base impregnada se colocara un firme de concreto de 8.0 cm. de espesor humedeciéndose previamente la superficie de la base hidráulica para evitar agrietamientos se colocara este firme en forma de losas alternadas cuyas dimensiones serán : El ancho de la Ciclopista por 5 m. de longitud.

Antes de colar las losas intermedias entre dos losas terminadas se pintaran las caras verticales de estas con cemento asfáltico para evitar filtración de agua entre dos losas contiguas.

El concreto empleado en este firme tendrá que cumplir con los siguientes requerimientos :

- a) Resistencia a la compresión : 150 Kg./cm<sup>2</sup>.
- b) Revenimiento de proyecto : 8.0 cm. Más-Menos 2.0 cm.
- c) Tamaño máximo del agregado : 3/4" (19 mm.)

#### MORTERO Y ADOCRETO

Una vez que hayan transcurrido como mínimo dos días después de haber colado el firme, se procederá a la colocación del Adocreto empleando mortero de Cemento-Arena (Con proporción de 1:4) agua en un espesor aproximado de 2 cm. en forma similar al colado de pisos de mosaico o terrazo, la disposición de las piezas se hará de acuerdo a las indicaciones del proyecto.

El Adocreto que se emplee en estos trabajos deberá cumplir las mismas especificaciones indicadas para la alternativa No.1 para evitar vibraciones constantes que puedan ser molestas para los usuarios de las Ciclopistas se recomienda el empleo de Adocreto con forma rectangular con las siguientes dimensiones :

10.0 cm. de ancho por 20.0 cm. de largo.

#### CONSTRUCCION DE ADOPASTO

En la zona destinada al estacionamiento de vehículos se colocara Adopasto en la forma que se indica a continuación.

El tratamiento que se propone esta basado en la calidad de la Sub-rasante de la zona y en recomendaciones de los fabricantes de Adocreto.

#### ESPESORES

ADOPASTO : 8.0 cm.

CAMA DE ARENA : 5.0 cm.

BASE HIDRAULICA : 20.0 cm.

COMPACTAR SUB-BASE  
AL 95% DE SU P.V.S.M. : 30.0 cm.

#### PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y CALIDAD DE MATERIALES

##### 1) SUB-RASANTE O TERRENO NATURAL

Se abrirá la caja necesaria para alojar las capas de material propuesta, se nivelara, afinara y compactara la Sub-rasante al 90% de su P.V.S.M. como mínimo.

Esta capa terminada deberá tener niveles y pendientes del proyecto.

##### 2) BASE HIDRAULICA

Sobre la Sub-rasante compactada y terminada se colocara la Base de 20.0 cm. de espesor de material compactado al 95% de su P.V.S.M. como mínimo.

El material que pretenda emplearse en esta capa deberá cumplir con las especificaciones indicadas anteriormente (Construcción de Pavimentos en ampliación de Arroyos) para base hidráulica.

##### CAMA DE ARENA

Sobre la Base terminada y compactada se colocara una cama de arena de 5.0 cm. de espesor acomodada mediante una o dos pasadas de compactador de rodillos lisos ligero. Para facilitar esta operación es conveniente humedecer la arena a un porcentaje cercano a la humedad de absorción.

La arena que se emplee en estos trabajos no deberá tener agregados mayores de 3/8".

##### ADOPASTO

Sobre la cama de arena recién terminada se colocara Adopasto de 8.0 cm. de espesor a hueso. Las piezas de Adopasto deberán estar perfectamente confinadas horizontalmente para garantizar que queden fijas durante las maniobras de estacionamiento.

Después de colocadas las piezas de Adopasto se llenaran sus huecos con tierra vegetal y se sembrara el tipo de pasto estipulado en el proyecto.

Los Adocretos que se empleen en estos trabajos deberán reunir los requisitos estipulados en lo referente a color, dimensiones.

## V.9 OBRAS DE DRENAJE

Las obras de drenaje, consisten en forma general en: Alcantarillas, bocas de tormenta, desagüe pluvial en general.

Se construyeron las obras para el drenaje pluvial según como lo marcan las normas y especificaciones tanto de la S.A.H.O.P. como de la D.G.C.O.H., en el subtema III.4 OBRAS DE DRENAJE se desarrollo la forma del proceso constructivo, normas y especificaciones según proyecto para las obras de drenaje.

Unicamente se mencionara del drenaje del cadenamamiento 0 + 940 al 1 + 780. Para este caso se construyeron "Cunetas" con un flujo del cadenamamiento 1 + 780 al 0 + 940 para desembocar en el "Canal de aguas pluviales", se construyeron del lado sur de la vialidad. Las cunetas se construyeron al borde del acotamiento del camino, iniciando con una compactación previa al 95% de su P.V.S.M. con un espesor de 10 cm, enseguida se realizan trabajos de afine con objeto de darle a la cuneta la característica del talud que en este caso se utilizó con relación 3:1, y así como la pendiente del 2%.

La construcción se realiza iniciándose con la colocación de la cimbra. Para este trabajo se utilizó madera, en tramos de 6 m. Como agregado se necesitó concreto del tipo elaborado en planta con un  $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ , con agregado grueso de tamaño de 3/4", el vaciado en obra se realizó en forma directa del camión, mediante canales telescópicos, éste se distribuyó sobre la superficie del terreno hasta alcanzar un espesor de 10 cm, esta acción permite agilizar el vaciado del concreto en espacios no mayores de 6 m en diferentes tramos del camino. El decimbrado se realizó en función al clima, el cual varía aproximadamente de 2 a 3 días, inmediato a este fraguado, se coloca nuevamente la cimbra en los tramos subsecuentes. En realidad los tiempos de colado no se considerarán importantes, ya que las cunetas se construyen en función del avance del camino. Por último las juntas de construcción se sellarán con material asfáltico.

El encauzamiento de los escurrimientos de las cunetas que se ubican en la parte sur de la vialidad se realiza a base de pozos de visita, la construcción de estas estructuras se llevó a cabo con normas y reglamentos de la D.G.C.O.H., el desplante se efectuó sobre terreno compactado a base de mampostería con cemento arena 1:4 a una altura de 30 cm sobre el terreno natural, posteriormente se utilizó la manera convencional para dar la forma geométrica al pozo a base de tabique junteado con cemento arena 1:4, hasta alcanzar una altura de 2.30 m. La tubería se colocó previo a una cama formada por aplanado de cemento arena 1:2, el diámetro de

ésta es de 60 cm. El brocal y la tapa del pozo de visita es de material fierro fundido. Las paredes del pozo se construyeron a base de cemento arena 1:4, la tubería de desalajo fue ahogada en concreto de  $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ . Para su construcción se respetaron las normas en cuanto a colchón mínimo a fin de proteger la tubería.

Es importante hacer mención, que las alcantarillas ya existían y solamente se realizaron las conexiones correspondientes de acuerdo con normas y supervisión de la D.G.C.O.H. del lado norte de la vialidad, cadenamamiento 0 + 940 al 1 + 780.

## V.10 OBRAS COMPLEMENTARIAS

### V.10.1 SEÑALAMIENTO

De acuerdo con el diseño para la instalación del señalamiento, se determinaron tres tipos: Preventivo, restrictivo e informativo, los cuales conforman de manera general las señales del camino, el primero tiene la finalidad de indicar de antemano las características que son peligrosas para el usuario, la segunda tiene como objetivo mantener la integridad física de los usuarios, al anunciar restricciones de velocidad, arcos de rebase, etc., el tercero mantiene al usuario información anticipada de las poblaciones, colonias y conexiones con vías principales.

Todas las señales utilizadas en el tramo serán construidas con materiales, dimensiones y colores de acuerdo al manual de la Coordinación General de Transportes del Departamento del Distrito Federal (D.D.F.).

Es importante mencionar la recomendación, en cuanto a la colocación del señalamiento el cual deberá estar en lugar visible si la propuesta del proyecto se viera obstaculizada.

### SEÑALAMIENTO PROVISIONAL VERTICAL

Se propone un señalamiento provisional, con el objeto de evitar accidentes que podrían presentarse durante la ejecución de los trabajos, ya que el tránsito no sufrirá interrupciones debido a la implementación de desvíos que llevarán a su vez el señalamiento adecuado para garantizar la seguridad de los usuarios.

Con el fin de informar a los conductores de la proximidad de la obra en ejecución y para protección de la misma, se utilizarán señales preventivas con leyendas como son: Peligro hombres trabajando, zona de obra, reducción de carriles, zona de derrumbes, material suelto, doble circulación, etc. Además de dispositivos como: Barreras de protección, indicadores de peligro, lámparas de destello, bollas y varilla de 3/8" de diámetro para unir dichas bollas evitando así que los peatones puedan tener acceso a la zona de trabajo.

El color que se usará tanto en el fondo de las señales provisionales preventivas como en los dispositivos que se instalen será anaranjado.

En cuanto a las señales informativas que ya existen y que se localizan a lo largo del trayecto por ampliar, éstas se trasladarán provisionalmente a los lugares en que al efectuarse el desvío y quedar una sola vialidad para ambos sentidos de la circulación, el conductor puede identificar su destino sin problemas.

#### Señalamiento Definitivo

El proyecto de los dispositivos para el control del tránsito debe asegurar que sus características de tamaños, contrastes, colores, formas, composición e iluminación a efecto reflejante, donde se precise, se combinen para llamar la atención del usuario.

Que el diseño, forma, tamaño, colores y simplicidad del mensaje se combine para proporcionar un significado comprensible.

Que la legibilidad y el tamaño se complementen con su localización, a fin de exista el tiempo suficiente para una reacción correcta y que la uniformidad, racionalidad, tamaño y legibilidad impongan respeto.

Por lo que se tomó en cuenta para el diseño, el Manual de Dispositivos para el control de tránsito en zonas urbanas y suburbanas del D.D.F. (CGT), con el objeto de obtener el máximo rendimiento en el sistema vial.

En cuanto a su función, los dispositivos para el control de tránsito o señales que utilizaremos en el proyecto se clasifican en:

- A) PREVENTIVAS
- B) RESTRICTIVAS
- C) INFORMATIVAS

#### A) SEÑALES PREVENTIVAS

Las señales preventivas son placas o tableros fijados en postes o estructuras, con símbolos, leyendas o ambas cosas, que tienen por objeto prevenir a los conductores de vehículos sobre peligros en que, por su seguridad, le conviene disminuir su velocidad.

Las señales que requieren una explicación complementaria, además de símbolo llevarán un tablero adicional en forma rectangular con esquinas redondeadas, para formar un conjunto.

Las dimensiones que tendrán las señales y los tableros adicionales, considerando el camino como una vía rápida urbana se muestran en la tabla (V.10.1.1).

Las señales que requieren una explicación complementaria, además de símbolo llevarán un tablero adicional en forma rectangular con esquinas redondeadas, para formar un conjunto.

Las dimensiones que tendrán las señales y los tableros adicionales, considerando el camino como una vía rápida urbana se muestran en la tabla (V.10.1.1).

TABLA V.10.1.1

SEÑAL	DIMENSIONES EN CM	U S O
Todas las señales	61 x 61	En caminos estatales y zonas urbanas y suburbanas.
Todas las señales	71 x 71	En caminos federales y vías rápidas.
Todas las señales	91 x 91	En caminos de alta velocidad y vías rápidas urbanas.
Todas las señales	122 x 122	En autopistas.
Placa adicional para velocidad de precaución	45 x 45	Con la señal preventiva en curva, formando un conjunto.
Velocidad de salida	60 x 80	En salidas de autopistas.
Indicador de alineamiento peligroso.	60 x 80	En curvas.
Placa adicional de distancia.	86 x 25	Donde se considere necesario, de acuerdo al tamaño de la señal preventiva.
	100 x 25	Donde se considere necesario, de acuerdo al tamaño de la señal preventiva.
	128 x 25	donde se considere necesario, de acuerdo al tamaño de la señal preventiva.

#### Color

Los colores de las señales preventivas utilizadas, serán en acabado reflejante. Amarillo para el fondo, y negro para los símbolos, leyendas, caracteres y filete.

## Colocaci3n

### Longitudinal

Las se~ales preventivas se colocaran antes del riesgo que se trate de se~alar, a una distancia que depende de la velocidad de aproximaci3n, de acuerdo a la siguiente tabla:

D I S T A N C I A   A L   R I E S G O

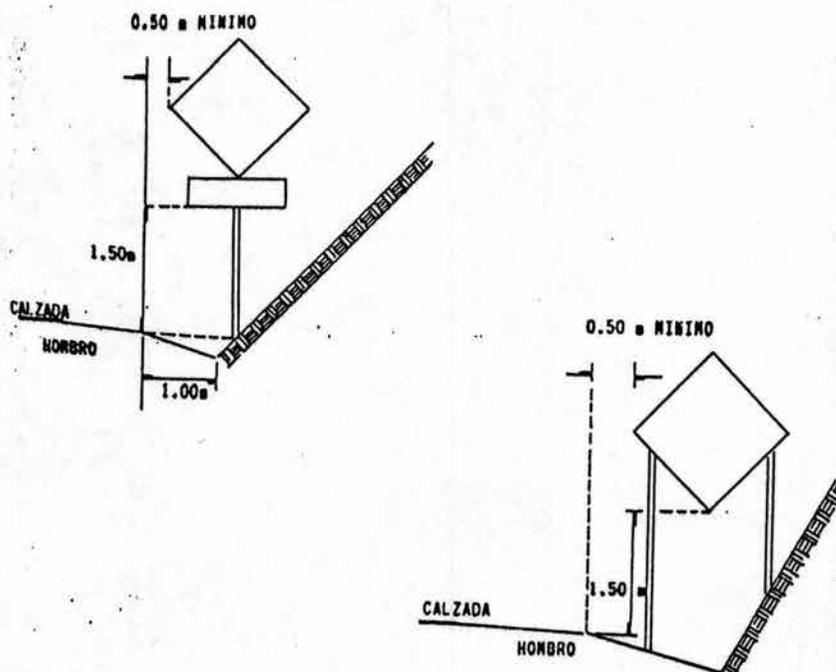
TABLA V.10.1.2

VELOCIDAD EN KM/HR.	30	40	50	60	70	80	90	100	110
DISTANCIA EN M.	30	40	55	75	90	115	135	155	175

Con nuestra velocidad de proyecto, de 75 Km/h la distancia de colocaci3n de la se~al ser~ de 100 m.

### Lateral

Cuando la carretera est~ en corte, el poste deber~ colocarse en el talud, a nivel del hombro aproximadamente pero sin obstruir el ~rea hidr~ulica de la cuneta con las medidas que marcan la FIGURA V.10.1.1.



FIGURAS V.10.1.1 Y V.10.1.2

Para los casos en que el tama~o de la se~al y la inclinaci3n del talud del corte ocasionen que la ubicaci3n del poste obstruya el ~rea hidr~ulica de la cuneta, se podr~ utilizar un solo poste

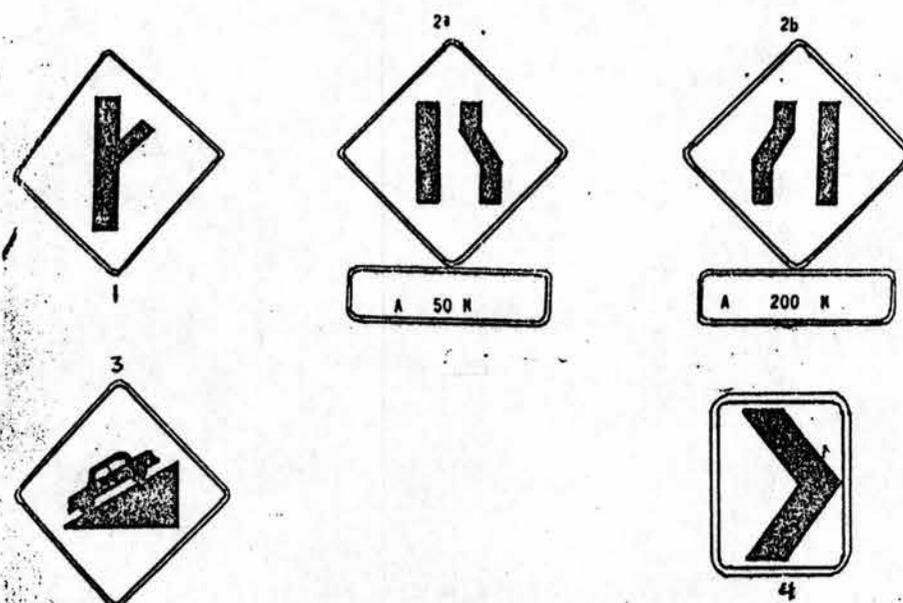
excéntrico, o dos postes simétricos, de tal manera que el funcionamiento de la cuneta no sea obstruido.

Figura V.10.1.2

Las señales preventivas utilizadas para nuestro proyecto al igual que la clave con la que se identifica en el Manual de la CGT, las dimensiones y la cantidad de señales a emplear se muestran en la siguiente tabla:

TABLA V.10.1.3

SERIAL	CLAVE	NUMERO	DIMENSIONES (CM)	CANTIDAD
PREVEN- TIVA	P-15	1	91 x 91	1
	P-17	2a	91 x 91	1
		2b	91 x 91	1
	P-25	3	91 x 91	2
	P-40	4	61 x 80	20
	Placa Adicional	5	25 x 86	1



## B) SEÑALES RESTRICTIVAS

Las señales restrictivas tienen el propósito de informar a los usuarios, de la existencia de reglamentaciones que rigen el tránsito de vehículos y peatones. Se colocarán en el lugar donde exista alguna limitación o prohibición, quedando la placa o tablero siempre en posición vertical y a 90° con respecto al eje del camino. Sus dimensiones aparecen en la tabla (V.10.1.4), tomando en consideración nuestro camino como vía rápida urbana.

Las señales restrictivas que requieran una explicación adicional, además del símbolo llevarán una placa complementaria en forma rectangular para hacer un conjunto. Las dimensiones de dicha placa serán de acuerdo a la dimensión de la señal principal y al número de renglones que llevará la placa adicional tabla (V.10.1.5).

TABLA V.10.1.4

SERIAL	DIMENSIONES EN CM	U S O
Alto	30 por lado	En carreteras rurales con ancho de corona mayor de 9.00 m y avenidas principales urbanas.
Ceda el paso	70 por lado	En carreteras rurales con ancho de corona hasta 9.00 m y en calles y avenidas principales urbanas.
Todas las demás	61 x 61	En carreteras rurales con ancho de corona menor de 6.00 m y calles urbanas.
Todas las demás	71 x 71	En carreteras rurales con ancho de corona mayor de 6.00 y hasta de 9.00 m. Y para avenidas principales urbanas.
Todas las demás	91 x 91	En carreteras rurales con ancho de corona mayor de 9.00 m y hasta 12.00 m en vías rápidas urbanas y en carreteras de cuatro carriles, donde se pueden ubicar para el mismo sentido en ambos lados.
Todas las demás	122 x 122	En carreteras rurales con cuatro carriles, con o sin separador central.

PLACA ADICIONAL

TABLA V.10.1.5

Dimensión de la señal en cm	Dimensiones de la placa adicional correspondiente en cm.	
	1 renglón	2 renglones
122 x 122	30 x 122	60 x 122
91 x 91	30 x 91	60 x 91
71 x 71	20 x 71	40 x 71
61 x 61	20 x 61	40 x 61

## Color

Todas las señales restrictivas tendrán el fondo blanco de acabado reflejante; el anillo y la franja diagonal en rojo, el filete, letras y símbolos en negro.

El color de la placa adicional será también de fondo blanco reflejante.

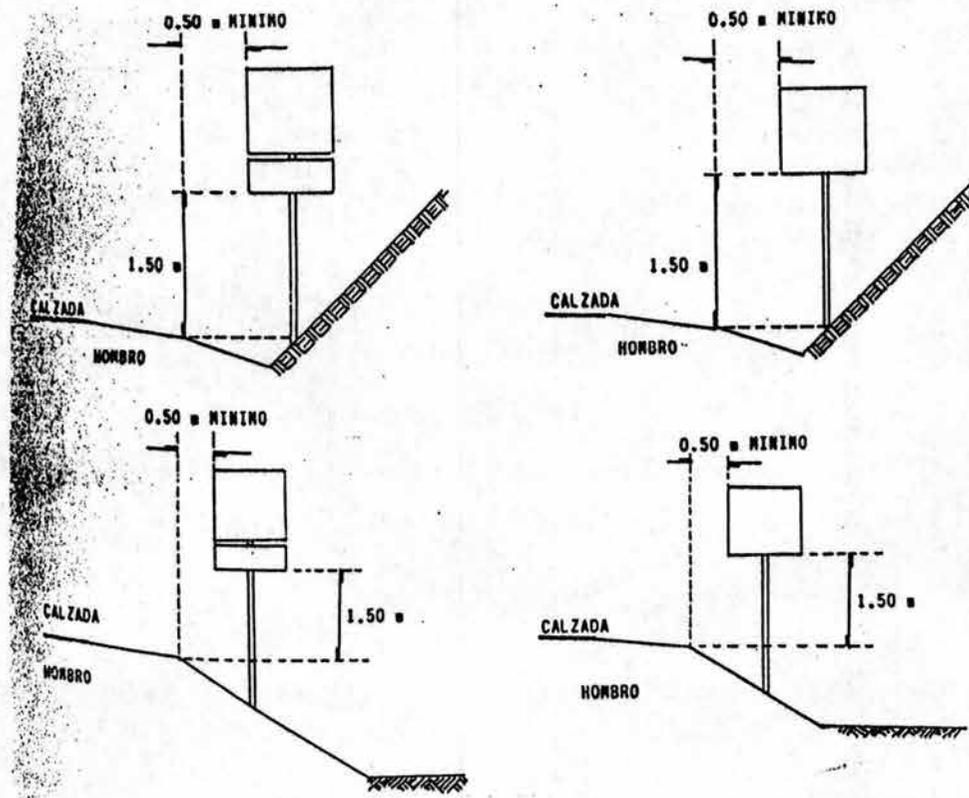
## Colocación

### Longitudinal

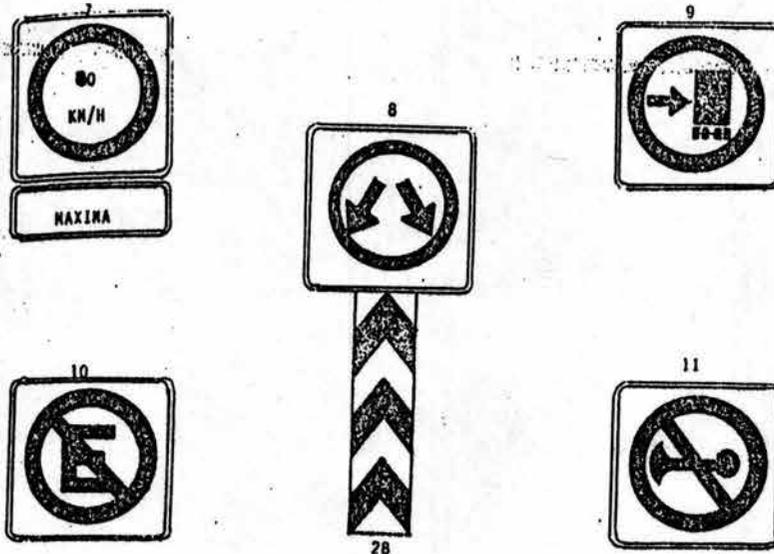
Las señales restrictivas se colocarán en el punto mismo donde aparece la restricción o prohibición.

### Lateral

En cuanto a la colocación lateral de las señales restrictivas, estas se harán siguiendo las mismas recomendaciones de colocación de las señales preventivas y respetando las distancias que aparecen en las figuras (V.10.1.3 y V.10.1.4).



FIGURAS V.10.1.3 Y V.10.1.4



Las señales restrictivas empleadas son:

TABLA V.10.1.6

SERIAL	CLAVE	NUMERO	DIMENSIONES	CANTIDAD
	R-4	7	91 x 91	4
	R-6	8	91 x 91	3
	R-8	9	91 x 91	4
	R-21	10	91 x 91	8
	R-31	11	91 x 91	1
	Placa adicional	12	25 x 91	3

### C) INFORMATIVAS

Son láminas fijas en postes o estructuras, con leyendas y/o símbolos y/o números que tienen por objeto proporcionar información al usuario sobre nombres, distancias y direcciones de ciudades poblados u otros destinos, así como identificar parques, bosques, kilometrajes, etc., suministrando información útil, de una forma sencilla y directa.

Las señales informativas se clasifican en cinco grupos:

- 1.- De identificación
- 2.- De destino
- 3.- De recomendación
- 4.- De información general
- 5.- De servicios

De las cuales para nuestro diseño sólo eligiremos 2 y 3

## Señales informativas de destino:

Se usarán para informar a los usuarios sobre el nombre y ubicación de cada uno de los destinos que se presenten a lo largo de su recorrido.

### Forma

Las señales informativas de destino, son láminas rectangulares con las esquinas redondeadas, colocadas con su mayor dimensión horizontal.

### Color

Las señales informativas de destino elevadas, serán láminas con fondo color verde, con filete, letras, número, flechas y escudo federal blanco reflejante. Las señales bajas serán de fondo blanco con filete, letras, flechas y escudos negros.

Independientemente de los colores característicos de cada señal, todas llevarán el poste y el reverso pintado de color verde mate.

### Colocación

#### Longitudinal

De acuerdo con su ubicación longitudinal, las señales informativas de destino se clasifican en previas, decisivas y confirmativas.

Las señales previas deben colocarse anticipadas a la intersección, a una distancia tal que permita a los conductores conocer los destinos y preparar las maniobras necesarias para tomar el elegido, la distancia recomendable por ser el camino de 4 carriles oscila entre 250 m y 500 m. del entronque que indique el carril y destino.

La señal decisiva se colocará en el punto donde el usuario efectuará la maniobra para tomar la ruta por lo que se ha decidido.

Las señales confirmativas se colocarán después de la intersección, a una distancia menor de 100 m. de la intersección.

#### Lateral

Las señales se colocarán de tal manera que la orilla interna de la lámina de las señales bajas o el poste de las señales elevadas, queden a una distancia no menor de 50 cm de la proyección vertical del hombro del camino, de acuerdo a la figura siguiente.

Figura V.10.1.5

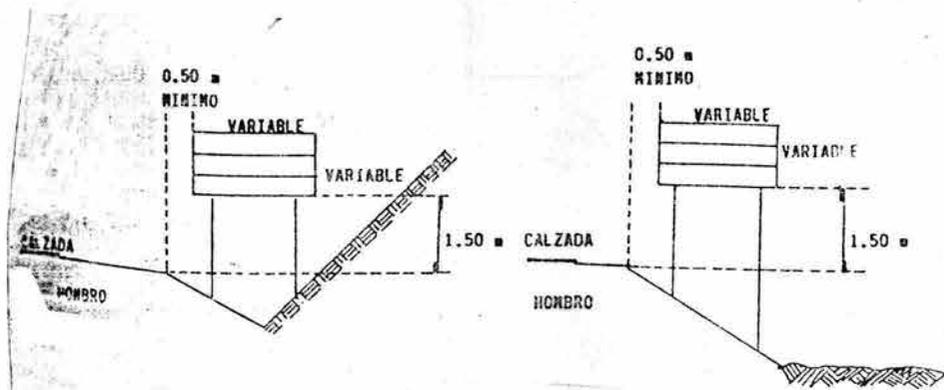


FIGURA V.10.1.5

Tamaño

Las dimensiones de las señales informativas de destino, tanto bajas como elevadas, dependen del ancho de corona y para nuestro diseño utilizaremos las tablas subsecuentes teniendo como dato un camino de 4 o más carriles.

Señales Bajas

Dimensiones

TABLA V.10.1.7

ANCHO DE CORONA	ALTURA DE LETRA (CM)	ALTURA DE LA LAMINA (CM)	ALTURA DEL ESCUDO (CM)	LONGITUD DE FLECHA (CM)
Menor de 6.00 m.	15	30	30	22.5
De 6.00 a 9.00 m	20	40	40	30
De 9.00 a 12.00 m	25	55	50	37.5
4 o más Carriles	30-35	86	50	37.5
Diagramáticas	30-35	122 a 366	50	variable

Señales Altas O Elevadas

Dimensiones

TABLA V.10.1.8

NUMERO RENGLONES	ALTURA DE LETRA (CM)	ALTURA DE LA LAMINA (CM)	ALTURA DEL ESCUDO (CM)	LONGITUD DE LA FLECHA (CM)	USO
1	30	91	61	45	Carreteras de 2 carri- les.
1	35	91	61	52.5	Carreteras de 4 carri- les.
2	30	122	60	45	Carreteras de 4 carri- les o más.
2		122	60	45	Carreteras de 4 carri- les o más.
1 Con flecha hacia abajo*	35		60	36	Carreteras de 4 carri- les o más en puente.

\* Para indicar el destino del carril

La longitud de las láminas se definirá en función del mayor número de letras que tenga el nombre del destino.

Señales Informativas De Recomendación

Se utilizarán con fines educativos, para recordar a los usuarios determinadas disposiciones o recomendaciones de seguridad que conviene observar durante el recorrido del camino.

La forma que llevarán las señales informativas de recomendación es rectangular con las esquinas redondeadas y colocadas con su mayor dimensión horizontal, con apoyos adecuados.

Las placas tendrán el fondo blanco reflejante, con letras y filete en negro.

Colocación

Longitudinal

La colocación de estas señales no deberá interferir en ningún caso con cualquiera de los otros tipos de señales, y de preferencia se ubicarán en tramos donde no existen aquéllas.

## Lateral

La colocación lateral y la altura de este tipo de señales son similares a las que muestran en las figura (V.10.1.5).

## Tamaño

Las señales informativas de recomendación tendrán las dimensiones que se muestran en la tabla (V.10.1.9), considerando para el diseño una carretera de cuatro o más carriles.

TABLA V.10.1.9

NUMERO DE RENGLONES	ALTURA DE LETRAS (CM)	ALTURA DE LA LAMINA (CM)	U S O
1	15	30	Carretera con ancho de corona menor de 6.00 m.
2	15	61	
1	20	40	Carretera con ancho de corona de 6.00 a 9.00 m.
2	20	71	
1	25	61	Carretera con ancho de corona mayor de 9.00 m o carreteras de cuatro o más carriles.
2	25	91	

La longitud de las placas se definirá en función del número de letras que tenga el texto de la recomendación.

No se pondrán más de cuatro palabras por renglón, y en ningún caso la señal tendrá más de dos renglones por texto.

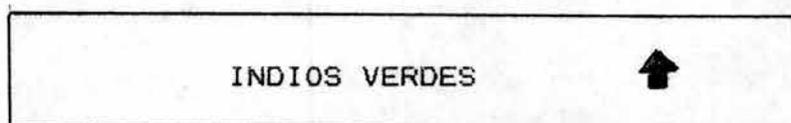
Las señales informativas empleadas son:

TABLA V.10.1.10

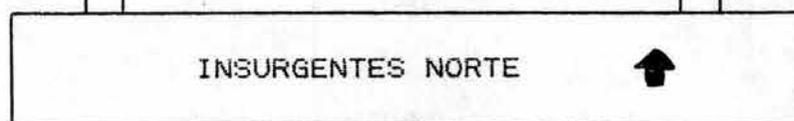
SERIAL	CLAVE	NUMERO	DIMENSIONES	CANTIDAD
	I-d-15	13a	40 x 180	1
		13b	40 x 180	1
		13c	40 x 180	1
		14a	40 x 180	1
		14b	40 x 180	1
		14c	40 x 180	1
		I-d-18	15a	122 x 305
15b	122 x 305		1	
16a	122 x 305		1	
16b	122 x 305		1	
17a	122 x 305		1	
17b	122 x 305		1	

14

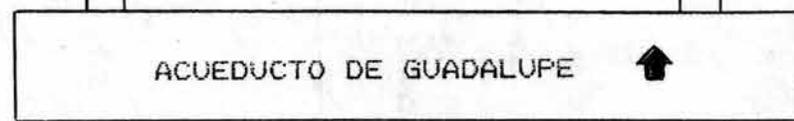
a)



b)

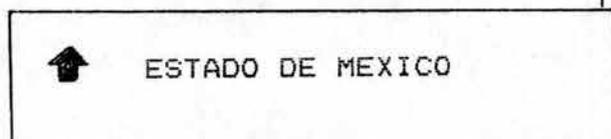


c)

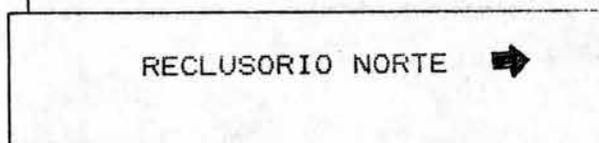


15

a)

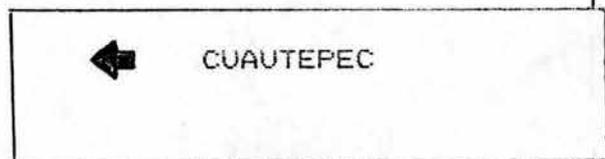


b)

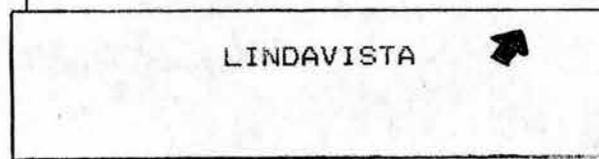


16

b)



c)





Informativas de destino	I-d-19	18a	122 x 244	1
		18b	122 x 244	1
Informativas	I-r-28	19	61 x 180	2
De	I-r-39	20	61 x 180	1
Recomendación	I-r-41	21	61 x 180	4
	I-r-44	22	61 x 180	1
	I-r-45	23	61 x 180	4
	I-r-46	24	61 x 180	1
	I-r-47	25	61 x 180	1

### Marcas

Son las indicaciones que se aplican sobre la superficie de rodamiento, guarniciones y estructuras, dentro de o adyacentes a las vías de circulación, a base de pintura, materiales termoplásticos o vialetas de diferentes tipos.

Las marcas en el pavimento, tienen por objeto el delimitar claramente las partes de la calzada reservada a diferentes vías de circulación, o a cierto tipo de vehículos, así como indicar los movimientos a ejecutar. Son el complemento necesario del proyecto geométrico en general.

Para este proyecto en particular y de acuerdo al manual de dispositivos de la CGT, sólo utilizaremos las siguientes marcas de acuerdo a su clasificación.

### Marcas En El Pavimento

#### M-4 Raya separadora de carriles

Serán discontinuas de color blanco, en segmentos de 2.5 m de longitud, con espacio de 5.0 m utilizando a la mitad de este espacio una vialeta de 10 x 10 x 2 cm, que lleva una cara de color amarillo para guiar al usuario sin distraer su vista del camino.

Además de las rayas discontinuas, los dos carriles de la derecha de cada vialidad llevarán una raya adicional continua de color blanco; que servirá para indicar que estos carriles son exclusivos para la circulación de vehículos pesados y autobuses.

M-5 Rayas en las orillas de la calzada, para delimitar la superficie de rodamiento, FIGURA V.10.1.6.

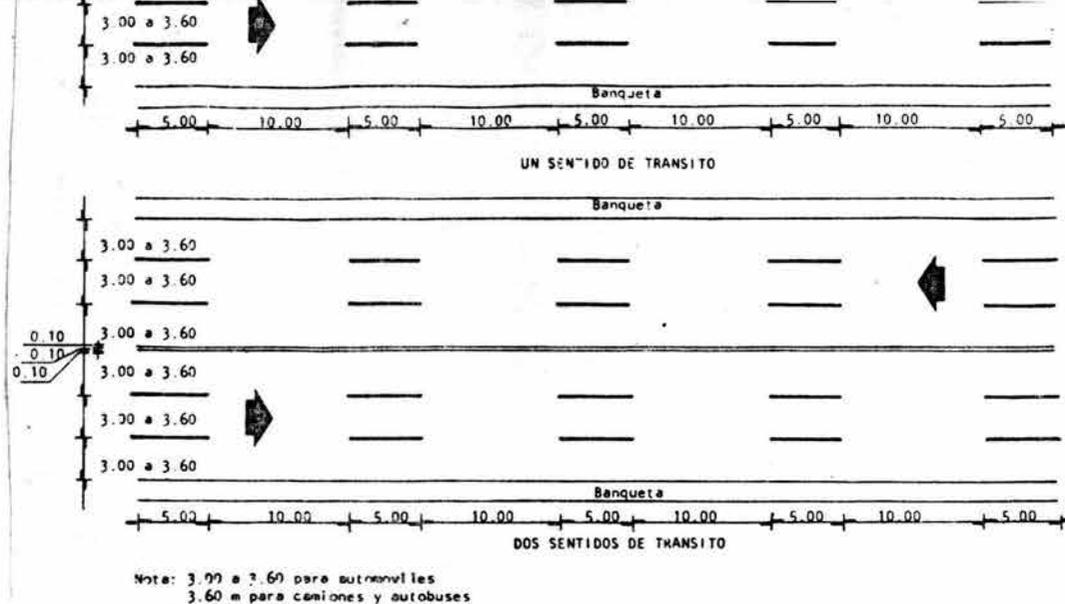


FIGURA V.10.1.6

Deberán ser rayas continuas de color amarillo, con un ancho de 10 cm, marcadas en la orilla de la calzada, a todo lo largo de la carretera. Como se muestra en la figura anterior.

M-6 Rayas canalizadoras.

Son las que sirven como guía para encauzar el tránsito en ciertas direcciones, y también para formar isletas y canalizar el tránsito en la entrada y salida de nuestra vía rápida urbana.

Las rayas que delimiten el encauzamiento de los vehículos, serán continuas. Estarán pintadas de blanco y tendrán 10 cm de ancho; en los dos casos que se presentan formarán una isleta o faja separadora. Esta zona neutral deberá marcarse con rayas continuas en forma de flecha, que serán de color blanco, con un ancho de 20 cm y estarán separadas entre si por 1.00 m. Figura (V.10.1.7).

Se colocarán también vialetas en las rayas laterales continuas, con la finalidad de hacer sentir a los conductores que llevan una trayectoria errónea.

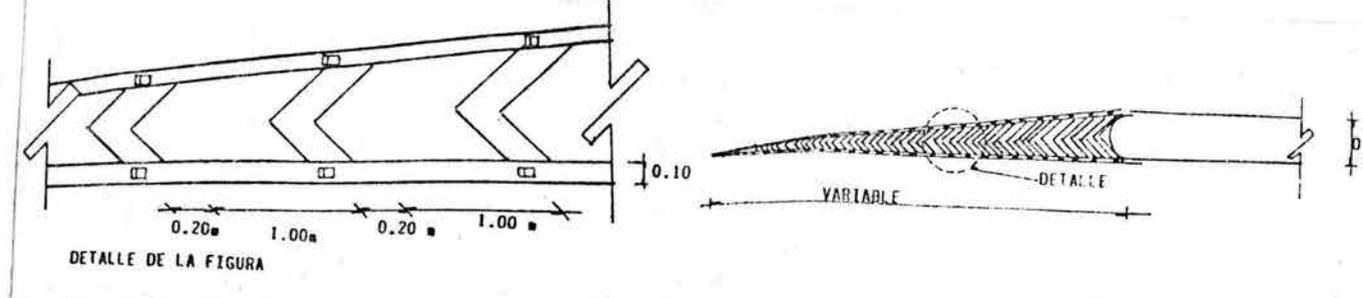


FIGURA V.10.1.7

M-11 Leyendas y símbolos para regular el uso de carriles

Como se había mencionado anteriormente existirá un carril para vehículos pesados del cual, será exclusivo de autobús y llevará un rombo y una leyenda con las siguientes dimensiones. Figura (V.10.1.8).

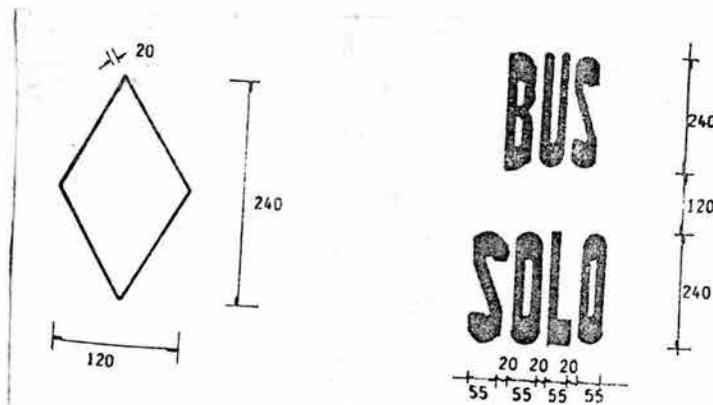


FIGURA V.10.1.8

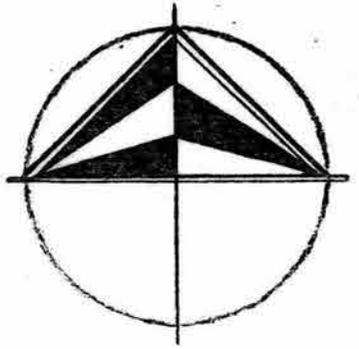
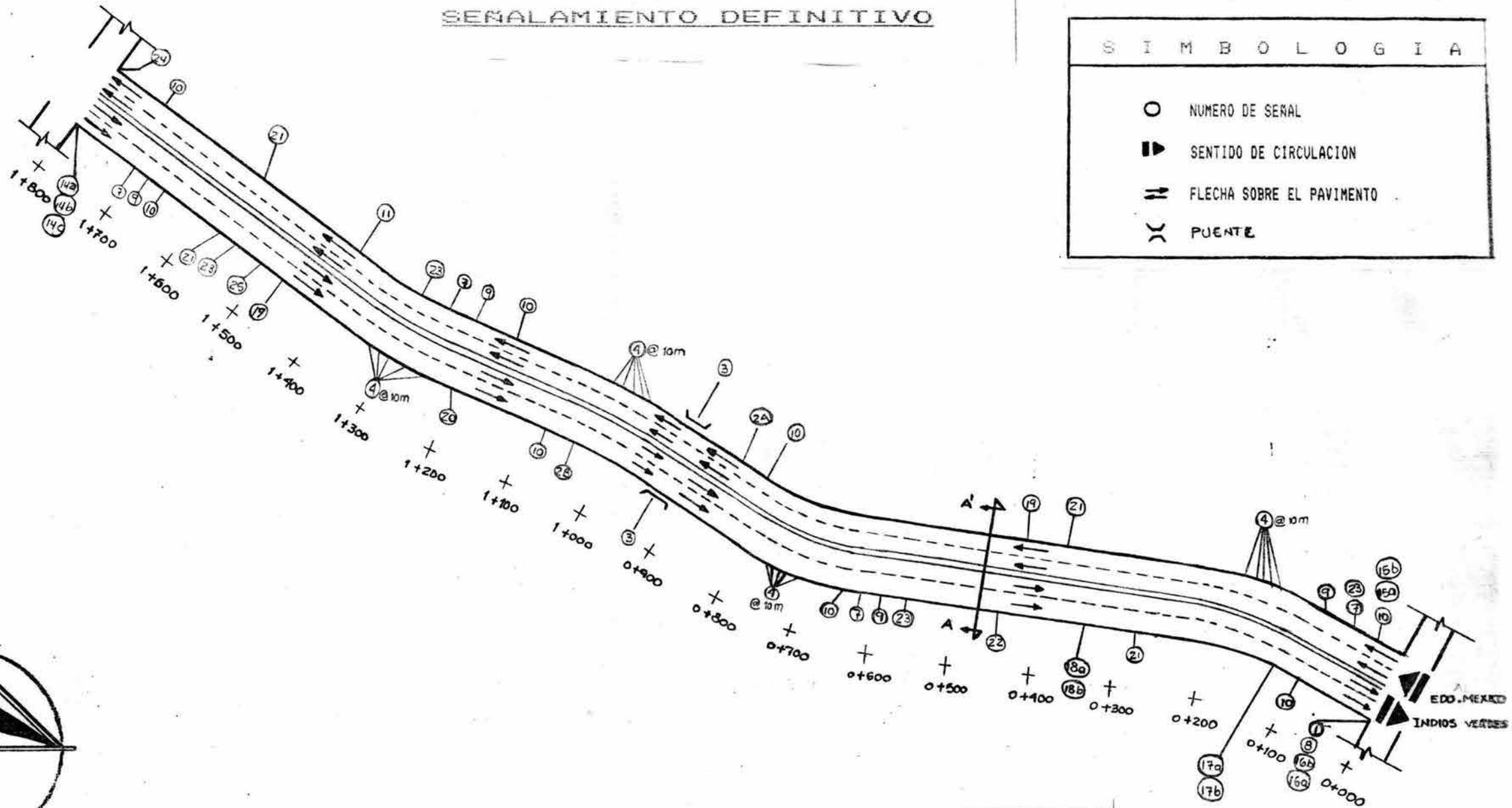
En realidad el proceso constructivo del señalamiento preventivo, restrictivo e informativo es similar, las piezas componentes de cada señal son elaboradas con especificaciones de resistencia y colores de acuerdo con las normas de la Coordinación General de Transporte, estas son transportadas al camino y distribuidas de acuerdo con el diseño. Para su colocación se excavó manualmente a fin de empotrar el tubular de 2" x 2" que soporta el señalamiento aproximadamente 50 cm, el cual se ahoga con concreto de  $f'c = 100$  Kg/cm, el anuncio elaborado con lámina del 16 se fija con tornillos de 1 cm de diámetro.

En la siguiente Figura (V.10.1.9) se muestra el detalle de construcción.

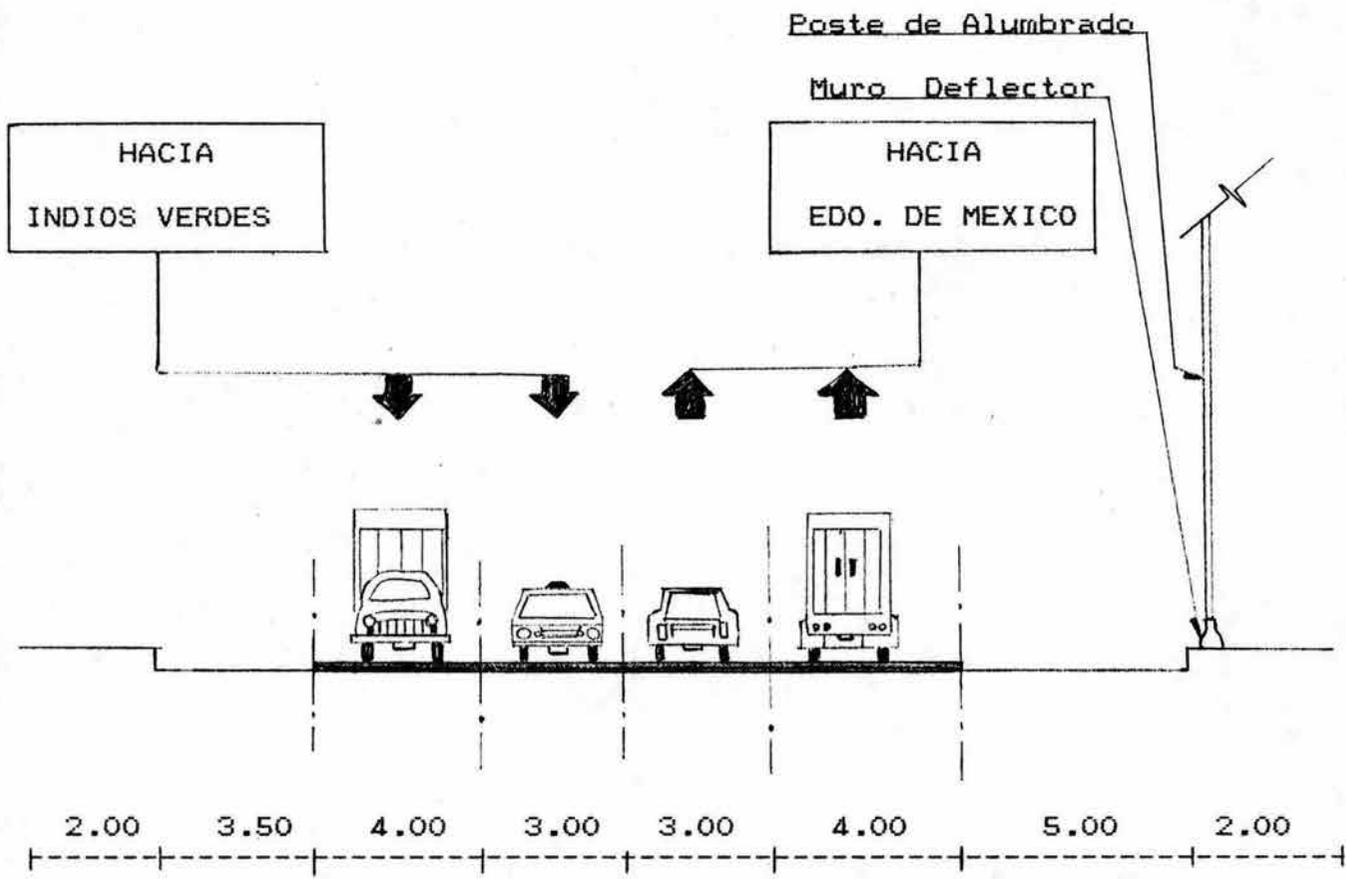
# CALZADA DE CHALMA-GUADALUPE

## SEÑALAMIENTO DEFINITIVO

S I M B O L O G I A	
○	NUMERO DE SEÑAL
▶	SENTIDO DE CIRCULACION
↔	FLECHA SOBRE EL PAVIMENTO
⌒	PUENTE

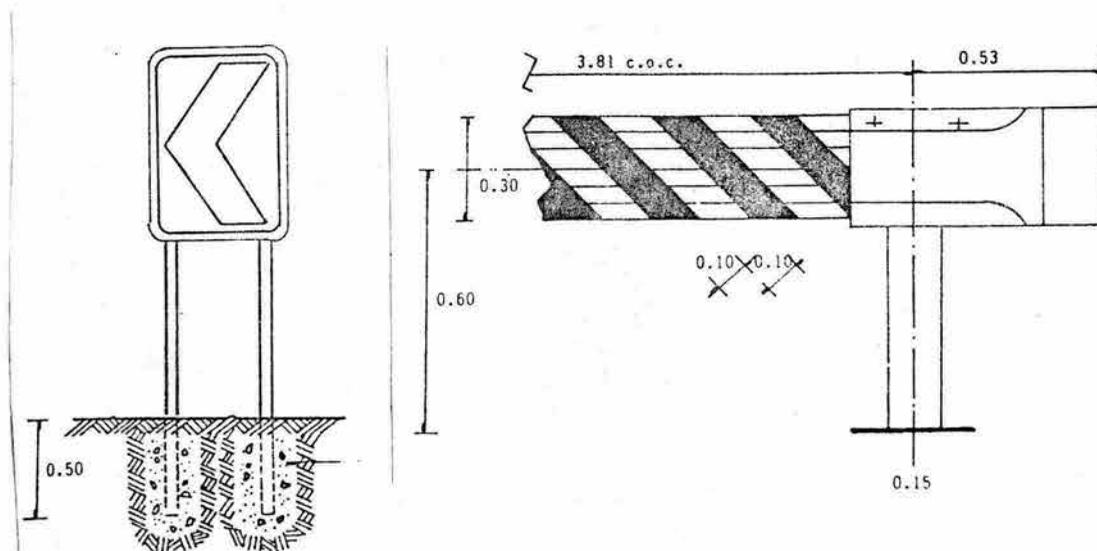


U.N.A.M.  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 CROQUIS V.10.1



SECCION A-A'

Esta otra se ahogó al momento de tolar el bordillo, en la parte superior de la placa se soldó al poste, que sirve de sosten a la protección, la soldadura fue del tipo eléctrica, para sujetar la señal en este caso de tipo lámina acanalada, se utilizaron dos tornillos en los extremos y 3 en la parte central la fijación de éstos se realizó de forma manual, posterior a ello se procedió al pintado. Con las dimensiones y colores en función de las normas. Las dimensiones se muestran en la Figura (V.10.1.10).



FIGURAS V.10.1.9 Y V.10.1.10

Para la separación del carril que alojará el tránsito pesado se trazó del lado anterior de éste dos líneas paralelas continuas de color blanco, de 10 cm de espesor y 10 cm de separación, el ancho de este carril es de 4 m, pero el siguiente se trazó del mismo ancho pero sólo con una línea discontinua de 10 cm de ancho y 2.5 m de longitud, con separaciones entre sí de 5 m, los carriles subsecuentes se trazaron de 3.50 m de ancho con las características del carril anterior.

El suministro y control de los materiales corrió a cargo del D.D.F.

## V.10.2 ILUMINACION

Esta ampliación contará con alumbrado en toda la vialidad. Para este trabajo no se consideró el diseño eléctrico debido a que este pertenece a otra rama de la ingeniería, solamente se trataran los asuntos relacionados con obra civil, a fin de quedar esquematizado lo concerniente al proceso constructivo.

La fabricación y colocación de los postes y accesorios para alumbrado se concesionaron a empresas particulares. Las cuales

deben seguir las normas y lineamientos establecidos por la compañía de Luz y Fuerza del Centro (CLF).

El detalle del poste y los accesorios que lo componen, lo mismo que sus dimensiones se muestran en la siguiente Figura (V.10.2.1).

La distancia de colocación entre postes es de 50 m, medida de eje a eje, utilizando un arreglo tresbalillo como se muestra en el Croquis (V.10.2.1).

En la cimentación se utiliza una base de concreto armado (Prefabricada con  $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ ) en forma de tronco piramidal, que sirve de soporte al poste de acero. Los detalles y dimensiones de esta base aparecen en la Figura (V.10.2.2).

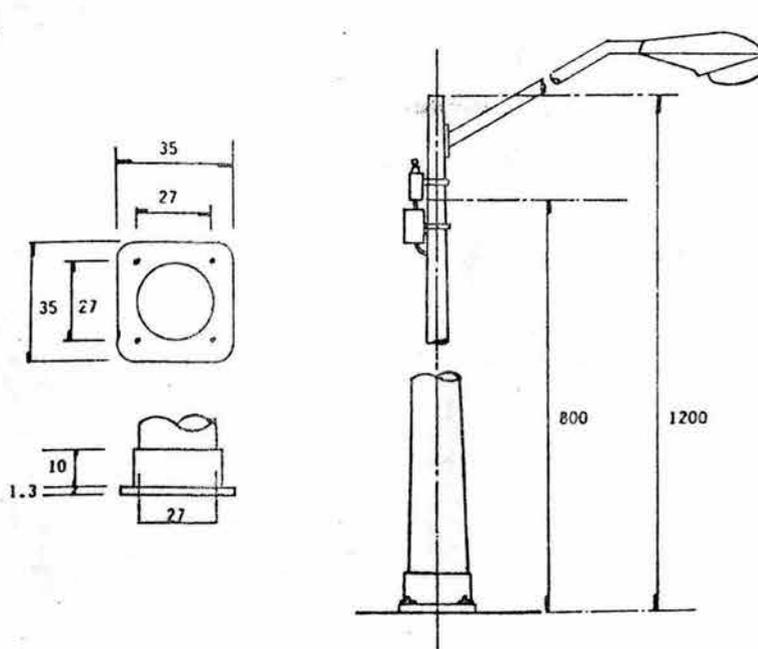


FIGURA V.10.2.1

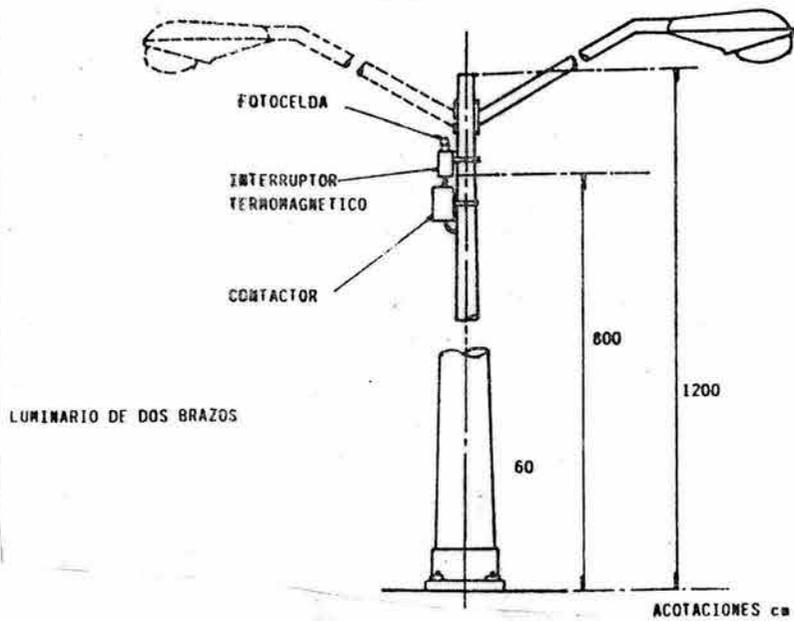


FIGURA V.10.2.1

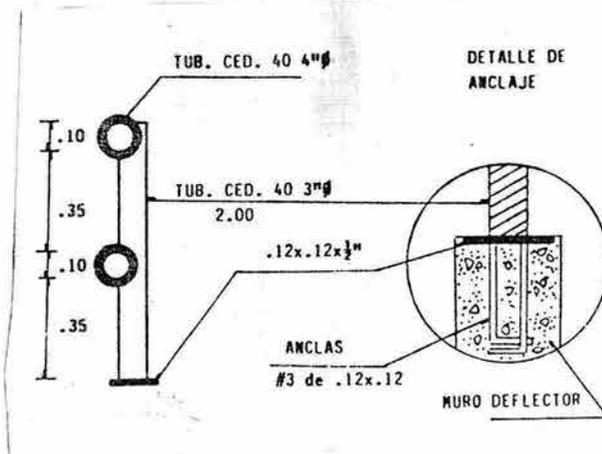


FIGURA V.10.2.2

Se acomoda el cimientó con un cargador frontal sobre neumáticos e inmediatamente después se rellena la excavación con el mismo material retirado de ésta, hasta tapar totalmente el cimientó.

El funcionamiento de este cimiento debido a su peso (1.5 Ton.) es por gravedad. Ver Figura (V.10.2.3).

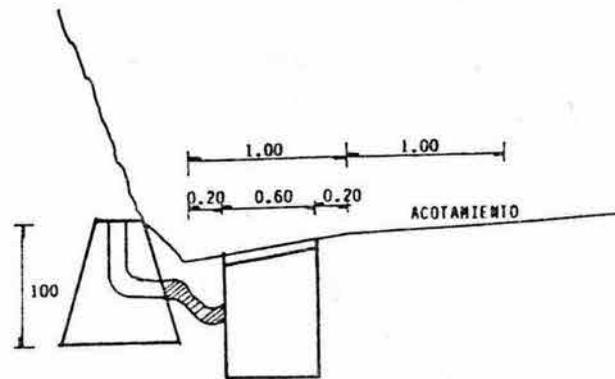
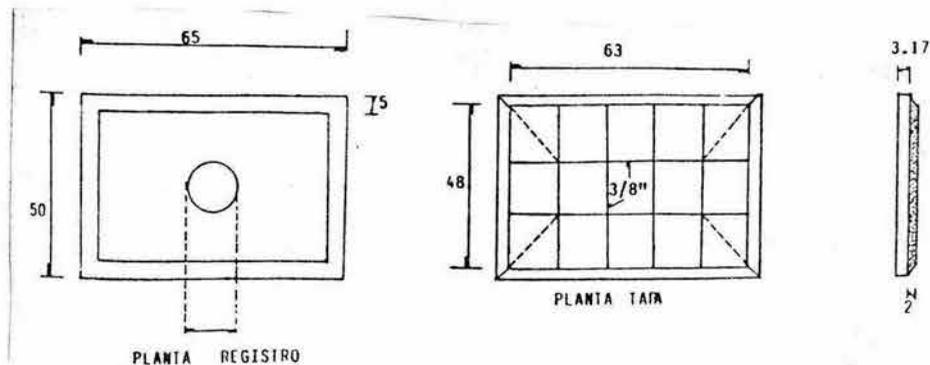


FIGURA V.10.2.3

En los casos en que la ubicación de cimientos corresponden a partes donde hay que proteger el talud, estos se ahogan total o parcialmente en el mismo concreto de protección dándoles un mayor empotramiento.

Para la alimentación de la energía eléctrica, en cada poste se coloca un registro de concreto armado llamado de candelabro de 50 cm x 65 cm x 64 cm, que se cuela en el lugar utilizando cimbra de maderas y concreto con  $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ . Ver Figura (V.10.2.4).

Este registro cuenta con una tapa que tiene un marco de Fo. Ángulo ( $1 \frac{1}{4}'' \times 1 \frac{1}{4}'' \times \frac{3}{16}''$ ), armada con varilla de  $\frac{3}{8}'' \text{ } \emptyset$  y colada utilizando una charola con concreto  $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ . Ver Figura (V.10.2.5).

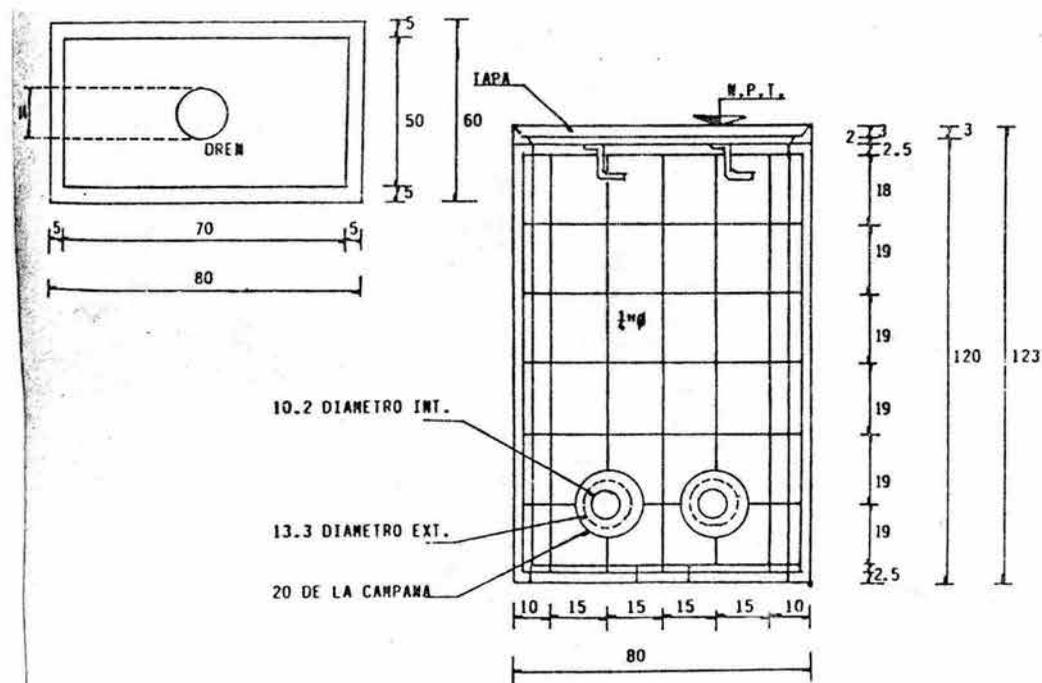


FIGURAS V.10.2.4 Y V.10.2.5

El conductor eléctrico que alimenta a cada circuito hasta el nivel de los registros, es calibre del No. 6 AWG (Cadena Cruzada) y el que alimenta a los luminarios es calibre No. 10 THW.

Además de los registros de candelabro se colocan registros llamados de paso, que dan la alimentación de energía eléctrica a todo el circuito, cuya acometida es determinada en campo con C.D.F.

El registro de paso es también de concreto armado de 60 x 80 x 1.24 cm, utilizado cimbra de madera y concreto con  $f'c = 150$  Kg/cm<sup>2</sup>, de agregado máximo (3/4") y varilla de 1/4" Ø para el armado. Ver Figuras (V.10.2.6 y V.10.2.7).



FIGURAS V.10.2.6 Y V.10.2.7

Se coloca un marco para registro de fierro con ángulo (1 1/2" x 1/2" x 3/16"), que utiliza como anclas varillas de 3/8" de Ø distribuidas según se muestra en la Figura (V.10.2.8). Dicho marco queda empotrado al registro cuando se hace el colado.

La tapa que tiene las mismas características que las tapas de registro de candelabro exceptuando sus dimensiones, se solda al marco para quedar terminado el registro de paso.

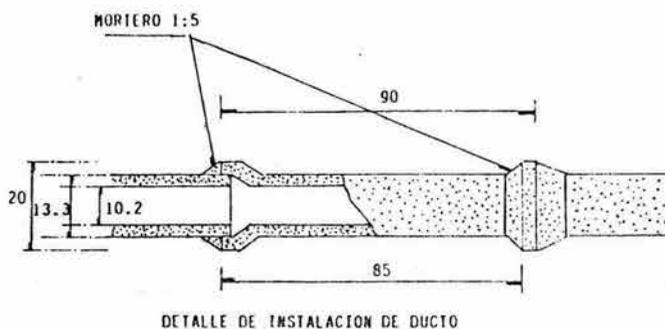
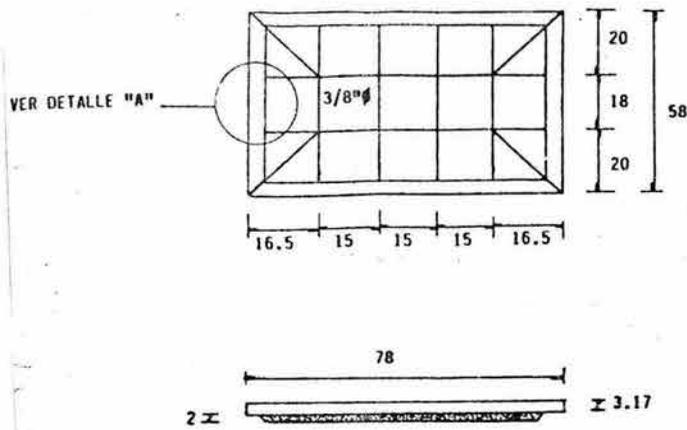


FIGURA V.10.2.8

### INSTALACION DE TUBERIAS

Los ductos son de concreto de 10 cm de diámetro interior y llevan un recubrimiento asfáltico también interior de 3mm de espesor. El junteo de estos se hace con mortero de cemento proporción 1:5, el detalle de instalación se muestran en la Figura (V.10.2.8).

La pendiente normal de colocación de tuberías hacia los registros, ya sea de candelabro o de paso es del 3%.

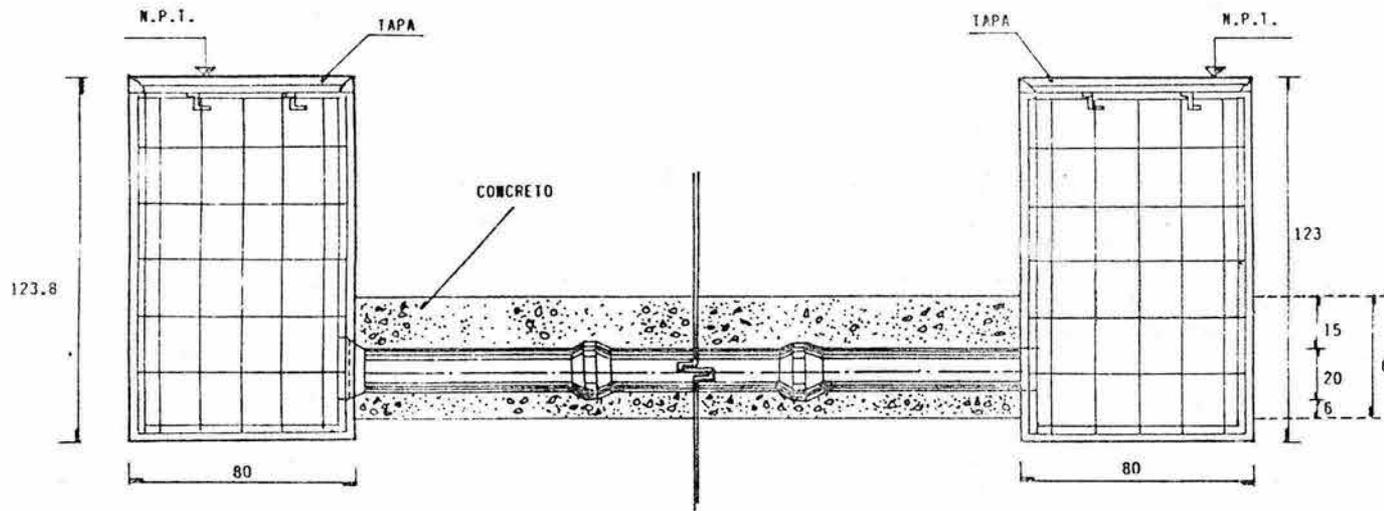
Cuando los ductos se encuentran ubicados en camellón o banqueta, es decir, los que alimentan a los registros de candelabro, su instalación se hace a 50 cm de profundidad y un ancho de zanja de 30 cm, con los detalles que muestran en la Figura (V.10.2.9).

El relleno es del material producto de la excavación, dándole una ligera compactación manual.

En los registros de paso se utilizan dos ductos que cruzan el arroyo, se instalan para su protección a una profundidad de 110 cm, con un ancho de zanja de 50 cm, Figura (V.10.2.10).



FIGURA V.10.2.11

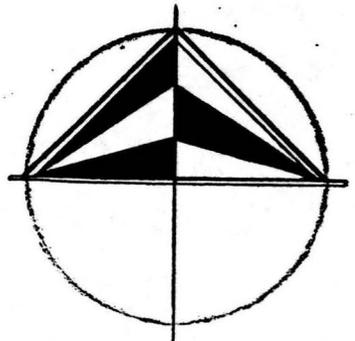
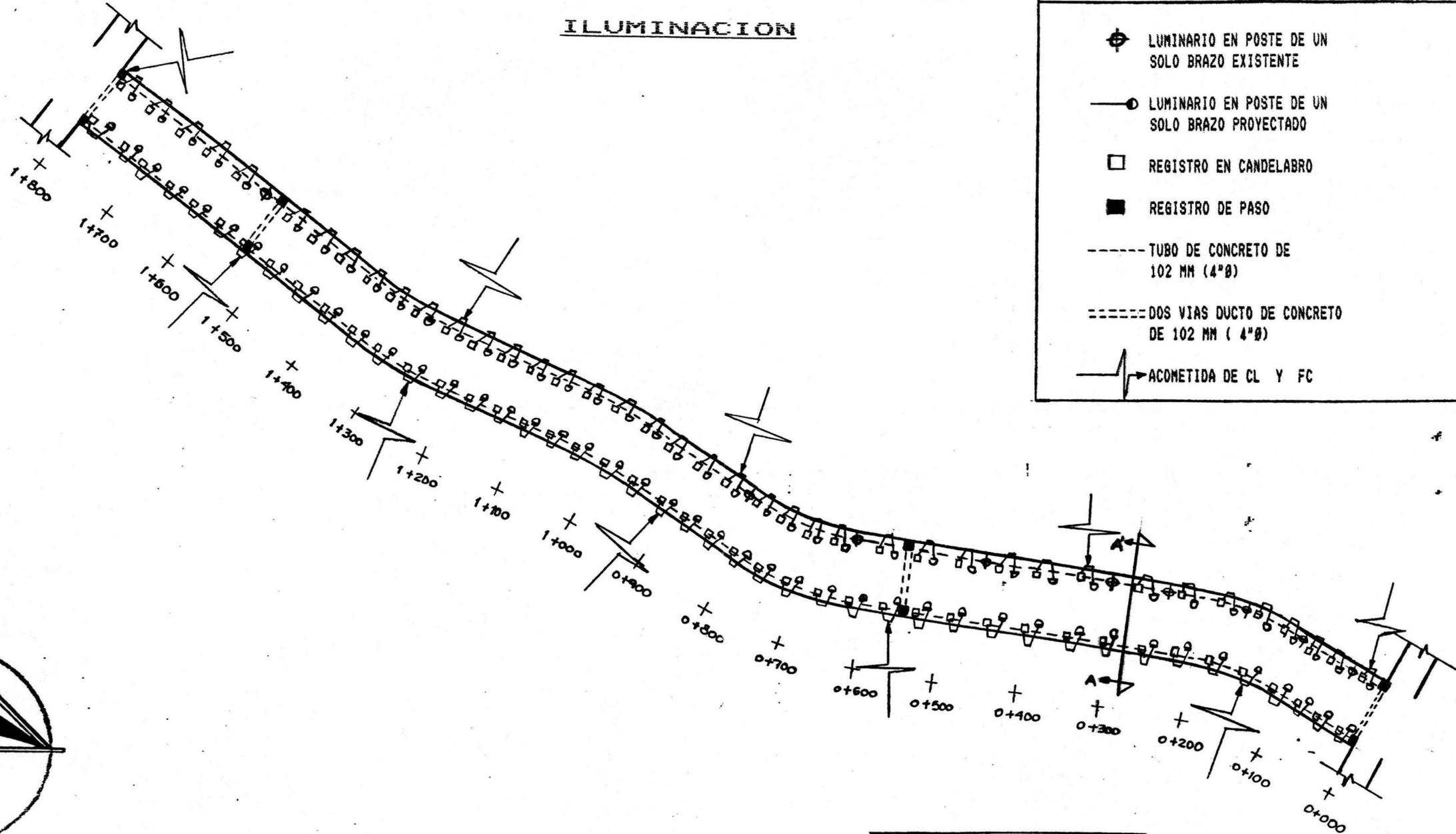


ACOTACION EN CM

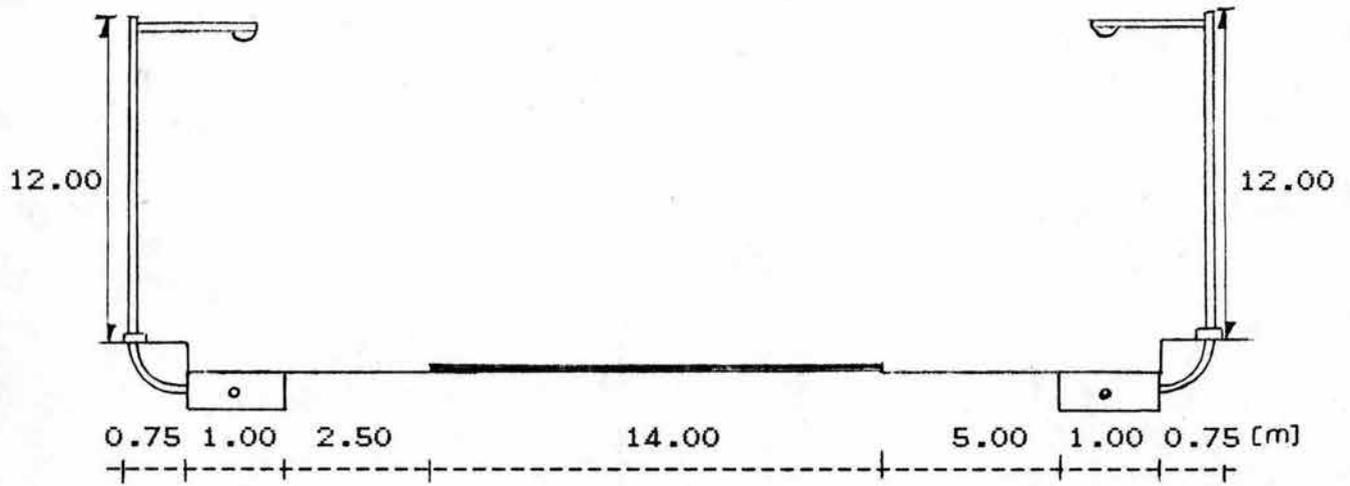
# CALZADA DE CHALMA-GUADALUPE

## ILUMINACION

S I M B O L O G I A	
	LUMINARIO EN POSTE DE UN SOLO BRAZO EXISTENTE
	LUMINARIO EN POSTE DE UN SOLO BRAZO PROYECTADO
	REGISTRO EN CANDELABRO
	REGISTRO DE PASO
	TUBO DE CONCRETO DE 102 MM (4"Ø)
	DOS VIAS DUCTO DE CONCRETO DE 102 MM (4"Ø)
	ACOMETIDA DE CL Y FC



U.N.A.M.  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CROQUIS V.10.2.1



SECCION A-A'

### V.10.3 PARAPETOS

Se construyen varios tipos de barreras a lo largo de las vías de camino a fin de redirigir a los vehículos erráticos en paralelo al flujo de tráfico y para reducir los accidentes, evitando que los vehículos entren en las zonas peligrosas. Se han producido muchos tipos de barreras para lograr estos resultados.

Una práctica regular es evitar las barreras cuanto sea posible, eliminando los riesgos. Sin embargo, hay muchas situaciones que requieren su empleo. Cuando deban usarse, es deseable emplear el sistema de barreras que permitan la mayor desviación posible del vehículo ante el impacto. Esta práctica implica el nivel más bajo de desaceleración y conduce a atenuar el daño al vehículo y, todavía más importante, el daño a sus ocupantes. Las barreras de caminos pueden clasificarse en tres tipos principales: Rígidas, semirrígidas y flexibles; para nuestro caso es una barrera rígida (Parapetos).

Se destinan a redirigir a los vehículos hacia adentro de las corrientes normales de tránsito, a un bajo ángulo de incidencia. Las barreras rígidas permiten poca o nula desviación. En general, las barreras rígidas son relativamente más costosas que las de otros tipos.

#### FABRICACION Y COLOCACION DE PARAPETO

Los parapetos serán colocados por el D.D.F., terminada la construcción de la carpeta.

Los parapetos tendrán las dimensiones mostradas en la Figura (V.10.3.1).

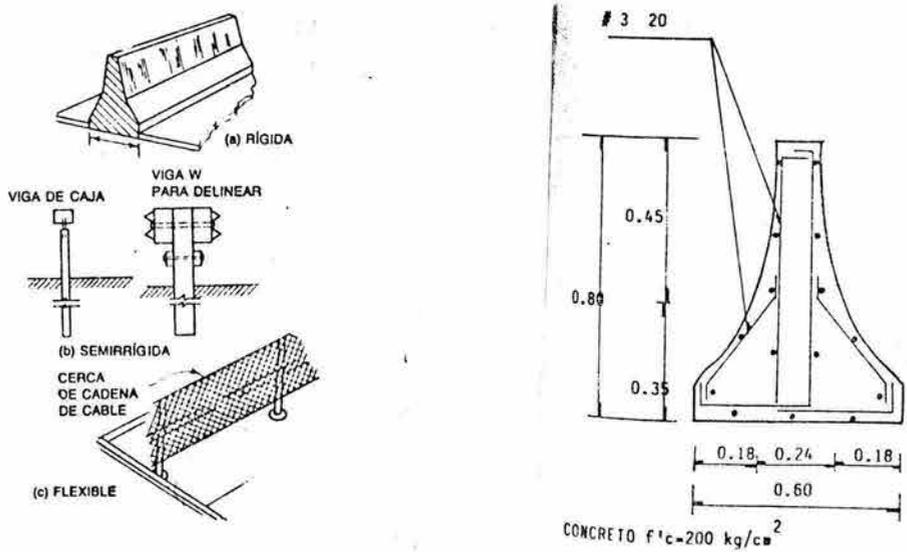


FIGURA V.10.3.1

**CAPITULO VI**

---

**MANTENIMIENTO**



## VI.- MANTENIMIENTO

A semejanza de cualquier esfuerzo que el hombre desarrolla para conservar su salud, asimismo la conservación de las carreteras viene siendo la mejor inversión posible, ya que una conservación adecuada no sólo garantiza la inversión inicial de la construcción, sino que disminuye el costo de explotación y alarga la vida tanto de la carretera como de los vehículos que la usan.

El descubrimiento y reparación pronta de los defectores menores, constituyen una de las más importantes fases del trabajo de mantenimiento. Las grietas y otras roturas superficiales, que en las primeras etapas no se advierten, pueden extenderse hasta convertirse en obras de reparación mayor y sólo a pocos días de un gran tráfico. Por esta razón, es absolutamente necesaria la inspección frecuente y justa del pavimento y de otras estructuras del camino por personal experimentado.

Un pavimento bien construido de cualquiera de estos tipos (Asfáltico), con una buena capa de Base y una Sub-rasante bien drenada, requiere comparativamente poco trabajo de mantenimiento, si el tráfico no sobrepasa la carga de diseño. Los agujeros, el desmoronamiento (desintegración progresiva desde la superficie hacia abajo, o de los bordes hacia adentro, por el desalojamiento de partículas de agregado), y los baches deben parcharse en sus primeras etapas con una mezcla en frío de composición similar a la mezcla original. Antes de hacer el bacheo, debe de limpiarse el material suelto y aplicarse una capa primaria de petróleo asfáltico caliente. Algunas veces se usan emulsiones asfálticas como capas primarias; las emulsiones catiónicas tienen la ventaja de no requerir condiciones en seco para la obra. En ciertos tipos de caminos o en superficies de mezcla en planta, el pavimento puede renovarse aplicando una capa de sello y, después, granzón o arena o, de otro modo, una capa sobrepuesta de concreto asfáltico de mezcla en planta. El bacheo para un agujero profundo debe aplicarse en capas delgadas.

La renivelación del camino es el conjunto de labores requeridas para reponer la porción de la superficie de rodamiento que ha sufrido alguna deformación y/o desplazamiento en su nivel original.

Se estudiará con el auxilio del laboratorio la causa de la falla, a fin de efectuar la corrección adecuada y que garantice que la deformación no vuelva a presentarse en un lapso previsible.

Siempre que existan asentamientos y se programa alguna reconstrucción sobre la superficie de rodamiento, se deberán efectuar previamente los trabajos de renivelación necesarios, para lograr uniformidad en los espesores y en la superficie de rodamiento de las nuevas carpetas.

El riego de sello se considera como labor de conservación cuando la superficie tratada no exceda de 1000 metros lineales continuos.

Quando no se tiene el equipo adecuado para realizar este tipo de riego se puede hacer lo siguiente:

- En superficies que no excedan de sesenta metros cuadrados, cubriendo de baches, nivelaciones o tramos agrietados, el producto asfáltico y el material pétreo podrán aplicarse a mano.
- En superficies no mayores a seis mil metros cuadrados continuos, sólo podrá extenderse a mano el material pétreo.
- Aun en trabajos de volúmenes pequeños, deberá usarse material pétreo que cumpla con las especificaciones, tanto por lo que se refiere a la calidad del material, como a granulometría, cuidando que no tenga polvo.

En cualquier labor de conservación relacionada con el drenaje debe de existir una inspección y programación de obras de drenaje, la base para lograr un funcionamiento eficiente del mismo, será disponer de un sistema de inspección establecido que permita una adecuada programación de los trabajos. Este sistema estará sujeto a las siguientes consideraciones:

- Deberán efectuarse como mínimo dos inspecciones al año en todo el sistema, de manera que una de ellas, se lleve a cabo con anticipación suficiente para programar las labores de limpieza y/o reparaciones urgentes y terminadas antes de la temporada de lluvias. Al término de dicha temporada deberá efectuarse otra inspección general, con objeto de apreciar los desperfectos que las obras pueden haber sufrido y programar su reparación durante la temporada de secas.
- Independientemente de las anteriores deberán efectuarse inspecciones durante las lluvias fuertes o tormentas y después de ellas, ya que ésta será la única manera efectiva de juzgar si las obras y su funcionamiento son adecuados.
- Durante la temporada de lluvias, deberá dársele atención preferentemente a las labores de limpieza, efectuándolas con la periodicidad necesaria.
- Para estas obras de drenaje, las labores de conservación no deberán limitarse o mantener en buenas condiciones las existentes, sino que debe estudiarse constantemente su funcionamiento para lograr corregir, mediante obras adicionales, los defectos u omisiones de proyecto y/o construcción, que la experiencia en la conservación del camino indique como necesarias.

La limpieza de las alcantarillas consiste en la remoción de materiales ajenos, tales como tierra, piedras, hierbas, troncos u otros que obstruyan la entrada, salida o interior de la alcantarilla, impidiendo el libre escurrimiento del agua.

En general podremos decir que la limpieza de alcantarillas deberá efectuarse por lo menos dos veces al año, una antes de la temporada de lluvias y otra durante ésta, de acuerdo con los resultados de las inspecciones, y tienen por objeto lograr que en

ningún caso lleguen a tener asolve u otro obstáculo que obstruya más del veinte por ciento del área de la sección transversal o que en la altura sobrepase la tercera parte del claro vertical de la alcantarilla.

El deshierbe en las zonas laterales del derecho de vía, deberá efectuarse periódicamente, ya que la existencia de arbustos y hierbas, son un inconveniente por las siguientes razones:

- Resta visibilidad al usuario del camino.
- Tapa total o parcialmente el señalamiento, reduciendo su eficiencia o anulándolo.
- Propicia el incremento de la humedad del suelo, lo cual suele ser perjudicial.
- Causa pésima impresión en el usuario, quien lo interpreta como signo de descuido en la conservación del camino.
- Propicia las invasiones al derecho de vía por los propietarios de predios colindantes.

La reparación de los servicios de tránsito incluye funciones continuas, tales como el pintado de la raya central, la reparación de los avisos, y el mantenimiento de las luces o servicios de iluminación de las carreteras.

**C A P I T U L O   V I I**

---

**C O N C L U S I O N E S**



## VII.- CONCLUSIONES

En el trabajo presentado se trata de cubrir todos los aspectos que se ligan con la construcción de un camino haciendo hincapié en la historia y desarrollo de estos en el centro urbano, así como en la periferia de la ciudad de México, misma que debido al incremento de asentamientos irregulares, requiere de aumentos de vías rápidas para soportar el tráfico que entra y sale de la ciudad. A pesar de la dificultad de maniobras para realizar la obra, así como para regular el tránsito de los desvíos, que trajeron como consecuencia bajos rendimientos en los equipos y personal al ampliar el camino existente, se justificó la elección de esta alternativa por el alto volumen de tránsito registrado.

Sin embargo los tiempos se modificaron debido a imprevistos técnicos y administrativos, motivo por el cual el presupuesto de origen se incremento.

Se planteó la conservación brindando mayor seguridad al usuario del camino, así como alargar la vida del mismo, es importante recalcar que el mantenimiento debe de ser constante y de calidad, ya que actualmente la red carretera sufre un alto déficit en este sentido y es causa principal del retraso que tienen los caminos de México.

Para evitar que al estar construyendo la obra se presenten imprevistos que nos obliguen a hacer en tiempos ciertos modificaciones en la planeación, proyecto, procedimiento constructivo y programa, datos generales de la zona así como reinterferencias al proyecto, evitando incrementos altos de presupuestos y de tiempo de ejecución.

A pesar de la eficiencia del proyecto, esta es una solución parcial, ya que solamente resuelve el problema en el tramo en que se ampliaron las vías, ya que cerca de esta zona existe problemas similares y esta solo da una modificación adecuada a la urbanización ya existente que permita dar continuidad a la fluidez de la calzada Chalma-Guadalupe.

Es interesante recalcar que las soluciones que permiten integrar los caminos de México, base para el mejoramiento de la economía del país no debieran truncarse por razones políticas, ya que en nuestro caso la continuidad de la Calzada estuvo pendiente por estar en vías de definición la constructora que dio continuidad a los trabajos después de realizarse el finiquito parcial a la anterior constructora.

Tomando en cuenta las perspectivas que tienen nuestro gobierno al pretender desarrollar el país de una forma competitiva al afrontar los tratados de libre comercio con otras naciones, debemos de estar preparados para la solución futura, cuando se sature la primera alternativa que ya hemos desarrollado, planeando y ejecutando a tiempo otras que resuelvan los problemas viales futuros de la zona.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Instructivo para el Diseño Estructural de Pavimentos Flexibles para Carreteras (No.444) INSTITUTO DE INGENIERIA (UNAM).
- 2.- Estructuración de Vías Terrestres (ING. FERNANDO OLIVERA J. BUSTAMANTE).
- 3.- Normas y Procedimientos de Conservación y Reconstrucción de Carreteras (Secretaría de Comunicaciones y Transportes).
- 4.- Manual del Ingeniero Civil, Volumen II Tercera Edición, Segunda Edición en Español (FREDERICK S. MERRITT).
- 5.- Manual del Ingeniero Civil, Volumen III Tercera Edición, Segunda Edición en Español (FREDERICK S. MERRITT).
- 6.- Secretaría de Obras Públicas  
Planeación de Carreteras en México  
INTERTRANSPORTS  
Instituto de Ingeniería, UNAM  
Noviembre 1970 México, D.F.
- 7.- Estudio de tránsito Empresa I.P.C.C., S.A. de C.V.
- 8.- Estudio Geotécnico de la Zona I.P.C.C., S.A. de C.V.
- 9.- Manual de Proyecto Geométrico S.C.T.
- 10.- Normas de Drenaje y Alcantarillado 1990, S.A.H.O.P.
- 11.- Los Costos en la Construcción  
ING. RAFAEL ABURTO VALDES  
FUNDEC A.C.  
Julio, 1991  
México, D.F.