



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**" PROYECTO DEL DISTRIBUIDOR VIAL  
" BENITO JUAREZ " EN LA CIUDAD  
DE SAN LUIS POTOSI "**

## **TESIS PROFESIONAL**

PARA OBTENER EL TITULO DE :

**INGENIERO CIVIL**

PRESENTAN :

**ILLESCAS SANDOVAL MANUEL**

**MENDOZA MORALES ODILON**

**RODAL CANALES JOSE ARTURO**

**NOLASCO ORTIGOZA LETICIA**

**OROZCO LOPEZ RENE**



**MEXICO, D. F.**

**1993**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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

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

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

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

## I N D I C E

### *PROLOGO*

#### *I INTRODUCCION*

#### *II ANTECEDENTES*

*Aspectos demogràfics*  
*Localización geogràfica*  
*Aspectos sociodemogràfics*

#### *III PLANEACION*

##### *III-1 Planeación y sus aspectos generales.*

*Planeación*  
*Carreteras de función social*  
*Carreteras de penetración económica.*  
*Carreteras en pleno desarrollo*

##### *III-2 Estudios de tránsito.*

*Volumenes de tránsito (tabla y direccionales).*

*Croquis de tránsito de desvío*

##### *III-3 Estudios de vialidad.*

*Vías primarias (de acceso controlado, vías primarias).*  
*- Vías secundarias (calles colectoras y locales)*

##### *III-4 Estudios topogràfics.*

*Selección de ruta o localización.*

*Proyecto preliminar*

*Proyecto definitivo*

*tipo de terreno y camino*

*método tradicional*

*reconocimiento general (brújula, clisimetro, anaróide, -*

*cinta métrica, estadal.*

*puntos obligados por razones técnicas o topogràfics, económicas, políticas y sociales.*

*reconocimiento local*

*trazo preliminar*

*orientación solar*

*estadia*

*nivelación*

*configuración topográfica  
procedimiento  
planimetría  
cálculo de coordenadas*

*III-5 Estudios geotécnicos.*

*Estudios de campo y laboratorio  
Sondeos  
Cimentación  
Columna estratigráfica*

*III-6 Características geométricas de  
proyecto.*

*Distancias de visibilidad  
de parada  
de rebase  
de encuentro*

*Alineamiento horizontal*

*Tangente (longitud mínima,  
máxima, azimut).*

*Curvas circulares (elementos,  
grado de curvatura, longitud  
mínima, máxima).*

*Curvas con espirales de tran-  
sición (clotoide, longitud mí-  
nima=8VS, elementos).*

*Visibilidad.*

*Alineamiento vertical*

*Tangentes (pendiente gobernado-  
ra, máxima, mínima, longitud cri-  
tica).*

*Visibilidad (K en cresta y co-  
lumpio).*

*Curvas verticales (elementos, -  
longitud mínima, máxima).*

*Sección transversal*

*Elementos (calzada, acotamiento)*

*Ampliación corona*

*Pendiente transversal (sobreele-  
vación).*

*Faja separadora, talud, cunetas, ca-  
racterísticas de NUESTRO CASO.*

## *PROYECTO DEFINITIVO EN CAMPO*

*Trazo definitivo  
Referencias de eje  
Nivelación definitiva  
Secciones de construcción  
Ejemplo de curva vertical  
Definición de términos.*

*III-7 Planteamiento de alternativas de  
solución.  
Análisis de la problemática actual  
Análisis de las alternativas de so-  
lución.*

## *IV ALTERNATIVAS DE SOLUCION*

*IV-1 Soluciones*

*IV-2 Obras para mejorar la vialidad  
Antes y después de la construcción*

## *V DISEÑO*

*V-1 Diseño estructural*

*Introducción*

*Selección del tipo de estructura*

*Especificaciones de carga*

*Proceso a seguir en el diseño de  
la estructura*

*estudios preliminares*

*descripción general del proyecto  
estructural.*

*Descripción general de los elemen-  
tos estructurales*

*losa de piso.*

*trabes principales.*

*trabes diafragma.*

*caballetes.*

*pilas.*

**V-2 Tierra Armada**

*Ejemplo de cálculo de un muro  
Cálculo de longitud de anclaje  
Análisis del conjunto de tierra  
armada.*

**V-3 Diseño del pavimento**

*Método del instituto de ingeniería*

**V-4 Drenaje**

*Generalidades*

*Consideraciones hidrológicas*

*Clasificación del drenaje*

*Diseño hidráulico*

**V-5 Iluminación**

**V-6 Señalización**

**VI CONSTRUCCION**

*VI-1 Procedimiento constructivo*

*VI-2 Presupuesto*

*VI-3 Programa*

**ANEXO 1**

*PRECIOS UNITARIOS*

**VII CONCLUSIONES**

## PROLOGO.

En la presente obra se tratan aspectos relevantes del diseño de un Distribuidor Vial, en el Capítulo de Planeación se muestra la base de datos que se debe acumular para lograr un diseño satisfactorio sin ahondar demasiado en cada uno de los métodos de obtención de los mismos, ya que sería motivo de otras obras cada uno de éstos métodos. Sin embargo, se proporciona Bibliografía para el lector que desee profundizar en ello, y se detalla en especial el tema de las Características Geométricas del Proyecto y el Criterio Geométrico para plantear Alternativas de Solución, ya que los autores consideramos que estos temas difícilmente se ven en la escuela y no existe mucho material bibliográfico accesible en el país, con excepción de algunas publicaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

En cuanto al planteamiento de las Alternativas de Solución se presentan nueve de las múltiples alternativas realizadas y se plantea un método de análisis de las mismas aplicando el principio de la Teoría de Decisiones. Se separa una solución y se optimiza, siendo este procedimiento igualmente difícil de obtener en libros de consulta sirviendo esto como guía para el lector que se enfrenta a un problema semejante.

En el aspecto de Diseño se describe el procedimiento de cálculo desde el análisis de cargas hasta el Diseño Estructural de todos los miembros sin llegar al detalle excepto en el diseño de la Tierra Armada y el de Pavimento Flexible cuyos cálculos se presentan a detalle para dar oportunidad al lector de profundizar más en estos temas, en los cuales también la Bibliografía es muy escasa en nuestro país.

En cuanto al Diseño del Alcantarillado se describe el criterio y diseño detallado de una rama a manera de ejemplificar el restante, se muestra un arreglo del alumbrado sin profundizar demasiado en el cálculo ya que pertenece a otra rama de la Ingeniería.

Referente a la Señalización se muestran las principales señales que proceden por la magnitud de la obra, así como las normas que las dimensionan y dan origen a ellas.

En el aspecto del Procedimiento Constructivo se describen los pasos a seguir para la realización de la obra habiéndose descrito anteriormente en el capítulo de Planeación el aspecto del trazo de ejes definitivos y niveles en general, inmediatamente se presenta el Presupuesto del Proyecto completo con Análisis de Precios Unitarios y Costos Horarios de Maquinaria.

Posteriormente se presenta el Programa de Construcción asociado al Presupuesto y finalmente, se plantean algunas conclusiones dejando al lector la posibilidad de obtener las suyas.

Es nuestro mayor deseo que este trabajo sirva como guía para inducir al profesionista recién egresado en el cada vez más demandado diseño de Estructuras para optimizar y mejorar las vialidades a niveles internacionalmente reconocidos.

## I. INTRODUCCION

Transportar, ha sido un factor esencial en todas las sociedades, ésto es tan determinante que no se puede concebir a la sociedad moderna sin que el transporte se desenvuelva en forma primordial.

La adecuación de un sistema de transporte es un índice claro de desarrollo económico de cualquier país.

La transportación contribuye de dos maneras a utilizar los bienes: placer o necesidad de utilización y oportunidad para hacerlos; significa proporcionar bienes donde son necesarios y cuando son requeridos, estas funciones esenciales de transportación con respecto a bienes, pueden ser aplicadas al movimiento de pasajeros y carga.

Toca a las vías terrestres, la responsabilidad de los transportes ya que éstos han determinado en alto grado, la estructura geoeconómica actual, constituyendo en los centros y zonas comerciales, poderosos factores de concentración de las actividades económicas, y de diferenciación de desarrollo de las regiones de nuestro país.

La inversión, en casi todos los países del mundo, en el campo de las vías terrestres, la variedad de los problemas que se presentan y lo complejo de los mismos, justifica así, la dedicación de los especialistas en grado numeroso en carreteras.

El crecimiento del número de vehículos que circulan por las calles y caminos de México, así como el incremento de los niveles de producción, de ingreso y la rápida evolución de estos factores ha hecho evidente las limitaciones del sistema carretero que juega un papel muy importante en el desplazamiento de personas y el traslado de bienes. Ello, aunado a los problemas de congestiónamiento y baja eficiencia que presentan muchos de sus tramos, a una creciente tasa de accidentes en los últimos años, y la necesidad de estructurar adecuadamente el sistema carretero nacional, condujo a elaborar el programa de modernización, puesto en marcha en 1980 y que actualmente continúa vigente.

A mediados de 1980, la extinta SAHOP, señaló lo crítico de la red carretera nacional y la necesidad urgente de llevar a cabo una enérgica acción, a fin de adecuarla a la demanda actual y al aumento explosivo del tránsito que se seguirá presentando en el futuro, como consecuencia de la creciente actividad que todos los sectores productivos del país requieren. Se encontró que esta incapacidad de la red carretera nacional no sólo se deriva de consideraciones geométricas sino del incremento en las cargas que se habían utilizado. Efectivamente en el año de 1950 el vehículo tipo tenía un peso de 13.6 toneladas y carga máxima por eje de 10.9 toneladas. Para 1970 se adoptó el de 32.7 toneladas, ejes tandem de 14.5 toneladas, que corresponde a una carga máxima por eje sencillo de 7.25 toneladas y a finales de 1980 se modificó la ley sobre vías generales de comunicación, para autorizar un nuevo vehículo tipo, con peso total de 77.5 toneladas, carga de 18 por eje tandem, y 9 toneladas por eje sencillo. Esta adaptación o modernización de la red significa una nueva concepción en cuanto a trazo, seguridad, empleo de nuevos materiales y procedimientos de construcción.

Los nuevos volúmenes de tránsito y las velocidades desarrolladas que al fin y al cabo no tratan sino de lograr un transporte del mayor número de

personas y bienes en el mismo tiempo, exigen más imaginación, así como mejores y más completos análisis económicos de las diversas rutas, que al igual que otras opciones conviene revisar. En los proyectos para altas velocidades que exigen fuertes movimientos en las terracerías, mejores superficies de rodamiento y consecuentemente una cuidadosa selección y tratamiento de los diversos materiales de construcción, la geotécnia juega un importante papel. El empleo racional de nuevos productos, como materiales para estabilización de suelos (tierra armada), así como nuevas ideas que modifiquen ventajosamente antiguas prácticas, estimularon una franca apertura hacia su estudio y aceptación; la seguridad (señalamiento e iluminación), es sin discusión un ingrediente importante. Exige desde luego, consideraciones de orden físico más allá de lo que tradicionalmente se había aceptado. Debe mejorarse la solución de elementos separadores entre carriles de sentido contrario; atender el cruzamiento con otras vías (distribuidores viales), e incorporaciones y salidas; no restar eficiencia al ancho de calzada con las estructuras con el pretexto de que el costo de éstas es elevado y mejorar las señales con mensajes precisos y de mayor luminosidad, legibles de día y de noche.

Como resultado de este análisis, se pudo identificar lo que puede llamarse Red Básica Nacional, constituida por las carreteras en las que se presentan las corrientes de circulación más importantes, las cuales desempeñan, por ello y por su ubicación, un papel estratégico, cuyo deterioro e incapacidad de servicio constituyen cuellos de botella que en conjunto pueden inducir a una crisis del sistema carretero nacional.

## II. ANTECEDENTES

México es un país en el que un alto porcentaje de la población, alrededor de 15 millones, padecen aún los problemas derivados del aislamiento. Esto preocupa todavía más cuando se advierte que amplias zonas del territorio, equivalentes en tamaño a la superficie que ocupan algunos países, que cuentan con recursos susceptibles de ser utilizados en beneficio de la comunidad nacional, no poseen acceso alguno. Las carreteras representan el medio más adecuado para resolver estos problemas, y por ello deben seguir siendo un eficaz instrumento para consolidar el desarrollo alcanzado y para abrir nuevas perspectivas a nivel regional pues en la expansión de la red se establecen las bases físicas para el ordenamiento del territorio nacional, y se propicia la corrección de las tendencias hacia un desarrollo urbano regular y menos caótico.

Entre los diferentes factores que inciden en la utilización de nuestra red carretera destacan el explosivo crecimiento demográfico:

### ASPECTOS GEOGRAFICOS

ESTADO : San Luis Potosí  
CAPITAL : San Luis Potosí  
SUPERFICIE : 62,848 Km<sup>2</sup>

### LOCALIZACION GEOGRAFICA

LATITUD NORTE : 22° 09'  
LATITUD OESTE : 100° 58'  
ALTITUD : 1,867

San Luis Potosí cuenta con una de las principales cumbres de la República Mexicana, llamada "Grande", la cual cuenta con una altitud de 3,190 metros sobre el nivel del mar, y su ubicación es de 100° 53' Longitud Oeste y 23° 40' Latitud Norte.

El clima predominante en el estado es seco.

### ASPECTOS SOCIODEMOGRAFICOS

San Luis Potosí cuenta con una población total de 2'003,187 de los cuales 1,105,023 corresponde a población urbana y 898,164 a población rural. Su tasa de crecimiento promedio anual de 1970-1990 es de 2.2

La tasa de desempleo comprendida de 1987 a 1990 en San Luis Potosí es la siguiente:

1987	1988	1989	1990
3.1	1.9	1.7	1.4

Estos datos son porcentajes anuales calculados mediante promedio simple aritmético de cuatro trimestres.

El salario mínimo general vigente a partir del 11 de noviembre de 1991 es de \$ 11,115.00

San Luis Potosí está conformado por 56 municipios, 5299 localidades de las cuales 53 son localidades urbanas (consideradas como urbanas aquellas que tienen 2500 habitantes o más) y 5,246 localidades rurales.

La estructura porcentual de la población en el Estado, según grandes grupos de edad y edad mediana a 1990:

POBLACION TOTAL	0-14	15-64	65--+	*N.E.	EDAD MEDIANA
2,003,187	40.9	54.1	4.6	0.4	18 AÑOS

El censo registró información sobre el lugar de nacimiento y el lugar de residencia en 1985 de cada persona censada, lo que en combinación con el lugar de residencia en el momento censal, permite identificar los flujos migratorios interestatales y la inmigración del exterior.

Así tenemos que el Estado tiene 1'984,973 residentes en la entidad, 185,999 (9.4%) inmigrantes, 539,674 (27.2%) emigrantes, teniendo un saldo neto de -353,675 (-17.8%).

Estos datos corresponden a la migración interna según lugar de nacimiento.

En México, hasta el 12 de marzo de 1990, reside un total de 340,824 personas originarias de otro país, que representan el 2.3 % del total de población no nativa, en relación a S. L. P. la población no nativa en la entidad es de 203,950, nacidos en otra entidad 185,999 (91.2%), nacidos en otro país 4,219 (2.1 %) y \* N.E. 13,732 (6.7%).

La participación económicamente activa de la población es en 1990 de 541,908 con una tasa de participación de 40.5 siendo la población de 12 años y más de 1'337,312.

En la distribución de la población ocupada de 12 años y más según situación en el trabajo, las cifras censales muestran que el 48.9 % son empleados u obreros, 15.5 % jornaleros o peones, 25.5 % trabajador por su cuenta, 1.8 % patrón o empresario, 3.9 % trabajador en negocios familiares sin remuneración teniendo el 4.4 % no especificado.

La distribución sectorial de la población ocupada de 12 años y más registra en el sector primario (Agricultura, Ganadería, Caza y Pesca) 164,682 (31.1 %), en el sector secundario (Minería, Extracción de Petróleo y Gas, Industria Manufacturera, Generación de Energía Eléctrica y Construcción) 137,601 (26.0 %) y en el sector terciario (Comercio y Servicios) 209,182 (39.5 %) no especificados 17,551 (3.3 %).

\* N.E. NO ESPECIFICADO

La ubicación de San Luis Potosí dentro del territorio nacional, coloca a esta localidad como un punto importante de paso hacia el norte del país, el sistema carretero que comunica a esta ciudad con el resto de la nación, lo constituyen rutas importantes como son: La No.57 que une a las ciudades de Querétaro y Matehuala; la No. 70 que une a San Luis Potosí con las ciudades de Valles, Aguascalientes y Guadalajara y la No. 49 que enlaza a la ciudad de Zacatecas.

La ciudad cuenta con un anillo periférico que rodea en su totalidad a la zona urbana, lo cual ayuda de alguna manera a descongestionar las vías de penetración a la ciudad enlazando las carreteras antes mencionadas, sin embargo una gran cantidad de vehículos automotores de largo itinerario no hacen uso de él, circulando por las vías de acceso a la ciudad hasta la glorieta "Benito Juárez" donde se mezclan con los flujos locales incrementando los volúmenes de tránsito que congestionan los accesos de la glorieta.

Lo anterior ha afectado principalmente a la población de San Luis Potosí, la que en su ir y venir diario cruza por la glorieta, participando en los conflictos que ahí se generan a causa del número elevado de vehículos pesados que toman sus rutas por la zona urbana de San Luis Potosí.

Para determinar la problemática existente en la Glorieta Benito Juárez fue necesario realizar un estudio de Origen y Destino. Para conocer el papel que juega el tránsito en el proyecto y operación de un buen sistema vial, es necesario saber qué hace el tránsito, a dónde va, qué problemas se presentan cuando se incrementa el tránsito y cuáles son los propósitos principales de los viajes.

Es un hecho que con este distribuidor vial se generarán empleos para una gran cantidad de población económicamente activa, que a su vez, tendrá oportunidad de derramar en otros sectores parte de los recursos y provocará crecimiento económico.

Asimismo, los habitantes de la región que trabajan en la zona alrededor de la ciudad de San Luis y los que vivan en las afueras que trabajen en la ciudad verán reducidos sus tiempos de circulación, mejorando así su eficiencia y calidad de vida.

### **III. PLANEACION**

**III.1 La Planeación y sus aspectos generales**

**III.2 Estudios de Tránsito**

**III.3 Estudios de Vialidad Urbana**

**III.4 Estudios Topográficos**

**III.5 Estudios Geotécnicos**

**III.6 Características Geométricas del Proyecto**

**III.7 Planteamiento de Alternativas de Solución**

### III PLANEACION

#### III.1 La Planeación y sus aspectos generales.

Antes de analizar lo que serían los criterios generales sobre planeación de carreteras es necesario conocer lo que entendemos por planeación y sus aspectos generales.

**Planeación:** El concepto de planeación involucra la necesidad de cambiar la situación actual por otra supuestamente mejor, para ello se generan "N" alternativas de solución, estas se valorarán o sea se compararán entre sí para conocer sus ventajas y desventajas y posteriormente implementar la mejor.

Por consiguiente la planeación se define como; el proceso que consiste en un análisis ordenado, sistemático, tan cuantitativo y cualitativo como sea posible, que se lleva a cabo cuando se pretende mejorar ó modificar una situación ó problema determinado.

La planeación puede abarcar diversos niveles, desde lo más general, como puede ser la orientación de la situación socio-económica de un país, hasta casos más particulares como el análisis de proyectos aislados. El propósito de este proceso de análisis es el establecimiento de objetivos y metas por alcanzar.

Criterios generales sobre planeación de carreteras en base a la experiencia adquirida en la evaluación de proyectos viales. Debe tomarse en cuenta que los efectos de éstos son diferentes, según el medio económico en que se aplican: es decir, las consecuencias serán muy distintas si la inversión se realiza en una zona con cierto grado de desarrollo que en otra en la que apenas se inicia un proceso de incorporación a la economía de mercado; ello determina que la naturaleza dominante de las consecuencias de invertir en carreteras, de lugar al establecimiento de las siguientes categorías en las operaciones: carreteras de función social, carreteras de penetración económica y carreteras para zonas en pleno desarrollo.

**Las carreteras de función social:** Se refieren aquellas cuyo objetivo principal es el integrar el resto del país, a zonas o localidades de escasa potencialidad económica, sin embargo en ella existe un número de habitantes de cierta importancia. En función de este objetivo, el interés radica en comunicar al menor costo por habitante servido, de ahí que el criterio se haya basado en la relación costo-número de habitantes o beneficiarios.

**Carreteras de penetración económica:** Son las obras en las que el impacto principal será la incorporación al proceso de desarrollo general de la zona potencialmente productiva. Son obras que propician la realización de inversiones en otros sectores y el rápido incremento de las actividades económicas y por lo tanto la principal consecuencia será el aumento de la producción.

El método de evaluación en este caso se basa en el cálculo de la producción que será agregada a la economía nacional si se lleva a cabo la construcción de la obra considerada.

**Las carreteras para zonas en pleno desarrollo:** Son aquellas ubicadas en una zona en la que ya existen las vías necesarias para prestar el servicio de transporte y las cuales se desean mejorar ó sustituir. La consecuencia principal de su construcción será la disminución de los costos de transporte que los usuarios tienen necesidad de afrontar; los beneficios directos cuantificables que aportan a la colectividad estas obras, son los ahorros en costos de tracción y en tiempos de recorrido y la supresión de pérdidas motivadas por los posibles congestionamientos, que se presentarán al rebasarse la capacidad del camino.

El cálculo de cada uno de estos ahorros se realiza mediante la comparación entre los costos para la situación actual y los que prevalecerán 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 del "Distribuidor vial Benito Juárez" se utilizó el criterio para la zona desarrollada, cuyo objetivo es modificar la geometría actual de la glorieta construyendo un distribuidor vial que integrará adecuadamente los tramos de carreteras federales y las vías urbanas que inciden en ella, mediante dos pasos a desnivel y 2 km. de vialidad aproximadamente, tiene como finalidad abatir los costos de transporte, reducir los tiempos de recorrido, separar los vehículos de largo itinerario del tránsito local, reducir los conflictos por entrecruzamiento.

### III.2 Estudios de Tránsito.

Para conocer los volúmenes de tránsito se realizaron aforos para cada una de las rutas que llegan a dicha glorieta, los cuales se realizaron con el método de la tarjeta la cual se entregaba al conductor para que éste a su vez la entregara a la salida del recorrido por la glorieta.

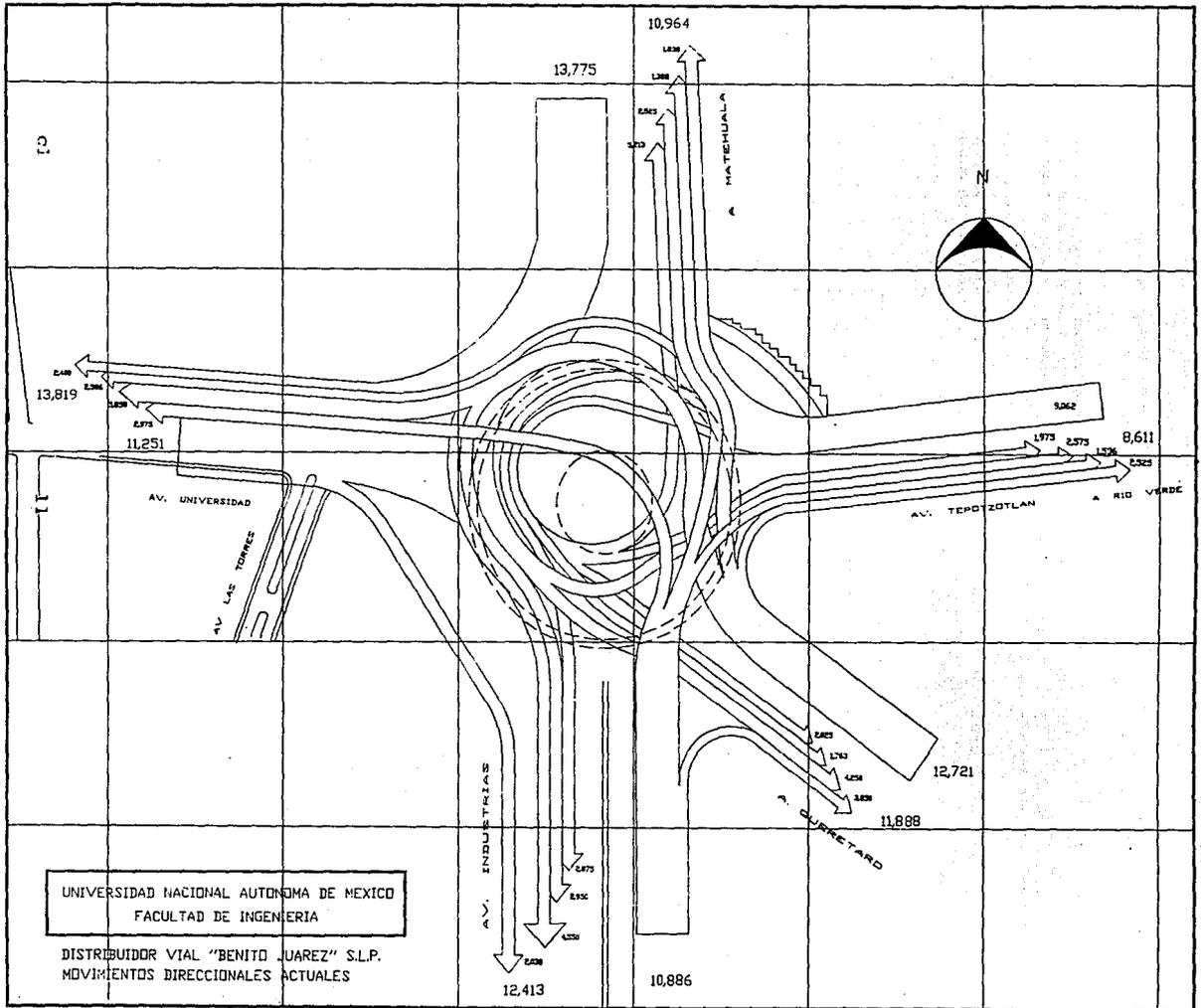
Debido al problema de visibilidad para realizar el estudio de origen y destino fue necesaria la utilización de una videocámara colocada en cada punto de intersección con la glorieta.

VOLUMENES DE TRANSITO POR RUTA					
RUTAS PRINCIPALES	A	B	C	VOL. TOL.	% DEL TOTAL
QUERETARO-RIO VERDE	1187	202	1136	2525	4.38
QUERETARO-MATEHUALA	652	111	625	1388	2.41
QUERETARO- S.L.P.	2753	469	2636	5858	10.15
QUERETARO-GUADALAJARA	1387	236	1327	2950	5.11
				12721	
RIO VERDE-MATEHUALA	864	147	827	1838	3.19
RIO VERDE-S.L.P.	1215	207	1164	2586	4.48
RIO VERDE-GUADALAJARA	1351	230	1294	2875	4.98
RIO VERDE-QUERETARO	829	141	793	1763	3.06
				9062	
MATEHUALA-S.L.P.	1128	192	1080	2400	4.16
MATEHUALA-GUADALAJARA	2139	364	2047	4550	7.89
MATEHUALA-QUERETARO	1998	340	1912	4250	7.37
MATEHUALA-RIO VERDE	1210	206	1159	2575	4.46
				13775	
S.L.P. -GUADALAJARA	958	163	917	2038	3.53
S.L.P. -QUERETARO	952	162	911	2025	3.51
S.L.P. -RIO VERDE	928	158	889	1975	3.42
S.L.P. -MATEHUALA	2450	417	2346	5213	9.04
				11251	
GUADALAJARA-QUERETARO	1810	308	1732	3850	6.67
GUADALAJARA-RIO VERDE	722	123	691	1536	2.66
GUADALAJARA-MATEHUALA	1187	202	1136	2525	4.37
GUADALAJARA-S.L.P.	1398	238	1339	2975	5.16
				10886	
S U M A				57695	

A: AUTOMOVILES

B: AUTOBUSES

C: CAMIONES



11

13,819

11,251

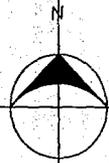
AV. UNIVERSIDAD

AV. LAS TORRES

13,775

10,964

MATEHUALA



5,062

8,611

AV. TEPICZOTLAN

A RIO VERDE

12,721

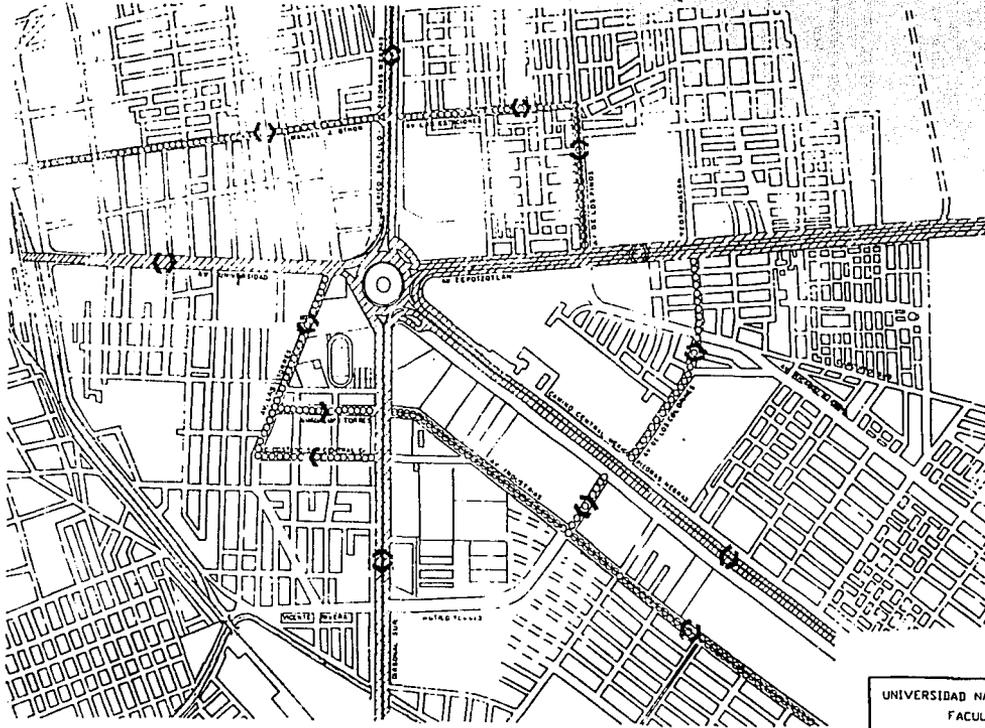
11,888

AV. DURKREYD

B  
E  
N  
I  
T  
O  
J  
U  
A  
R  
E  
Z

12,413

10,886



**SIMBOLOGÍA**

-  **ARTERIAS PRINCIPALES**
-  **ARTERIAS SECUNDARIAS**
-  **CALLES LOCALES**
-  **SENTIDO DE CIRCULACION**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA

DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JUAREZ" SLP

### III.3 Estudio de Vialidad Urbana.

Cada día es mayor el número de vehículos que congestionan la circulación sobre la glorieta, debido a los grandes volúmenes vehiculares que se trasladan hacia los diferentes destinos. Ante esta situación se elaboró el plan para la regulación del tránsito 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 la zona.

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 en la zona en estudio.

Este estudio está enfocado a mejorar la vialidad en la glorieta la cual presenta características físicas y de operación tales que la demanda registrada acusa la necesidad de transformación del mismo para poder observar las demandas futuras que plantea el acelerado crecimiento de la ciudad.

Para el análisis del proyecto en cuestión la vialidad urbana se clasificó en dos grandes grupos, que son:

- |                     |   |                            |
|---------------------|---|----------------------------|
| 1. Vías Primarias   | } | Vías de acceso controlado. |
|                     |   | Vías principales.          |
| 2. Vías Secundarias | } | Calles colectoras          |
|                     |   | Calles locales             |

Las vías primarias forman la base principal por la que se desplazan los volúmenes más importantes del tránsito urbano. Si bien representan un porcentaje pequeño del kilometraje importante de los volúmenes de tránsito entre los puntos más trascendentales de la zona urbana y de las conexiones con carreteras, terminales aéreas, ferroviarias, de autobuses etc.

**Vías de acceso controlado:** de las vías primarias se destacan las de acceso controlado, por sus especificaciones geométricas, y por que son aquellas que proporcionan un rápido y eficiente movimiento de grandes flujos vehiculares entre zonas a través de la mancha urbana.

**Vías Principales:** son aquellas que dan servicio a los sectores a lo largo de la ciudad y aunque proporcionan acceso directo a propiedades requieren de ciertas normas de control de acceso de uso del área adyacente a las guarniciones.

**Calles colectoras:** son aquellas que tienen características geométricas que permiten la comunicación entre arterias principales y locales. Presentan la peculiaridad de tener acceso a las propiedades.

**Calles locales:** estas tienen la cualidad de servir en áreas privadas y las cuales poseen acceso directo a las propiedades. Por ser como su nombre lo indica, este tipo de calles permiten características o especificaciones más pobres que las anteriores.

El estudio se realizó en las calles de mayor tránsito, que son las siguientes:

C A L L E	INTERSECCION CON CARRETERA
Av. Manuel J. Othón	Matehuala
Av. de los Pinos	Río Verde y Matehuala
Av. de los Colorines	Río Verde y Querétaro
Av. Industrias	Guadalajara
Av. de las Torres	San Luis Potosí-Guadalajara

#### III.4 Estudios Topográficos.

El trazo se definió tomando como base las vialidades actuales en la glorieta, la que tendría como acción modernizar las características geométricas, medida que redundará en el mejoramiento de la operación. Después de determinar las características y el estado actual de la planimetría de la zona donde se va a proyectar, se decidió realizar los estudios de campo por el método tradicional y con auxilio de la fotogrametría.

Para realizar el proyecto de una carretera el proceso involucra tres etapas:

- a) Selección de ruta o localización.
- b) Proyecto preliminar.
- c) Proyecto definitivo.

Estas localizaciones se han desarrollado mediante dos procedimientos: el método tradicional, con brigadas de localización y la fotointerpretación a través del cómputo electrónico. Mediante la fotogrametría, podemos obtener la información topográfica que requiere el proyecto en diferentes etapas, en forma de modelos ópticos, mosaicos, ortofotos, planos convencionales con planimetría y altimetría o en forma digital, con mayor precisión y rapidez que con el método tradicional. El uso de las computadoras permite efectuar cálculos con gran rapidez y economía, facilitando la optimización de los proyectos.

Antes de iniciar el estudio referente a la localización se hace necesario definir el "TIPO" de camino para determinar su costo, por lo que se han establecido especificaciones bien definidas para cada caso; en las que se considera: el volumen de tránsito, capacidad de transportación de carga así como los servicios que se puedan prestar a las comunidades.

Estas especificaciones, fijan las normas geométricas que varían según la topografía del terreno, el cual puede clasificarse en : plano, lomerío y montañoso.

**TIPO A.-** Son aquellos que por su elevado volumen de tránsito y capacidad de transportación de carga deben proyectarse con calzadas amplias, pendiente y curvatura suave, buscando la mayor fluidez y acortamiento. A este tipo de camino corresponden las autopistas, accesos a centros turísticos y comunicación de grandes núcleos de población.

**TIPO B.-** Son caminos especiales empleados generalmente en corredores industriales, libramientos, o también cuando por economía o condiciones del terreno, se aplican en una autopista y se reduce la amplitud de la calzada a tres carriles de un camino tipo C.

**TIPO C.-** Considerando las capacidades medias de transportación el costo no tan elevado de la construcción y la adaptabilidad del proyecto geométrico a las diferentes condiciones topográficas; la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha estandarizado este tipo de caminos para los caminos alimentadores de la red (Caminos Federales).

**TIPO D.-** Dentro de éste tipo pueden considerarse los caminos vecinales.

**TIPO E.-** Son caminos rurales o brechas; generalmente se construyen hasta la etapa de terracerías.

**INTERSECCIONES.-** Son aquellas que por converger o diverger en un mismo punto de un camino generan un entronque, creando con éste un crucero que se puede solucionar con pasos a nivel o pasos superiores.

En el capítulo IV de esta tesis concerniente a las características geométricas, se presentan las tablas que fijan las normas geométricas de los diferentes tipos de caminos, a los que tiene que ajustarse el proyectista.

La etapa de localización es posiblemente la parte del estudio más importante de un proyecto, ya que de ella dependerá la factibilidad de llevar a cabo la realización del mismo. Su secuencia es muy similar tanto para el método tradicional como para el método fotogramétrico electrónico.

**Método Tradicional:** antes de iniciar los trabajos, el jefe de brigada encargado de la localización, se deberá proveer de un mapa de la región ó de una carta geográfica donde esté ubicada la zona donde se piensa realizar el proyecto; actualmente se cuenta con cartas topográficas editadas por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) a escala 1:50 000 con curvas de nivel equidistantes a 20 mts en terrenos montañosos y hasta 10 mts en lomeríos suaves, de casi toda la república; detalladas con poblaciones, caminos, etc. muy útiles para los fines que se persiguen en una localización e inclusive hacer una localización preliminar bastante aproximada a la realidad.

A la elección de ruta debe concedérsele una gran importancia, ya que el localizador no debe atenerse únicamente a los datos topográficos del terreno, sino también tomar en cuenta la capacidad económica de la región (industrial, agrícola, ganadera o urbana), recabando todos los datos estadísticos que considere necesarios a fin de estimar el incremento probable de la producción al construir el camino, para este fin el localizador podrá en forma preliminar informarse en el INEGI sobre las actividades económicas de la zona e inclusive podrá obtener estadísticas bastante confiables de la Dirección General de Planeación de la S.C.T. lo cual le otorgará un panorama más amplio de la actividad económica de la zona.

**A.1 Reconocimiento General:** el reconocimiento debe hacerse con el auxilio de los siguientes instrumentos si así lo requiere sobre todo en caminos muy accidentados:

**Una brújula.-** con la que se tomarán los rumbos seguidos en el recorrido.

**Un clisímetro.-** para determinar las pendientes longitudinales y transversales del terreno.

**Un aneróide.-** para conocer aproximadamente los desniveles existentes entre las hondonadas y los puertos de las montañas que se tengan que cruzar, con el objeto de obtener la pendiente y longitud probable del camino.

**Una cinta métrica, un reloj, telemetro,** que servirá para medir distancias y tiempos aproximados.

Como equipo complementario el localizador deberá llevar estadal, libretas para registros de campo y útiles de escritorio para formar su croquis, que deberá afinar posteriormente en campo. Se hará acompañar de un auxiliar y peones que considere necesario en su recorrido.

El mejor conocimiento de la región hace posible una localización ideal, pues con mayor claridad se observan los problemas que presentan los accidentes del terreno, afectaciones de construcciones existentes tales como; Hoteles, Bancos, construcciones comerciales, monumentos etc. El guía debe ser de la región y señalara los pasos apropiados para salvar los obstáculos que se presenten y así fijar con seguridad los puntos obligados del camino, debemos recordar que existen dos tipos de puntos obligados:

- a) Puntos obligados por razones técnicas ó topográficas: por ejemplo un puerto topográfico en una cordillera, un estrechamiento en el cause de un río, un cruce con otras vías (entronque), etc.
- b) Puntos obligados por razones económicas, políticas y sociales: por ejemplo:

En nuestro caso en concreto, las razones económicas se fijaron desde la penúltima alternativa ya que se cuidó no afectar ningún tipo de construcción en su mayor parte, ya que el proyecto se ubica en zona urbana y es muy poco espacio el que existe entre las vías y las construcciones ya existentes. Las razones sociales sólo se consideró el Monumento que existe actualmente en el centro de la glorieta donde se piensa construir el proyecto definitivo.

El localizador no debe solamente obtener datos del recorrido por el trayecto más fácil; sino también debe buscar la posibilidad de fijar otras alternativas que por la ubicación y condiciones que se numeraron anteriormente se reduzca el costo de la obra.

Una vez efectuado el reconocimiento del terreno se rinde un informe detallado, dividiendo la zona en tramos de acuerdo a la configuración topográfica.

El informe aportará los siguientes datos:

- a) Justificación de los puntos obligados.
- b) Acciones a el lugar de origen.
- c) Longitud del posible desarrollo, pendiente gobernadora, configuración topográfica y constitución geológica.

Como complemento de los datos técnicos, se aportarán todos los de carácter económico como son :

- 1) Actividad económica de la región donde se pretende construir el camino, para determinar la zona de influencia económica.
- 2) Estimación de la población.
- 3) Tendencias en el futuro.
- 4) Estimación del tráfico actual y futuro.
- 5) Aspecto político gubernamental en construcción de vías de comunicación.
- 6) Conveniencia de la construcción del entronque.

Anexo al informe se presentará un croquis a escala conveniente, que constará de planta y perfil, en el se indicará gráficamente las distancias, puntos obligados, construcciones, instalaciones, cruces con otras vías y caminos que existen en la zona.

El perfil señalará las elevaciones de los puntos enumerados anteriormente.

Realmente si toda la información recabada es confirmada y/o interpretada sobre una carta geográfica se tendrá una idea bastante clara y real del entronque.

Reconocimiento local: este consistirá en efectuar un recorrido de cada ramal del entronque para observar más detenidamente los problemas de carácter técnico que presenta el alojamiento de las intersecciones y proponer con seguridad la solución apropiada en cada caso.

Trazo preliminar: Este concepto es el que se llevará a cabo después de que se ha determinado la zona por donde pasarán las líneas del proyecto más convenientes.

Este consistirá en llevar una poligonal abierta, por los puntos fijados al efectuar el reconocimiento local, ésta nos determinará la faja del terreno que ha de estudiarse para alojar el eje definitivo.

El trazo deberá efectuarse con tránsito (teodolito) y longímetro de 20 mts, el encargado de ejecutar este trabajo deberá ser un ingeniero ya que además de la responsabilidad debe tener conocimiento para medir con precisión, colocación de puntos auxiliares obligados por inaccesibilidad, haciendo uso de recursos aplicables con el mejor criterio y la ejecución del trabajo.

El levantamiento de la poligonal se acostumbra hacerlo por el método de las deflexiones, el cual consiste en ir tomando los ángulos que forman al prolongar en vuelta de campana una tangente y la que se determina al visar el nuevo punto de adelante.

Sobre el alineamiento de las tangentes, se van colocando trompos a cada 20 mts. cuyos testigos (estacas) indicarán el kilometraje respectivo, haciéndose la anotación en la siguiente forma K-140+000 donde las cifras anteriores al signo(+) indicarán los kilómetros.

Del trazo preliminar depende el buen alineamiento horizontal definitivo por lo que hay que evitar el máximo los errores y estar dentro de las tolerancias establecidas; que en distancia son 1.00 metro en 5000 metros, y angulares dados por la expresión.

$E = A\sqrt{N}$ , donde;

E= Error angular permisible.

A= Aproximación del aparato dado por la compañía fabricante.

N= Número de estaciones donde se centró el aparato.

El punto de origen de la poligonal (140+000 por ej.) debe fijarse sobre un punto inamovible que permita su rápida localización cuando así se requiera debiendo referenciarlo y si es necesario se amojonará con el objeto de tenerlo fijo.

Como la ahuja magnética del aparato no da la precisión deseada, además de que es muy susceptible a cualquier atracción metálica; para obtener el rumbo correcto que sigue la poligonal, (aproximada hasta minutos) se hace necesario efectuar orientaciones solares auxiliándose con los datos de las efemérides del Observatorio Astronómico Nacional.

Estas orientaciones deben hacerse cada 5 kilómetros en camino abierto y en un entronque al inicio de la primera poligonal que vaya a levantarse y así comprobar que el rumbo de la poligonal abierta es correcto. Con los rumbos y las distancias se calculan posteriormente las coordenadas de los vértices de la poligonal para ser dibujados en plantas de trabajo.

a) Orientación Solar.

Este es el procedimiento que se emplea para obtener el azimut de la primer tangente de la poligonal, o sea las distancias zenitales al sol.

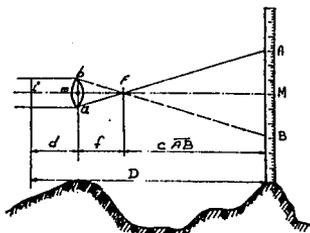
Las coordenadas geográficas: latitud y longitud del lugar se toman de una carta con aproximación de minutos; siendo la posición del sol más favorable para su observación, aquella en que las distancias al zenit no excedan de 75 grados (por la incertidumbre en la corrección por refracción y por la incomodidad para efectuar la observación) el mejor tiempo para su ejecución serán: de las 8 a las 10 horas y entre las 14 y 16 horas.

b) Estadía.

Anteriormente se dijo, que a veces es indispensable obtener sobre la marcha de localización, algunos detalles como son: la longitud y pendiente de caminos de herradura que puedan ser aprovechables; los accesos a pueblos inmediatos, anchura de ríos, etc., cuya fijación de puntos para cálculo trigonométrico o medición directa harían más dilatado el reconocimiento, por lo que con frecuencia, se hace uso de medidas indirectas con "Estadía".

La estadía es un método topográfico (considerado dentro de los procedimientos taquimétricos) por medio del cual se pueden obtener indirectamente distancias y desniveles con tolerancias bastante aceptables; por lo que se emplea un gran porcentaje de levantamientos. Dicho procedimiento se basa en la proporcionalidad de los lados de los triángulos que se forman con la lente del aparato y el ángulo diastinométrico del foco. Veamos un ejemplo:

De acuerdo a la siguiente figura considerando la proporcionalidad de los triángulos:  $Fab$  y  $FAB$  tenemos que las distancias:



$FM = a \cdot b \cdot Fm / ab$   
según la figura si hacemos

$Fm = f$  y  $ab = i$   
sustituyendo valores tendremos  
 $FM = AB \cdot f / i$ ------(1)

Siendo  $f/i$  una constante de multiplicación que los constructores de los aparatos hacen igual a 100, a fin de que cada centímetro de la lectura sea igual con un metro tenemos:  
 $FM = CAB$ ------(2)

ahora la distancia total  $D$ , considerada desde el centro del aparato hasta el punto  $M$  del estadal es  $D = (d+f+FM)$ ,

y como según (2)  $FM = CAB$  sustituyendo tenemos

$D = (d+f) + CAB$  donde  $(d+f)$  es un valor constante en

todas las mediciones que pueden obtenerse tomando la medida sobre el anteojo y que por su pequeñez longitudinal no se toma en cuenta en el cálculo de las distancias, se denomina "c" chica o constante de Reichem bach, quedando finalmente la fórmula:

$$D = \bar{C}\bar{A}\bar{B} + c$$

o sea la distancia  $\bar{A}\bar{B}$  interceptada por los hilos superiores e inferiores de la retícula multiplicados por 100.

Cuando se trate de terrenos inclinados, habrá que reducir el horizonte, multiplicando las distancias obtenidas por el coseno del ángulo vertical tomando a la altura del aparato; pero como el estadal tendría que estar perpendicular a la línea de colimación, la inclinación de esta posición daría un ángulo igual al vertical de la lente por lo que nuevamente tendría que multiplicarse por ese coseno; quedando la fórmula para las medidas en terrenos inclinados como:

$$D = \bar{C}\bar{A}\bar{B}\cos^2$$

finalmente para encontrar las diferencias de nivel por el método estadimétrico basta con multiplicar la fórmula anterior por la tangente del ángulo vertical leído, procurando al efectuar la lectura que el hilo medio de la retícula tenga la misma altura que la del aparato.

El registro empleado en estos levantamientos es el siguiente:

EST.	PV	Hs	Hm	Hi	DIST.	ANGULO	ANGULO	RMO	RAC	OBS
		HORIZONTAL			VERTICAL					

las abreviaturas indican:

PV	Punto visado
Hs	Lectura del hilo superior
Hm	Lectura del hilo medio
Hi	Lectura del hilo inferior
DIST	Distancia (que generalmente se calcula en gabinete)
RMO	Rumbo magnético observado
RAC	Rumbo astronómico calculado.

El ángulo vertical observado, deberá efectuarse conservando su signo (positivo o negativo) para el cálculo de los desniveles, y el casillero correspondiente a observaciones, servirá para anotar los datos y distancias de los puntos que se consideren necesarios, para llevarlos al plano (márgenes de ríos, etc).

#### c) Nivelación del trazo preliminar.

Estacado el eje se procede a determinar las elevaciones de las estaciones cerradas e intermedias que hagan variar la forma del terreno. Estas "cotas" o elevaciones en el resultado de la "nivelación", que consiste en encontrar la diferencia de alturas de uno o más puntos con respecto a un plano de comparación que generalmente es el mar.

Cuando no se dispone de un punto con elevación referida al mar; se toman las elevaciones indicadas con un alfilero o en último caso, un plano de comparación que puede ser 100 o 1000 etc., con el objeto de facilitar el cálculo de las otras elevaciones.

Este tipo de trabajo lo ejecutará un "nivelador" que se auxiliará del siguiente personal: un estadalero que portará una mira o estadal (regla de 4.0 mts. de longitud), que irá colocando en las estaciones en orden progresivo

anunciando al mismo tiempo en voz alta su kilometraje; un paratero y dos peones que empleará como cinteros que medirán las distancias intermedias de las estaciones; como la brecha se hizo al pasar el trazo, el nivelador no necesita brecheros.

Este trabajo no es difícil ni laborioso; pero si de gran cuidado; puesto que en estas elevaciones obtenidas se apoyan las secciones transversales para elaborar la configuración topográfica.

### III.4 Configuración Topográfica

Niveladas las estaciones se levantan secciones transversales con el objeto de poder configurar la faja de terreno requerida sobre la que se ubicará el trazo definitivo.

El encargado de la ejecución del trabajo será un topógrafo que se auxiliará del siguiente personal: un cadenero que medirá e indicará en voz alta las distancias correspondientes a las "cotas redondas"; o elevaciones cerradas en metros, un estadalero que irá colocando la mira de acuerdo a las indicaciones que se le hagan, un peón auxiliar en la medición y los peones que sean necesarios para abrir las brechas perpendicularmente al trazo por donde se van llevando las secciones.

Estas secciones de topografía se prolongarán de acuerdo a las necesidades del proyecto, considerando la conformación y accidentes del terreno presente para obtener la diferencia de las cotas redondas existentes con respecto a la elevación del eje.

#### III.4.1 Procedimiento.

Provisto el topógrafo con un nivel de mano y tomando la elevación de la estación  $9+120.00 = 28.33$  m. (suponiendo que el terreno baja), hacemos colocar la mira sobre el eje desplazándose el topógrafo hacia abajo hasta leer con su nivel de mano la altura de  $0.67$  m., con ésto la altura de su ojo tendrá una elevación de  $29.00$  m. cerrados, luego a una señal, el estadalero irá bajando el estadal sobre el terreno, siguiendo la perpendicular al eje hasta que el topógrafo pueda leer en el estadal  $1.00$  metro cerrado, que le dará la cota  $28.00$  al bajar  $2$  Mts. su altura de ojo le dará la cota  $27.00$  y en  $3$  Mts. la altura de  $26.00$ ; en este último punto, se fijará el estadal para que el topógrafo cambie de lugar y seguir bajando de metro en metro hasta el nuevo cambio obteniendo las cotas  $25$ ,  $24$ , Etc.

De la misma forma procederá para obtener las elevaciones de cota redonda al desplazarse hacia arriba perpendicularmente al eje del camino.

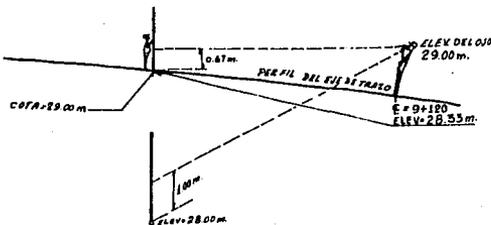


Fig. III.4.1.1.

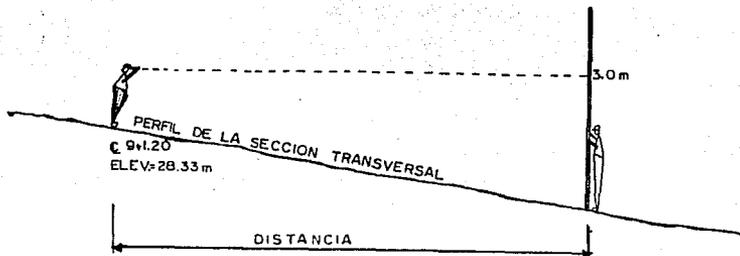


Fig. III.4.1.2

El topógrafo, además de registrar sus distancias y elevaciones; irá dibujando sobre la marcha un croquis, en el que en forma aproximada seguirá el trayecto de las cotas redondas y cambios de terreno; pues al elaborar la planta con estos datos ya no es tan difícil recordar las continuas variaciones del terreno.

En los recodos o vértices de la preliminar es necesario obtener con fidelidad la configuración topográfica para la ejecución de un buen proyecto, por lo que, hay que fijar con brújula la dirección de las brechas de las secciones intermedias.

La tolerancia, tomando en cuenta que la operación se efectúa con nivel de mano, es de 1:2 000.

De acuerdo con los tipos de terreno deberá levantarse la topografía; pues la diferencia de cotas redondas de dos o de un metro en terreno plano, haría muy extensa la franja en estudio, quedando cada curva muy distante de otra; en estos casos, es conveniente levantar las curvas a cada 0.50 Mts. y en una franja de 30.00 Mts. para ambos lados, y en terrenos de lomerío fuerte, y montañoso las equidistancias entre curvas de nivel deberán ser de 2.00 Mts. y en una franja hasta de 200.00 Mts. para cada lado del eje.

#### Planimetría.

Además de la topografía, en la planta deben aparecer todos los detalles que se sitúen dentro de la franja por estudiar, como son: oleoductos, canales, líneas de alta tensión eléctrica, telegráfica, torres, altura de cables, asentamientos humanos y cruzamientos con otras vías que de alguna manera puedan afectar al proyecto.

Del procedimiento para obtener todos esos datos se ocupa la Planimetría.

En caminos; se emplea la estadia (método explicado en inciso anterior de este capítulo) o midiendo directamente con cinta las distancias del eje a los puntos de cada detalle.

El topógrafo, en el casillero de observaciones anotará la situación de los puntos, haciendo también un pequeño croquis de los detalles o el tipo de materiales de las construcciones para la cuantificación posterior de las indemnizaciones.

#### Cálculo de Coordenadas:

La poligonal de apoyo podría dibujarse, por cualquiera de las formas conocidas; con transportador; (método inadecuado por su imprecisión), por tangente o por coordenadas; siendo éste último el más usado; debido a que permite fijar cada vértice independientemente de los demás.

Para ubicar la situación de los vértices por este método, basta hacer pasar por el origen un sistema de ejes formados por la meridiana y su perpendicular, obteniéndose las proyecciones al multiplicar la longitud de las distancias por el seno y el coseno del ángulo que se forma por la tangente y por la meridiana.

Para una mayor explicación, más adelante se presenta un registro (en la Fig. III.4.1.3 donde se muestra que con los datos de campo (rumbos, distancias y deflexiones), se obtienen las proyecciones en las abscisas "X" (Este (+) y Oeste (-) y las ordenadas "Y" (Norte (+) y Sur (-) sobre la cuadrícula de los ejes coordenados.

El rumbo inicial, es el que se obtuvo de la Orientación Astronómica Calculada.

A las coordenadas de arranque se orientarán de acuerdo a las que se tengan en una carta INEGI, si se cuenta con ella, en caso contrario se le pueden dar un valor arbitrario tomando en cuenta el desarrollo de la poligonal.

Las intersecciones de esas proyecciones en X y Y nos fijarán los vértices de la poligonal (Veáse la Fig. III.4.1.3).



# CALCULO DE COORDENADAS DEL TRAZO DEFINITIVO

FACTOR DE COMPENSACION

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{array}{l} X \\ Y \end{array} \right. \begin{array}{l} +E 1.000795 \\ -W 0.999705 \\ +N 1.000251 \\ -S 0.999749 \end{array} \\
 & \left\{ \begin{array}{l} X \\ Y \end{array} \right. \begin{array}{l} +E 1.000107 \\ -W 0.999893 \\ +N 1.000013 \\ -S 0.999987 \end{array}
 \end{aligned}$$

N  
 W — E  
 S

OBRA VIAL DISTRIBUCION DE VIAL BENITO JUAREZ DE Km. \_\_\_\_\_ A Km. \_\_\_\_\_  
 TRAMO \_\_\_\_\_ ORIGEN \_\_\_\_\_  
 SUBTRAMO RAMA 110

ESTACION	PUNTO OBSERVADO	SUB TANGENTE ATRAS	TANGENTE	SUB TANGENTE ADELANTE	DISTANCIA	DEFLEXIONES		RUMBO ASTRONOMICO CALCULADO	PROYECCIONES					COORDENADAS			
						IZC	DER		SEN	+	-	COSENO	+N	-S	X	Y	
	PT 401918.52															9 971 20	10 009 03
PT 401918.52	PT 401951.68		33.16		33.16			$\sqrt{21^{\circ}12'20''W}$	0.45718	15.16	15.16	0.88937	21.19	21.50		9 956 04	10 038 43
PT 401951.68	PT 401020.00		3.40		3.40	10°03'00"		$\sqrt{61^{\circ}47'10''E}$	0.58937	3.20	3.20	0.45718	1.64	1.64		9 952 84	10 026 87
PT 401020.00	PT 401009.78		9.78		9.78	99°03'00"		$\sqrt{21^{\circ}12'20''W}$	0.45718	4.47	4.47	0.88937	8.70	8.70		9 948 37	10 045 57
PT 401009.78	PT 401113.22	103.44			103.44					47.28	47.28		92.00	92.00		9 901 09	10 137 57
PT 401009.78	PT 401113.22				113.22					51.75	51.75		106.69	100.69		9 901 09	10 137 54
PT 401113.22	PT 401134.83		103.44		103.44	121°02'40"		$\sqrt{30^{\circ}45'00''W}$	0.51129	52.85	52.89	0.85941	88.90	88.90		9 848 21	10 048 66
PT 401134.83	PT 401168.21		24.38		24.38					18.60	18.60		31.27	31.27		9 829 61	10 017 39
PT 401168.21	PT 401240.54	72.35			72.35					34.78	34.79		42.18	42.18		9 792 63	9 955 21
PT 401240.54	PT 401240.54				212.17					108.44	108.48		182.34	182.34		9 792 63	9 955 22
PT 401240.54	PT 401497.78		72.35		72.35	64°32'		$\sqrt{33^{\circ}17'00''E}$	0.55605	40.23	40.23	0.83115	40.13	40.13		9 832 86	9 895 09
PT 401497.78	PT 401336.33		37.45		37.45					21.71	21.71		32.64	32.64		9 884 67	9 862 63
PT 401336.33	PT 401412.15	76.82			76.82					22.16	22.16		43.02	43.02		9 896 73	9 799 61
PT 401412.15	PT 401412.15				187.22					104.11	104.72		155.61	155.61		9 896 75	9 799 61
PT 401412.15	PT 401437.74		75.82		75.82	101°01'20"		$\sqrt{35^{\circ}11'20''E}$	0.57635	43.70	43.70	0.81720	41.94	41.94		9 940 45	9 861 07
PT 401437.74	PT 401430.71		33.45		33.45					19.28	19.28		29.33	29.34		9 829 73	9 888 91
PT 401430.71	PT 401540.11	67.40			67.40					40.00	40.00		56.71	56.71		9 999 73	9 945 22
PT 401540.11	PT 401540.11				175.67					102.75	102.99		146.01	146.01		9 999 74	9 945 22
PT 401540.11	PT 401595.51		67.40		67.40	67°02'		$\sqrt{27^{\circ}12'20''W}$	0.45718	31.72	31.73	0.88937	61.72	61.72		9 968 01	10 007 34
PT 401595.51	PT 401628.70		33.19		33.19					15.17	15.17		29.52	29.52		9 952 84	10 034 84
PT 401628.70	PT 401000.00																
PT 401000.00	PT 401009.78		9.78		9.78					4.47	4.47		8.70	8.70		9 948 37	10 045 54
PT 401009.78	PT 401113.22	103.44			103.44					47.28	47.28		92.00	92.00		9 901 09	10 137 54
PT 401113.22	PT 401113.22				215.81					58.64	58.64		191.93	191.93		9 901 10	10 137 55

CALCULO \_\_\_\_\_ REVISO \_\_\_\_\_ APROBO \_\_\_\_\_  
 FECHA 21.01/91 FECHA \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

Explicación del registro:

Estación.- En este casillero se anotará el kilometraje o cadenamamiento donde se centró el aparato para visar el punto de adelante.

P.V.- Se denomina "Punto Visado" o sea el punto de adelante al que le corresponderán las coordenadas calculadas.

Distancia.- Es la longitud existente entre los puntos mencionados anteriormente.

Deflexiones.- En este casillero se anotará el ángulo comprendido entre dos tangentes en sentido contrario unidas por un punto (P.I.) ya sea en el sentido de derecha (dirección de las manecillas del reloj) o izquierda (contrario a las manecillas del reloj). Siempre en el lado externo de la poligonal.

R.A.C.- Se denomina "Rumbo Astronómico Calculado", obteniendo de la "Orientación Astronómica" primera suma o resta según el caso de las deflexiones obtenidas.

Casillero Seno.- Función trigonométrica aplicada al rumbo de la tangente que multiplicada por la distancia se obtiene la proyección entre la absisa "X" cuyo valor se anota en E (+) o en W (-) según el rumbo marque su dirección.

Casillero Coseno.- Igual función trigonométrica que nos determinará la proyección en la ordenada "Y" cuya anotación se hará en N (+) o en S (-) según lo marque el rumbo.

Valores en "X".- Se obtendrán de la suma o de la resta; según lo marque el rumbo E (+) y W (-); respecto de la ordenada anterior.

Valores en "Y".- Se obtendrán también de la suma o resta de las proyecciones. Verticales N (+) y S (-), respecto de la ordenada anterior. Con su intersección en la cuadrícula se obtienen los vértices de la poligonal.

Chequeo.- Para saber si están correctos los cálculos numéricos, se checarán de la siguiente forma:

1.- La diferencia del kilometraje del origen y del último punto visado, será igual a la suma de las distancias.

2.- La diferencia de las deflexiones izquierda y derechas, deberán ser igual (considerando el cuadrante en que se alojan los rumbos) a la diferencia del primero y último rumbo.

3.- La diferencia de las proyecciones en "X" (E,W) será igual a la diferencia existente entre el valor de la primera y última absisa.

4.- En igual forma se checarán las ordenadas en "Y".

a) Dibujo de la Planta:

Por el constante uso y fácil manejo de este plano, es costumbre dibujar el alineamiento horizontal en papel dúplex la escala más común es la de 1:2,000 por apreciación de detalles Etc. seccionando la poligonal en tramos de 5 Kms.

El orden seguido para plasmar en el plano todos los datos de campo, es el siguiente:

1.- Antes de iniciar el dibujo deberá hacerse un tanteo sobre una cuadrícula a una escala pequeña que permita visualizar el desarrollo de la línea para de esta manera determinar la inclinación de la cuadrícula logrando que la poligonal quede totalmente dentro del plano, pues una mala orientación de la cuadrícula provocaría que la línea se salga de éste, evitándose así repeticiones de pequeños tramos, además de una mala presentación.

2.- Con las coordenadas, se fijan las intersecciones "X" y "Y" obteniéndose así los vértices que unidos por líneas rectas, determinan la ubicación de la preliminar en el plano horizontal.

3.- Se fijará el cadenamamiento en estaciones de 20 Mts. (1 cm=20m. en escala 1:2000) con pequeñas rayas y a cada 100 Mts. se anotará el digital correspondiente a la centena. Al seguir cadeneando se procurará fijar el correspondiente de los vértices (P.I.) o puntos de intersección y los kilómetros cerrados se dibujarán bien visibles con la siguiente anotación K-8, K-9, etc., hasta llegar al Km. 10 donde se prolongará la línea otros 200 Mts. que servirán de liga con el siguiente plano o sea el del Km. 15 de la poligonal.

4.- Se pasarán los rumbos calculados (R.A.C.) correspondientes a cada tangente de la línea.

5.- Sobre las pequeñas rayas de las estaciones de 20 Mts. marcadas en la poligonal se trazarán imperceptiblemente, líneas perpendiculares hacia ambos lados hasta una distancia a la que se haya llevado el levantamiento de las secciones de topografía.

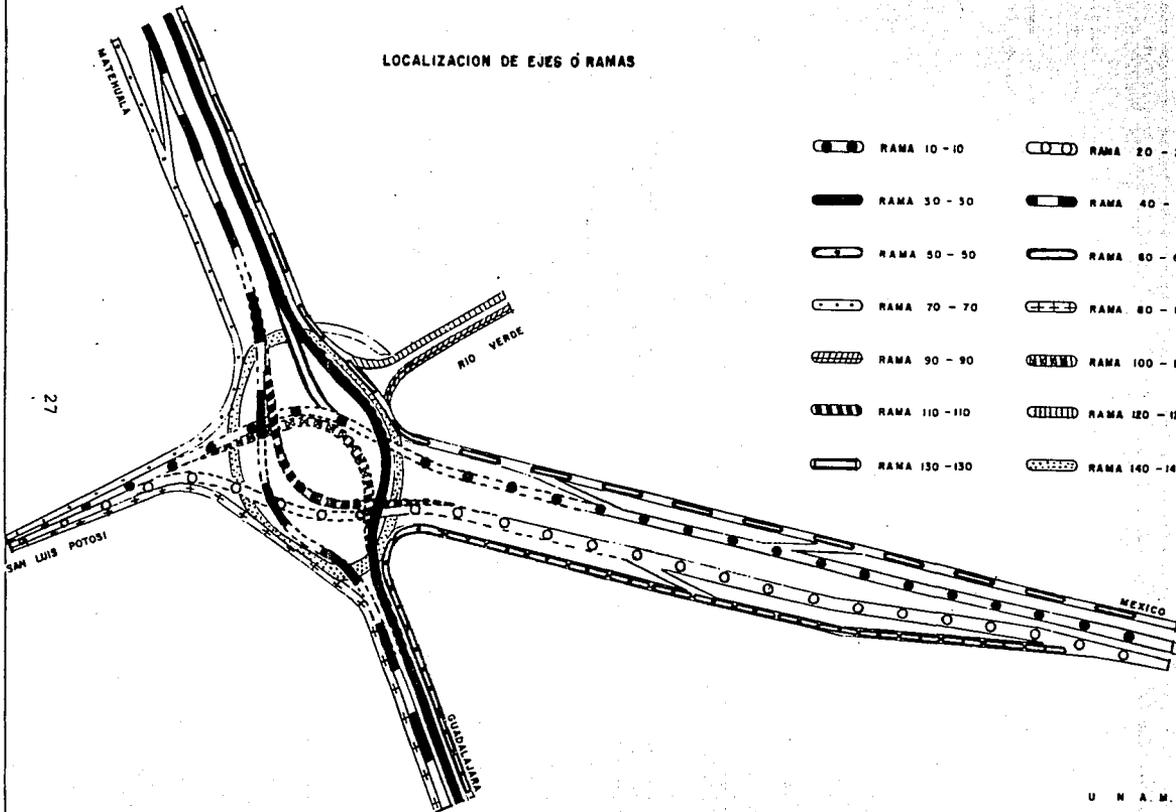
Sobre estas perpendiculares se fijarán con puntos las distancias y elevaciones tomadas de los registros de secciones topográficas, la unión de los puntos de igual elevación, determinarán la ubicación de las cotas redondas de la configuración del terreno.

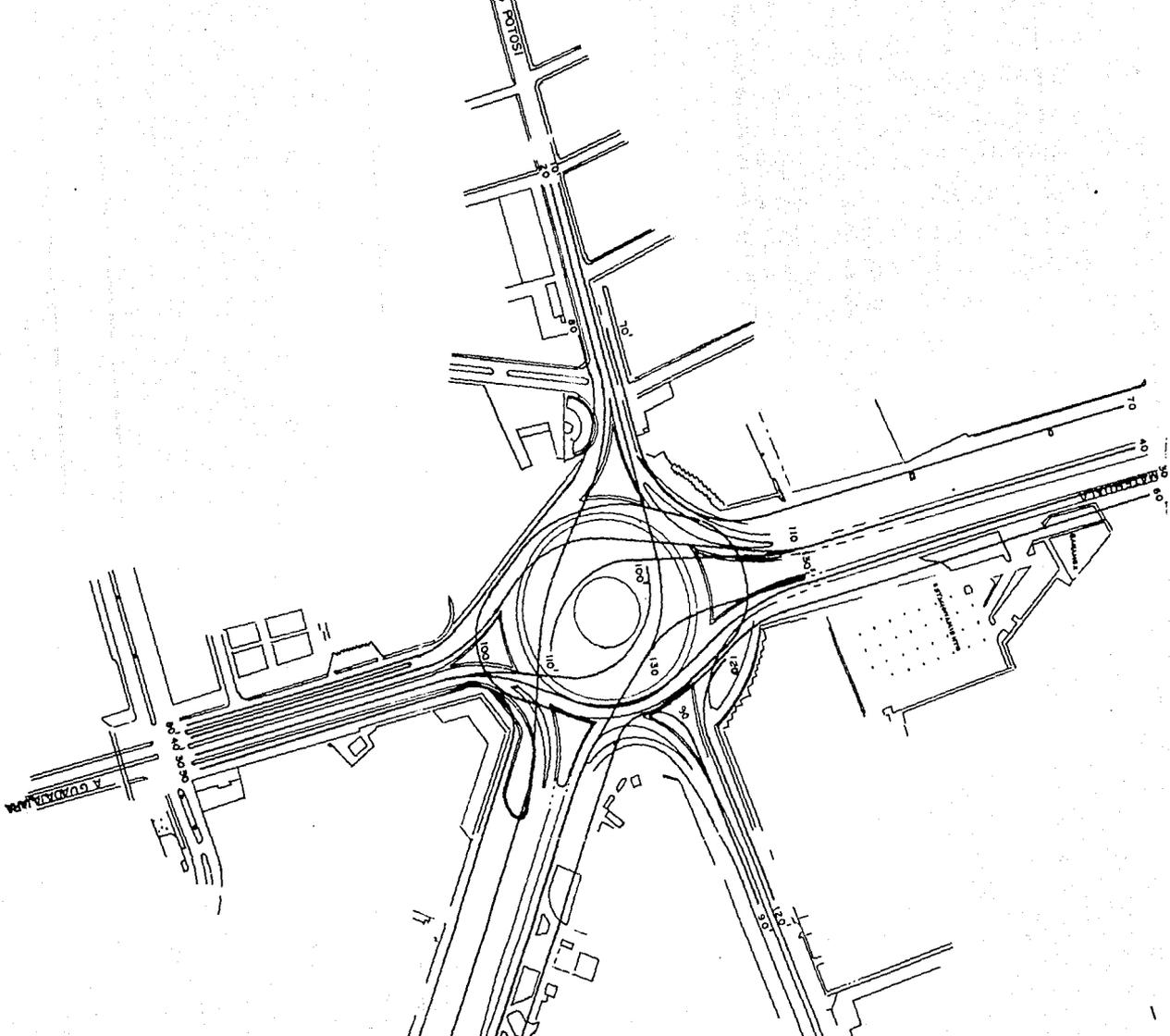
6.- Como algunas de esas curvas de nivel atraviesan la poligonal; para saber cual es el lugar donde se cruzan, se recurre al perfil del terreno, obteniendo en la elevación del eje, fijando así con precisión el cruzamiento de las curvas de nivel (líneas de paso).

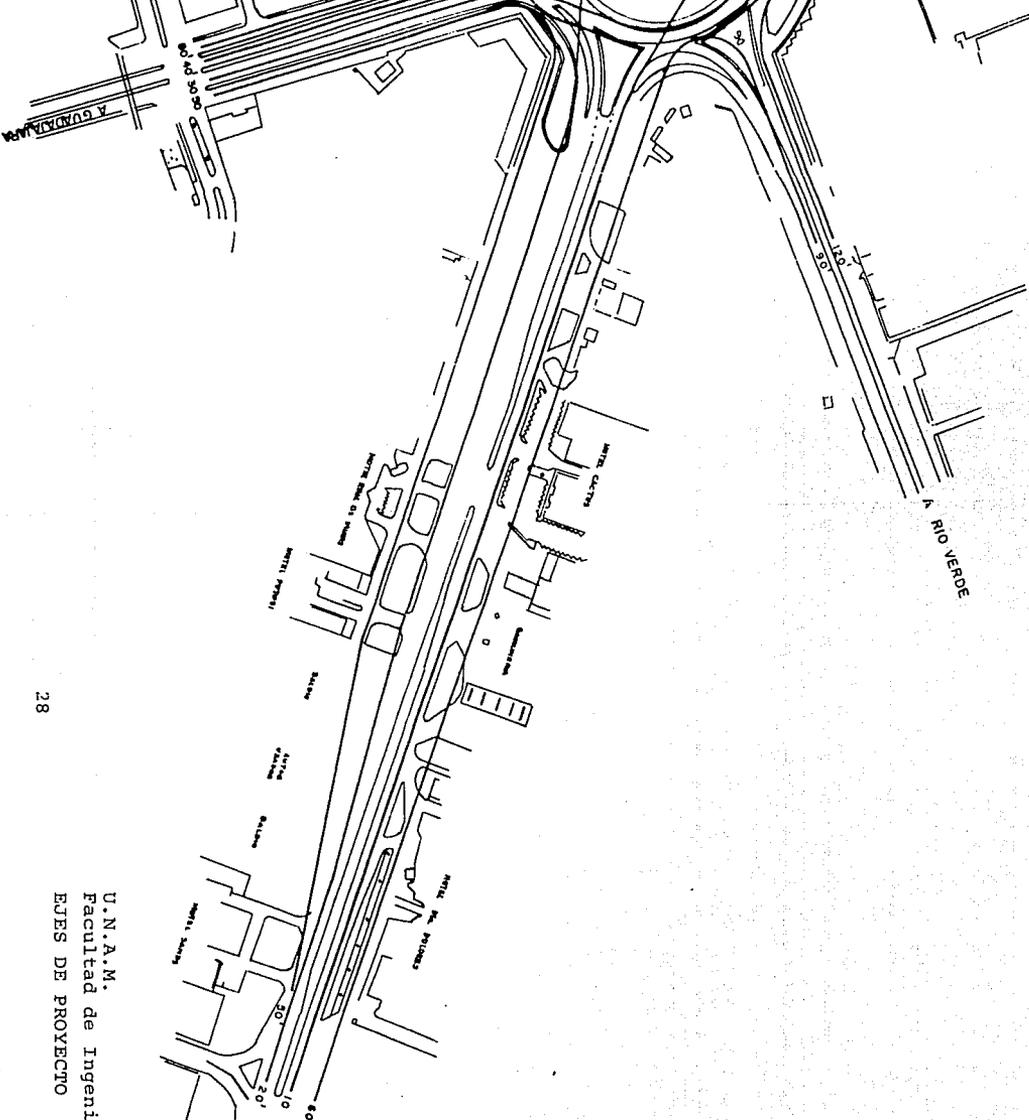
7.- Con la misma escala, se pasarán los datos planimétricos de los detalles existentes, levantados directamente o con estadía.

Habiendo dibujado todos los datos en la planta de trabajo, se puede decir que ha terminado la etapa de localización por el método tradicional y se podrá proceder a la ubicación del eje del proyecto definitivo.

LOCALIZACION DE EJES Ó RAMAS







### **III.5 Estudios Geotécnicos Estudios de Campo y de Laboratorio.**

Con el objeto de conocer la estratigrafía y características de los suelos del terreno natural, se realizaron siete sondeos a cielo abierto, llevados a profundidades de 1.15 a 2.70m, los cuales se ubicaron de acuerdo a lo mostrado en croquis anexo.

De cada sondeo se extrajeron muestras alteradas de los materiales encontrados, las cuales se sometieron en el laboratorio a ensayos de clasificación y de valor relativo de soporte estándar saturado.

En los sondeos 3,4, y 5 cuya ubicación coincide con la zona jardinada de la Glorieta Juárez, se encontró una capa constituida con material vegetal y material de relleno, con espesor de 0.70 a 1.00 m ; en el resto de los sondeos la capa de material vegetal varió de 0.30 a 0.40 m.

Subyaciendo a la capa anterior se localizaron estratos de arenas arcillosas y limosas de mediana compacidad con espesores entre 0.45 y 1.20 m, bajo de los cuales se encontraron estratos de arenas y gravas limosas muy compactas, con espesores medidos al fin del sondeo, de 0.50 y 1.20 m. El valor relativo de soporte determinado en estos materiales varió entre 15 a 151 %.

Con base a la estratigrafía de la zona en estudio, para la cimentación de las obras de proyecto se recomienda:

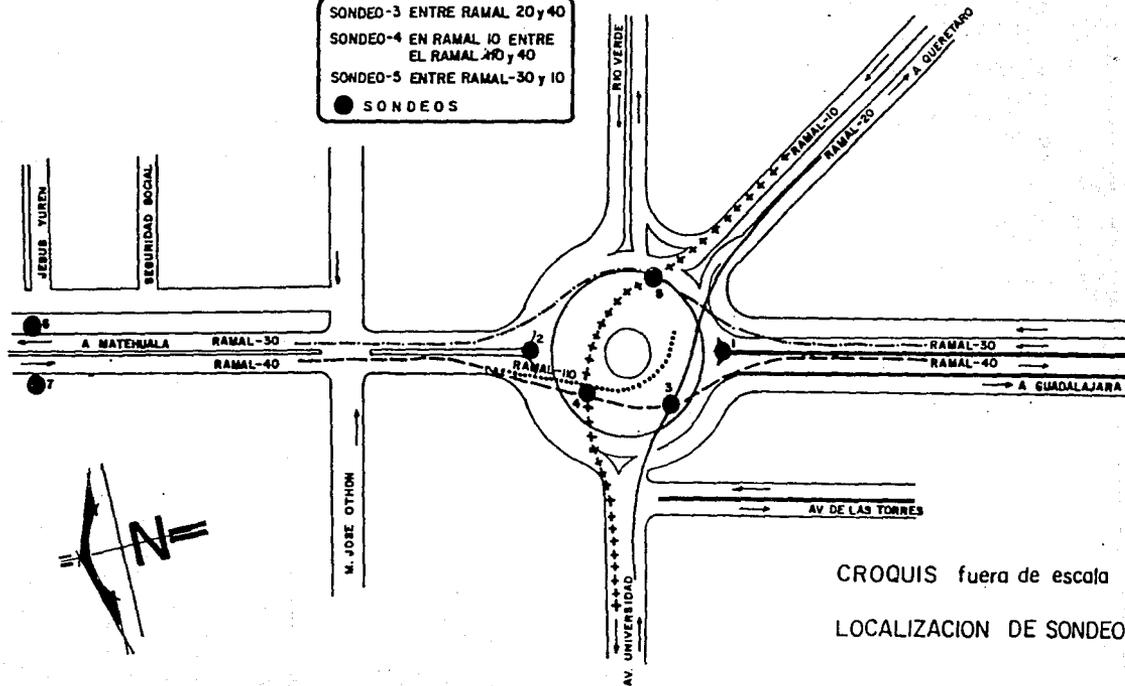
1. Cimentación de tipo superficial mediante zapatas corridas o aisladas.
2. Desplante sobre el estrato de arena arcillosa muy compacta (tepetate), que se encuentra entre 1.5 y 0.50 m bajo el nivel del terreno natural.
3. Capacidad de carga admisible para fines de diseño de 40 ton/m<sup>2</sup>.
4. Excavaciones que alojarán a la cimentación con taludes del orden 1/4:1.

No se preven asentamientos en la estructura ni en los terraplenes de acceso.

DISTRIBUIDOR "BENITO JUAREZ"  
SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

SONDEO-3 ENTRE RAMAL 20 y 40  
SONDEO-4 EN RAMAL 10 ENTRE  
EL RAMAL 40 y 40  
SONDEO-5 ENTRE RAMAL-30 y 10  
● SONDEOS

30



CROQUIS fuera de escala  
LOCALIZACION DE SONDEOS

ESTUDIOS GEOTECNICOS

DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS  
SERVICIOS TECNICOS Y CONCESIONES

UNIDAD REGIONAL SALTILLO

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

CAMINO: ZONA URBANA DE S.L.P.  
TRAMO \_\_\_\_\_  
KM. \_\_\_\_\_  
ORIGEN SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

OBRA DISTRIBUIDOR "BENITO JUAREZ"  
SONDEO N° 1  
ELEVACION \_\_\_\_\_  
LOCALIZACION (VER CROQUIS ANEXO)

PROF. (m)	GOLPES EN PENETRACION ESTANDAR				(X) LIMITE LIQUIDO (%)		(O) HUMEDAD (%)		GRANULOMETRIA (%)			CLASE SUCS.	DESCRIPCION DEL SUELO	COLUMNA ESTRATI GRAFICA Y N.A.F.
	10	20	30	40					G	S	FINOS			
	0.5													
1.0												ARENA ARCILLOSA MUY COMPACTA, COLOR CAFE (TEPETATE).	/ / / / / 2.00	
1.5														
2.0														
2.5														
3.0														

11

F. S. Na. l a 2.00 m.

SIMBOLOS  
Y  
ABREVIATURAS

 ARCILLA - C  
 LIMO - M

 ARENA - S  
 GRAMA - G

 MATORG - O

SUCS SISTEMA UNIFICADO DE  
CLASIFICACION DE SUELOS

ESTUDIOS GEOTECNICOS

CAMINO: ZONA URBANA DE S.L.P.  
 TRAMO \_\_\_\_\_  
 KM \_\_\_\_\_  
 ORIGEN SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS  
 SERVICIOS TECNICOS Y CONCESIONES  
 UNIDAD REGIONAL SALTILLO  
 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

OBRA DISTRIBUIDOR "BENITO JUAREZ"  
 SONDEO N° 2  
 ELEVACION \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION (VER CROQUIS ANEXO)

PROF. (m)	GOLPES EN PENETRACION ESTANDAR				(X) LIMITE LIQUIDO (O) LIMITE PLASTICO EN %	(O) HUMEDAD		GRANULOMETRIA (%)			CLASIE SUCS.	DESCRIPCION DEL SUELO	COLUMNA ESTRATI GRAFICA Y N.A.F.
	10	20	30	40				G	S	FINOS			
	0.5												
1.0													
1.5											ARENA ARCILLOSA, MUY COMPACTA, COLOR CAFE (TEPETATE).	2.70	
2.0													
2.5													
3.0					F. S. No. 2 a 2.70 m.								

SIMBOLOS  
 Y  
 ABREVIATURAS



ARCILLA -C



ARENA-S



LIMO-M



GRAM-G



MATORG-O

SUCS SISTEMA UNIFICADO DE  
 CLASIFICACION DE SUELOS

ESTUDIOS GEOTECNICOS

CAMINO: ZONA URBANA DE S.L.P.  
 TRAMO \_\_\_\_\_  
 KM \_\_\_\_\_  
 ORIGEN SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS  
 SERVICIOS TECNICOS Y CONCESIONES  
 UNIDAD REGIONAL SALTILLO  
 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

OBRA DISTRIBUIDOR "BENITO JUAREZ"  
 SONDEO N° 3  
 ELEVACION \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION KM 41+430 DE RAMA 40.

PROF. (m)	GOLPES EN PENETRACION ESTANDAR				(X) LIMITE LIQUIDO (%) HUMEDAD (O) LIMITE PLASTICO EN %	GRANULOMETRIA (%)			CLASIE SUCS.	DESCRIPCION DEL SUELO	COLUMNA ESTRATI GRAFICA V.R.A.F.
	10	20	30	40		G	S	FINOS			
0.5										ARENA ARCILLOSA COLOR CA- FE CON POCA MATERIA ORGA- NICA (MATERIAL DE RELLENO).	0.90
1.0										ARENA ARCILLOSA, COMPACI- DAD MEDIA, COLOR CAFE.	1.40
1.5										ARENA ARCILLOSA MUY COMPACTA, COLOR CAFE. (TEPETATE).	2.00
2.0											
2.5											
3.0					F. S. No. 3 a 2.00 m.						

SIMBOLOS  
 Y  
 ABREVIATURAS

 ARCILLA - C  
 LIMO - M

 ARENA - S  
 GRAMA - G

 MATORG - O

SUCS SISTEMA UNIFICADO DE  
 CLASIFICACION DE SUELOS

ESTUDIOS GEOTECNICOS  
**DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS  
 SERVICIOS TECNICOS Y CONCESIONES**  
 UNIDAD REGIONAL SALTILLO  
**COLUMNA ESTRATIGRAFICA**

CAMINO: ZONA URBANA DE S.L.P.  
 TRAMO \_\_\_\_\_  
 KM \_\_\_\_\_  
 ORIGEN SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

OBRA DISTRIBUIDOR "BENITO JUAREZ"  
 SONDEO N° 4  
 ELEVACION \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION KM.10+992 DE RAMA IQ

PROF. (m)	GOLPES EN PENETRACION ESTANDAR				(X) LIMITE LIQUIDO (%) (O) LIMITE PLASTICO EN %	(*) HUMEDAD (%)	GRANULOMETRIA (%)			CLASIE SUCS.	DESCRIPCION DEL SUELO	COLUMNA ESTRATI GRAFICA Y N.A.P.
	10	20	30	40			G	S	FINOS			
0.5											ARENA ARCILLOSA, COLOR CAFE, CON POCA MATERIA ORGANICA (MATERIAL DE RELLENO).	///
1.0												1.00
1.5											ARENA ARCILLOSA, COMPACTAD MEDIA, COLOR CAFE.	///
2.0												1.50
2.5					F. S. No. 4 a 2.00 m.						ARENA ARCILLOSA, MUY COMPACTA (TEPETATE).	///
												2.00

**SIMBOLOS Y ABREVIATURAS**

	ARCILLA - C		ARENA - S		MATORG - O
	LIMO - M		GRAM - G		

SUCS SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

## ESTUDIOS GEOTECNICOS

CAMINO: ZONA URBANA DE S.L.P.  
 TRAMO \_\_\_\_\_  
 KM. \_\_\_\_\_  
 ORIGEN SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS  
 SERVICIOS TECNICOS Y CONCESIONES  
 UNIDAD REGIONAL SALTILLO  
 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

OBRA DISTRIBUIDOR "BENITO JUAREZ"  
 SONDEO N° 5  
 ELEVACION \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION KM. 10+872 DE RAMA 10

PROF. (m)	GOLPES EN PENETRACION ESTANDAR				(X) LIMITE LIQUIDO (%) (O) LIMITE PLASTICO EN %	(*) HUMEDAD (%)	GRANULOMETRIA (%)			CLASIE SUCS.	DESCRIPCION DEL SUELO	COLUMNA ESTRATI GRAFICA Y N.A.P.
	10	20	30	40			G	S	FINOS			
0.5											ARENA ARCILLOSA COLOR CAFE CON POCA MATERIA ORGANICA (MATERIAL DE RELLENO).	/ / / / / 0.70
1.0												
1.5					F. S. Na	5	a	1.20 m.			ARENA ARCILLOSA MUY COM- PACTA, CAFE (TEPETATE).	/ / / / / 1.20
2.0												

SIMBOLOS  
 Y  
 ABREVIATURAS



ARCILLA - C



LIMO - M



ARENA - S



GRAM - G



MAT ORG - O

SUCS SISTEMA UNIFICADO DE  
 CLASIFICACION DE SUELOS

## ESTUDIOS GEOTECNICOS

CAMINO: ZONA URBANA DE S.L.P.

TRAMO \_\_\_\_\_

KM. \_\_\_\_\_

ORIGEN SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS  
SERVICIOS TECNICOS Y CONCESSIONES

UNIDAD REGIONAL SALTILLO

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

OBRA DISTRIBUIDOR "BENITO JUAREZ"

SONDEO N° 6

ELEVACION \_\_\_\_\_

LOCALIZACION KM. 0+210 CALLE \_\_\_\_\_

JESUS YOREN

PROF. (m)	GOLPES EN PENETRACION ESTANDAR				(X) LIMITE LIQUIDO (e) HUMEDAD		GRANULOMETRIA (%)			CLASIE SUCS.	DESCRIPCION DEL SUELO	COLUMNA ESTRATI GRAFICA Y N.A.P.
	10	20	30	40	(e) LIMITE PLASTICO EN %		G	S	FINOS			
0.5											MATERIAL DE RELLENO.	0.30
1.0											ARENA ARCILLOSA DE COM- PACIDAD MEDIA.	0.80
1.5											ARENA ARCILLOSA MUY COMPACTA (TEPETATE).	1.40
2.0												

F. S. No. 6 a 1.40 m.

SIMBOLOS  
Y  
ABREVIATURAS

ARCILLA-C



ARENA-S



LIMO-M



GRAM-G



MAT ORG-O

SUCS SISTEMA UNIFICADO DE  
CLASIFICACION DE SUELOS

ESTUDIOS GEOTECNICOS

CAMINO: ZONA URBANA DE S.L.P.

TRAMO \_\_\_\_\_

KM. \_\_\_\_\_

ORIGEN SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS  
SERVICIOS TECNICOS Y CONCESIONES  
UNIDAD REGIONAL SALTILLO

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

OBRA DISTRIBUIDOR "BENITO JUAREZ"

SONDEO N° 7

ELEVACION \_\_\_\_\_

LOCALIZACION KM. 0+140 CALLE

JESUS YOREN

PROF. (m)	GOLPES EN PENETRACION ESTANDAR				(X) LIMITE LIQUIDO (●) HUMEDAD (○) LIMITE PLASTICO EN %	GRANULOMETRIA (%)			CLASE SUCS.	DESCRIPCION DEL SUELO	COLUMNA ESTRATI GRAFICA Y.N.A.F.
	10	20	30	40		G	S	FIBROS			
0.5										MATERIAL DE RELLENO.	// 0.90
1.0										ARENA ARCILLOSA MUY COMPACTA (TEPETATE).	// 1.20
1.5					F. S. No. 7	a	1.20 m.				
2.0											

37

SIMBOLOS y ABREVIATURAS		ARCILLA - C		ARENA - S		MAT ORG - O
		LIMO - M		GRAM - G		

SUCS SISTEMA UNIFICADO DE  
CLASIFICACION DE SUELOS

### III.6 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE PROYECTO

A continuacion mencionaremos algunos aspectos importantes para el cálculo de parámetros que normalmente son de suma importancia para determinar la normatividad dentro de lo que es distancias de visibilidad, alineamiento vertical, alineamiento horizontal, etc.

#### III.6.1 DISTANCIAS DE VISIBILIDAD

A) **DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.** - El valor de la distancia de visibilidad de parada se obtiene con la expresión:

$$D_p = vt/3.6 + v^2/254f$$

Donde:

V=Velocidad de marcha, en Km/h.

t=Tiempo de reacción, en seg.

f=Coefficiente de fricción longitudinal.

En la fig.III.6.1, se indican los valores para proyecto de la distancia de visibilidad de parada que corresponden a velocidades de proyecto de 30 Km/h a 110 Km/h.

B) **DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE .-** La distancia de visibilidad de rebase, se determina con la expresión:

$$D_r = 4.5V$$

Donde:

D<sub>r</sub>=Distancia de visibilidad de rebase, en metros.

V =Velocidad de proyecto en Km/h.

Los valores para proyecto de la distancia de visibilidad de rebase se indican en la fig.III.6.2

VELOCIDAD DE PROYECTO KM/H	VELOCIDAD DE MARCHA	R E A C C I O N		COEFICIENTE DE FRICCIÓN LONGITUDINAL	DISTANCIA DE FRENADO	DISTANCIA DE VISIBILIDAD CALCULADA PARA PROYECTO	
		TIEMPO seg.	DISTANCIA m.			m	m
30	28	2.5	19.44	0.400	7.72	27.16	30
40	37	2.5	25.69	0.380	14.18	39.87	40
50	46	2.5	31.94	0.360	23.14	55.08	53
60	55	2.5	38.19	0.340	35.03	73.22	75
70	63	2.5	43.75	0.325	48.08	91.83	95
80	71	2.5	49.30	0.310	64.02	113.32	115
90	79	2.5	54.86	0.305	80.56	135.42	135
100	86	2.5	59.72	0.300	97.06	156.78	155
110	92	2.5	63.89	0.295	112.96	176.85	175

FIG. III.6.1

C) **DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ENCUENTRO .-** La distancia de visibilidad de encuentro se calcula con la expresión:

$$D_e = 2D_p$$

Donde:

D<sub>e</sub>=Distancia de visibilidad de encuentro, en metros.

D<sub>p</sub>=Distancia de visibilidad de parada, en metros.

CONCEPTO	UNIDAD	TIPO DE CARRETERA																																
		E			D			C			B			A																				
TDPA EN EL HORIZONTE DE PROYECTO	Veh/ día	HASTA 100			100 a 500			500 a 1500			1500 a 3000			MAS DE 3000																				
TIPO DE TERRENO	MONTAÑOSO	■			■			■			■			■																				
	LOMERIO PLANO	■			■			■			■			■																				
VELOCIDAD DE PROYECTO	Km/h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	40	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	110	60	70	80	90	100	110			
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	m	30	40	55	75	95	30	40	55	75	95	40	55	75	95	115	135	155	55	75	95	115	135	155	175	75	95	115	135	155	175			
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE	m	-	-	-	-	-	135	180	225	270	315	180	225	270	315	360	405	450	225	270	315	360	405	450	495	270	315	360	405	450	495			
GRADO MAXIMO DE CURVATURA	o	60	30	17	11	7.5	60	30	17	11	7.5	30	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	1.7	1.1	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75	1.1	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75			
CURVAS	K	CRESTA	m/%	4	7	12	23	36	3	4	8	14	20	4	8	14	20	31	43	57	8	14	20	31	43	57	72	14	20	31	43	57	72	
		COLUMPIO	m/%	4	7	10	15	20	4	7	10	15	20	7	10	15	20	25	31	37	10	15	20	25	31	37	43	15	20	25	31	37	43	
VERTICALES	LONGITUD MINIMA	m	20	30	30	40	40	20	30	30	40	40	30	30	40	40	50	50	60	30	40	40	50	50	60	60	40	40	50	50	60	60		
PENDIENTE GOBERNADORA	%	9			7			8			6			6			5			5			4			4			3					
PENDIENTE MAXIMA	%	13			10			12			9			8			7			7			6			6			5			4		
LONGITUD CRITICA	m	VER FIG. No. III. 6. 6			VER FIG. No. III. 6. 6			VER FIG. No. III. 6. 6			VER FIG. No. III. 6. 6			VER FIG. No. III. 6. 6			VER FIG. No. III. 6. 6			VER FIG. No. III. 6. 6			VER FIG. No. III. 6. 6			VER FIG. No. III. 6. 6								
ANCHO DE CALZADA	m	4.00			6.00			6.00			6.00			7.00			7.00			7.00			7.00			7.00			7.00					
ANCHO DE CORONA	m	4.00			6.00			6.00			6.00			7.00			7.00			7.00			7.00			7.00			7.00					
ANCHO DE ACOTAMIENTOS	m	—			—			—			0.50			0.50			1.00			1.00			1.00			1.00								
ANCHO DE FAJA SEPARADORA CENTRAL	m	—			—			—			—			—			—			—			—			—			—					
BOMBEO	%	3			3			3			2			2			2			2			2			2								
SOBREELEVACION MAXIMA	%	10			10			10			10			10			10			10			10			10								
SOBREELEVACIONES PARA GRADOS MENORES AL MAXIMO	%	VER TABLA No			VER TABLA No			VER TABLA No			VER TABLA No			VER TABLA No			VER TABLA No			VER TABLA No			VER TABLA No			VER TABLA No								
AMPLIACIONES Y LONGITUDES MINIMAS DE TRANSICIONES	m	III. 6. 17			III. 6. 17			III. 6. 17			III. 6. 19			III. 6. 18			III. 6. 18			III. 6. 18			III. 6. 18			III. 6. 20								

39 TABLA III.6.2 CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS CARRETERAS

### III.6.2 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

A) TANGENTES .- Las tangentes horizontales estarán definidas por su longitud y su azimut.

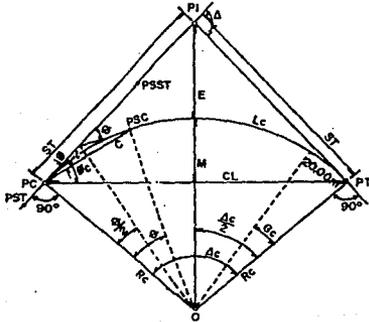
#### A.1 Longitud Mínima:

- 1.- Entre dos curvas circulares inversas con transición mixta deberá ser igual a la semi-suma de las longitudes de dichas transiciones.
- 2.- Entre dos curvas circulares inversas con espirales de transición podrá ser igual a cero.
- 3.- Entre dos curvas circulares inversas cuando una de ellas tiene espiral de transición y la otra tiene transición mixta, deberá ser igual a la mitad de la longitud de la transición mixta.
- 4.- Entre dos curvas circulares del mismo sentido, la longitud mínima de transición no tiene valor especificado.

A.2 Longitud Máxima: La longitud máxima en tangente no tiene límite especificado.

A.3 Azimut: El azimut definirá la dirección de las tangentes.

B) CURVAS CIRCULARES.- Las curvas circulares del alineamiento horizontal estarán definidas por su grado de curvatura y por su longitud, los elementos que las caracterizan se muestran en la fig. III.6.3



PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PC	Punto en donde comienza la curva circular simple
PT	Punto en donde termina la curva circular simple
PST	Punto sobre tangente
PSST	Punto sobre subtangente
PSC	Punto sobre la curva circular
O	Centro de la curva circular
Δ	Ángulo de deflexión de la tangente
Δc	Ángulo central de la curva circular
φ	Ángulo de deflexión a un PSC
θ	Ángulo de una cuerda cualquiera
θc	Ángulo de la cuerda larga
Gc	Grado de curvatura de la curva circular
Rc	Radio de la curva circular
ST	Subtangente
E	Externa
M	Ordenada media
C	Cuerda
CL	Cuerda larga
l	Longitud de un arco
Lc	Longitud de la curva circular

$$Rc = \frac{114592}{Gc}$$

$$ST = Rc \operatorname{Tang} \frac{\Delta c}{2}$$

$$E = Rc \left( \operatorname{Secante} \frac{\Delta c}{2} - 1 \right)$$

$$M = Rc \operatorname{Sen} \operatorname{Ver} \frac{\Delta c}{2}$$

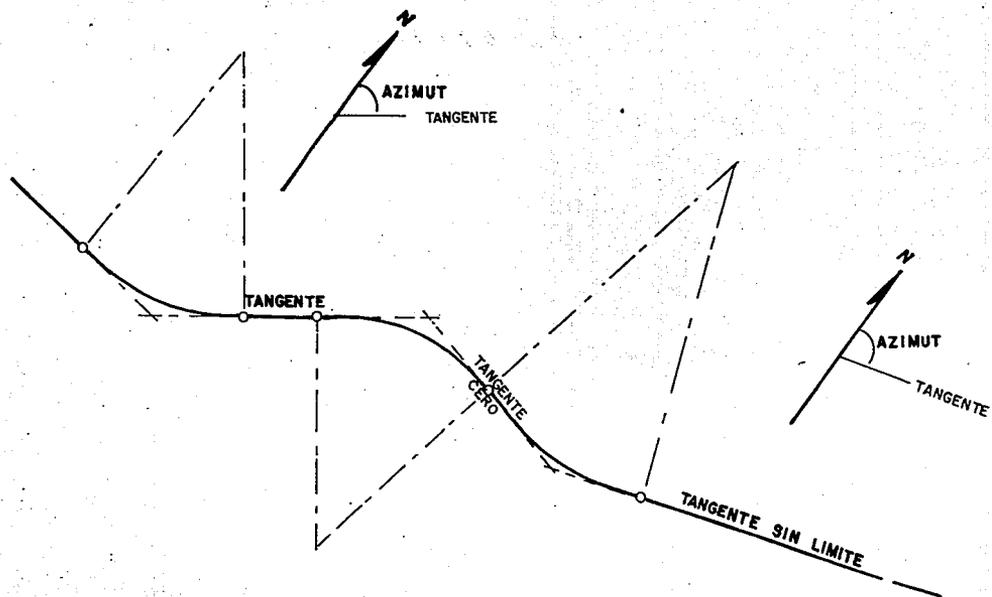
$$C = 2 Rc \operatorname{Sen} \frac{\theta}{2}$$

$$CL = 2 Rc \operatorname{Sen} \frac{\theta c}{2}$$

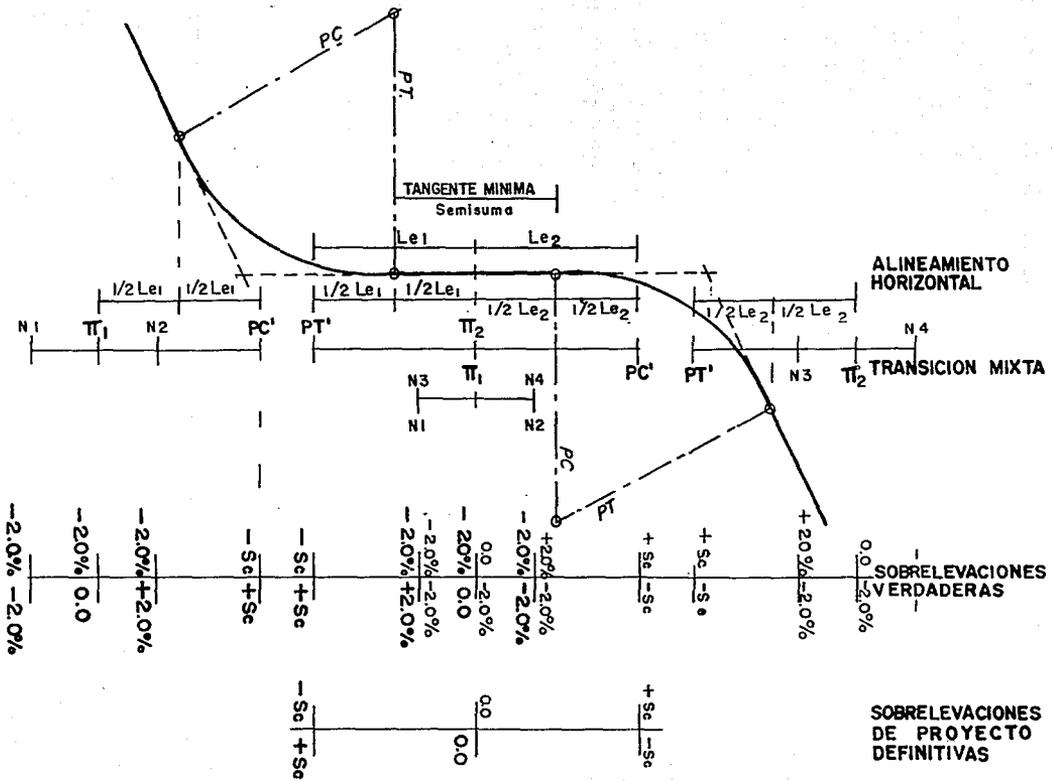
$$l = \frac{200 \rho}{Gc}$$

$$Lc = \frac{200 \Delta c}{Gc}$$

FIGURA III.6.3

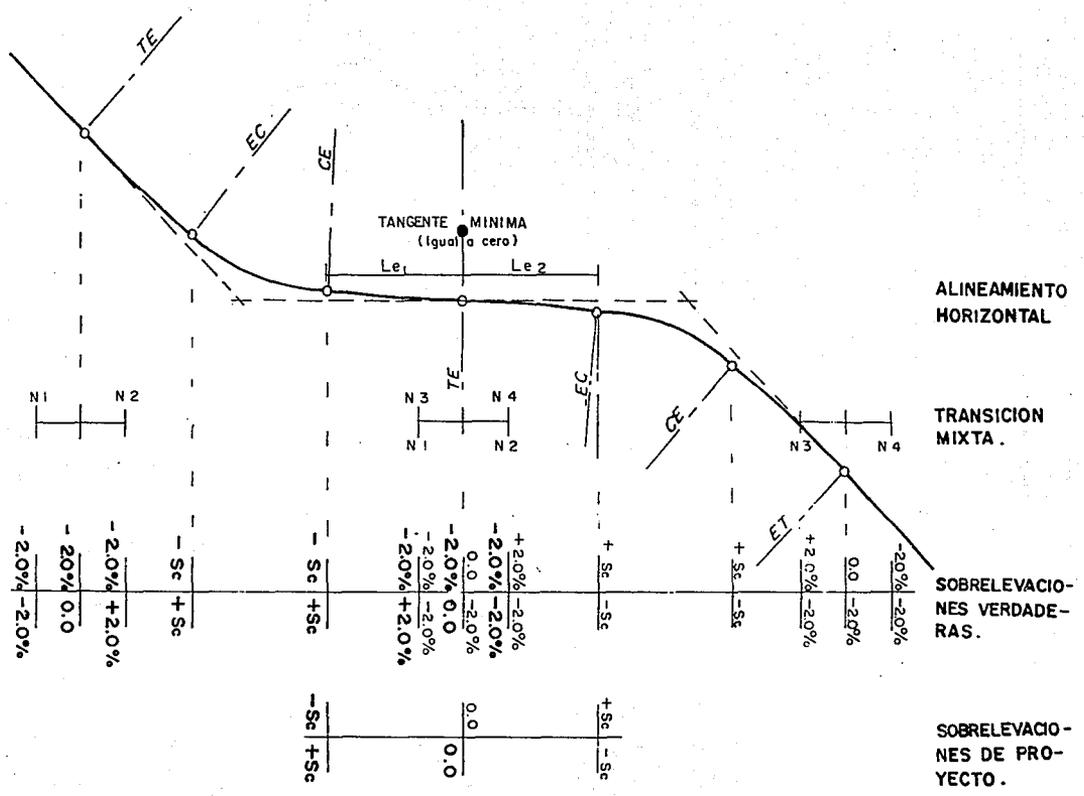


ALINEAMIENTO HORIZONTAL  
TANGENTE MAXIMA  
AZIMUT



ALINEAMIENTO HORIZONTAL  
TANGENTE MINIMA

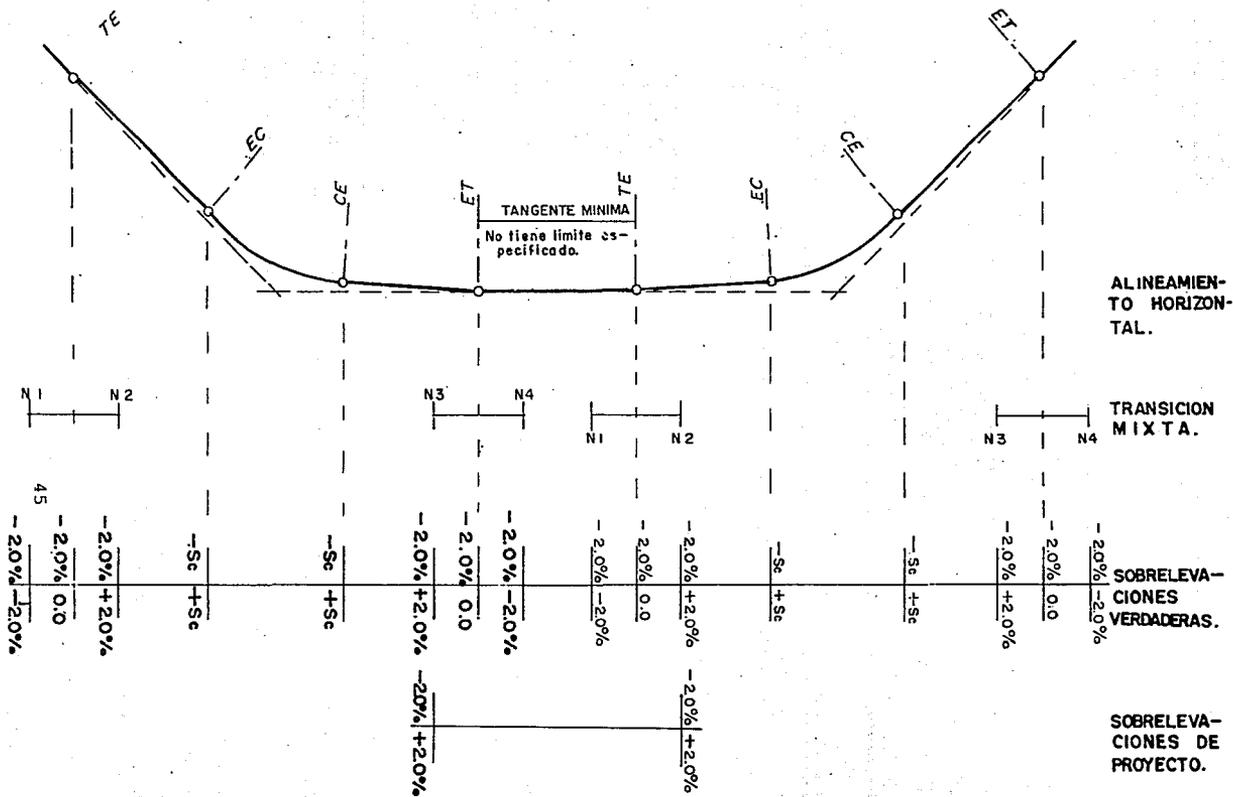
1) Entre 2 curvas Inversas con transicion mixta.



ALINEAMIENTO HORIZONTAL  
TANGENTE MINIMA

- 2) Entre curvas circulares inversas con  
espirales de transición





**ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

**TANGENTE MINIMA**

4) Entre curvas circulares del mismo sentido.

**B.1 Grado Máximo de Curvatura.**- El valor máximo del grado de curvatura correspondiente a cada velocidad de proyecto, estará dado por la expresión:

$$G_{\text{máx}} = \frac{(\mu + S_{\text{máx}})}{V^2} (146,000)$$

donde:

$G_{\text{máx}}$  = Grado Máximo de Curvatura

$\mu$  = Coeficiente de fricción lateral

$S_{\text{máx}}$  = Sobreelevación máxima de la curva, en m/m.

$V$  = Velocidad de proyecto, en Km/h.

En la fig. III.6.4 se indican los valores de los grados máximos de curvatura para cada velocidad de proyecto.

VELOCIDAD DE PROYECTO KM/HR.	COEFICIENTE DE FRICCION LATERAL	SOBREELEVACION MAXIMA m/m	GRADO MAXIMO DE CURVATURA CALC. GRADOS	GRADO MAXIMO DE CURVATURA P/PROY. GRAD.
30	0.280	0.10	61.6444	60
40	0.230	0.10	30.1125	30
50	0.190	0.10	16.9360	17
60	0.165	0.10	10.7472	11
70	0.150	0.10	7.4489	7.5
80	0.140	0.10	5.4750	5.5
90	0.135	0.10	4.2358	4.25
100	0.130	0.10	3.3580	3.25
100	0.125	0.10	2.7149	2.75

Fig. III.6.4 GRADO MAXIMO DE CURVATURA

**B.2 Longitud Mínima:**

- 1.-La longitud mínima de una curva circular con transiciones mixtas deberá ser igual a la semi-suma de las longitudes de esas transiciones.
- 2.-La longitud mínima de una curva circular con espirales de transición podrá ser igual a cero.

**B.3 Longitud Máxima:** La longitud máxima de una curva circular no tendrá límite especificado.

**C) CURVAS ESPIRALES DE TRANSICION.**-Las curvas espirales de transición se utilizarán para unir las tangentes con las curvas circulares formando una curva compuesta por una transición de entrada, una curva circular central y una transición de salida de longitud igual a la de entrada.

**C.1** Para efectuar las transiciones se empleará la Clotoide o Espiral de Euler, cuya expresión es:  
 $Rc = Le = K^2$

Donde:

$Rc$  = Radio de la curva circular, en metros.

$Le$  = Longitud de la espiral de transición, en metros.

$K$  = Parámetro de la espiral, en metros cuadrados.

C.2 La Longitud Mínima de la espiral para carreteras TIPO A de dos carriles y de cuatro carriles en cuerpos separados, B y C estará dada por la expresión:

$L_{e\ min} = 8\ vs$

$L_{e\ min}$  = Longitud mínima de la espiral, en metros.

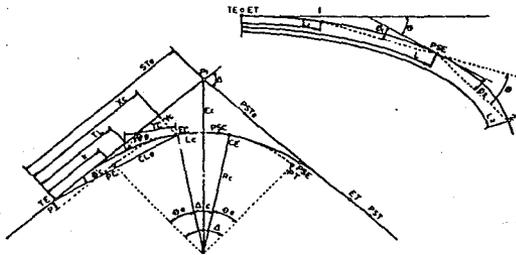
V = Velocidad de proyecto, en Km/h.

S = Sobreelevación máxima de la curva circular, en m/m.

Para carreteras TIPO A de cuatro carriles en un solo cuerpo, la longitud mínima de la espiral calculada con esta fórmula deberá multiplicarse por 1.7.

C.3 Las curvas espirales de transición se utilizarán exclusivamente en carreteras TIPO A, B y C y solo cuando la sobreelevación de las curvas circulares sea de 7% o mayor.

C.4 En la fig. III.6.5, se muestran los elementos que caracterizan a las curvas circulares con espirales de transición.



P	Punto de intersección de las tangentes	
TE	Punto donde termina la tangente y empieza la espiral	
EC	Punto donde termina la espiral y empieza la curva circular	
CE	Punto donde termina la curva circular y empieza la espiral	
ET	Punto donde termina la espiral y empieza la tangente	
PSC	Punto cualquiera sobre la curva circular	
PST	Punto cualquiera sobre las tangentes	
PSTa	Punto cualquiera sobre las subtangentes	
Δ	Ángulo de deflexión de las tangentes	
Δc	Ángulo central de la curva circular	$\Delta c = \Delta - 2\phi$
Δe	Deflexión de la espiral en el EC o CE	$\Delta e = GcLe/40$
Δp	Deflexión de la espiral en un PSE	$\Delta p = \Delta Lc^2/6e$
Δc	Ángulo de la cuerda larga	$\Delta c = \phi + \beta/3$
B	Ángulo entre la tang. o un PSE y una cuerda corta	$B = \Delta Lc - Lc \Delta Lc / 2e + (3Le^3)$
Δe	Ángulo entre la tang. o un PSC y una cuerda adentro	$\Delta e = (Le - Lc) \Delta Lc / 2e + (3Le^3)$
Δ	Ángulo entre dos cuerdas de la espiral	$\Delta = (Le - Lc) \Delta Lc / 2e + (3Le^3)$
Xc	Coordenadas del EC o del CE	$Xc = (Le/100)(100 - 0.00305\phi + \phi^2)$
Yc	Coordenadas del PC o del PT (Desplazamiento)	$Yc = (Le/100)(0.382\phi + 0.000026\phi^3)$
L	Longitud de la espiral o un PSE	$L = 10c - Rc \tan \phi$
Le	Longitud de la espiral al EC o CE	$Le = 10c - Rc \tan \phi / \cos(\Delta/2)$
Lc	Longitud de la curva circular	$Lc = Xc / \cos \phi$
LT	Longitud total de la curva circular con espirales	$LT = Le + 20c / Gc$
		$Lc = 145.92 / Gc$
		$L = 8VS / (Máxima)$
		$Lc = 20\Delta c / Gc$
		$LT = Le + 20c / Gc$

FIGURA III.6.5

D) VISIBILIDAD.- Toda curva horizontal deberá satisfacer la distancia de visibilidad de parada a que se refiere en el inciso III.6.1, de este capítulo, para una velocidad de proyecto y grado de curvatura dados. Para ello, cuando exista un obstáculo en el lado interior de la curva, la distancia "m" mínima que debe haber entre él y el eje del carril interior de la curva estará dada por la expresión y la gráfica que aparecen en la fig. III.6.6.

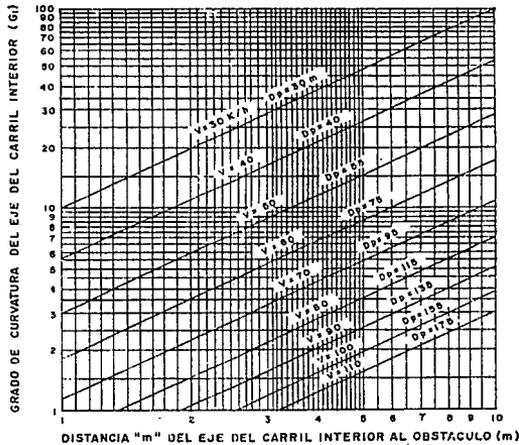
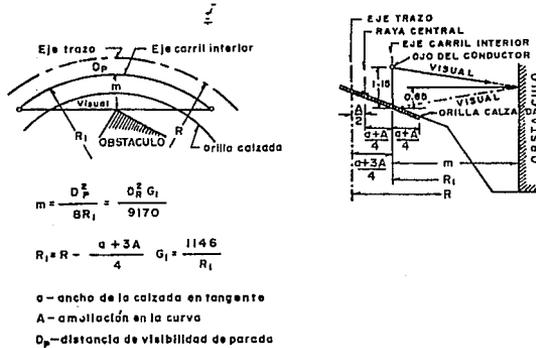


FIGURA III.6.6

### III.6.3 ALINEAMIENTO VERTICAL

A) TANGENTES.- Las tangentes verticales estarán definidas por su pendiente y su longitud.

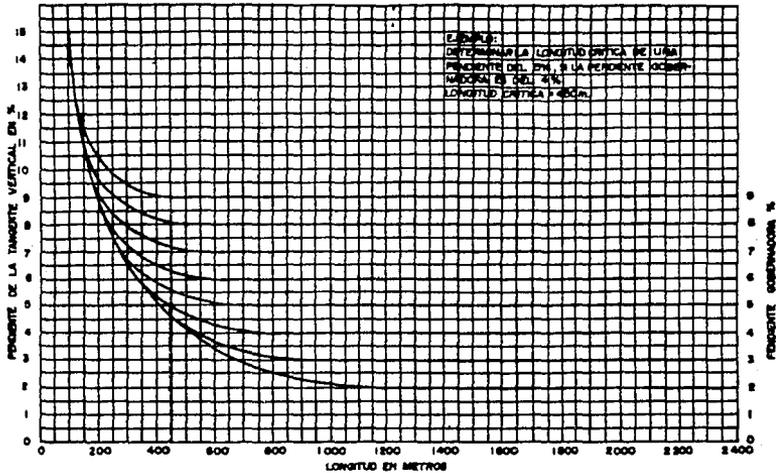
- A.1 Pendiente Gobernadora.- Los valores máximos determinados para la pendiente gobernadora se indican en la fig. III.6.7 para los diferentes tipos de carretera y terreno.
- A.2 Pendiente Máxima.- Los valores determinados para pendiente máxima se indican en la fig. III.6.7, para los diferentes tipos de carretera y terreno.

CARRETERA TIPO	PENDIENTE GOBERNADORA (%)			PENDIENTE MÁXIMA (%)		
	TIPO DE TERRENO			TIPO DE TERRENO		
	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
E	-	7	9	7	10	13
D	-	6	8	6	9	12
C	-	5	6	5	7	8
B	-	4	5	4	6	7
A	-	3	4	4	5	6

FIGURA III.6.7

#### VALORES MÁXIMOS DE LAS PENDIENTES Y DE LAS PENDIENTES MÁXIMAS

- A.3 Pendiente Mínima.- La pendiente mínima en zonas con sección en corte y/o balcón no deberá ser menor del 0.5% y en secciones en terraplén la pendiente podrá ser nula.
- A.4 Longitud crítica.- Los valores de la longitud crítica de tangentes verticales con pendientes mayores que la gobernadora, se obtendrán de la gráfica mostrada en la fig. III.6.8



LONGITUD CRITICA DE TANGENTES VERTICALES CON PENDIENTE MAYOR QUE LA GOBERNADORA

FIGURA III.6.8

**B) VISIBILIDAD**

**B.1 Curvas Verticales en Cresta.**- Para que las curvas verticales en cresta cumplan con la distancia de visibilidad necesaria su longitud deberá calcularse a partir del parámetro K, que se obtiene con la expresión:

$$K = D^2 / 2(NH + vh)^2$$

Donde:

- D=Distancia de visibilidad, en metros.
- H=Altura del ojo del conductor (1.14 m)
- h=Altura del objeto (0.15 m)

**B.2 Curvas Verticales en Columpio.**- Para que las curvas verticales en columpio cumplan con la distancia de visibilidad necesaria, su longitud deberá calcularse a partir del parámetro K que se obtiene con la expresión:

$$K = D^2 / 2(TD+H)$$

Donde:

D=Distancia de visibilidad, en metros.

T=Pendiente del haz luminoso en los faros (0.0175)

H=Altura de los faros (0.61 m).

**B.3 Requisitos de visibilidad:**

1.- La distancia de visibilidad de parada deberá proporcionarse en todas las curvas verticales, este requisito está tomado en cuenta en el valor del parámetro K especificado en la fig.III.6.9

2.- La distancia de visibilidad de encuentro deberá proporcionarse en las curvas verticales en cresta de las carreteras tipo E, tal como se especifica en la fig.III.6.10.

Velocidad de proyecto en km/h	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Parámetro K para rebase en m/%	18	32	50	73	99	130	164	203	245

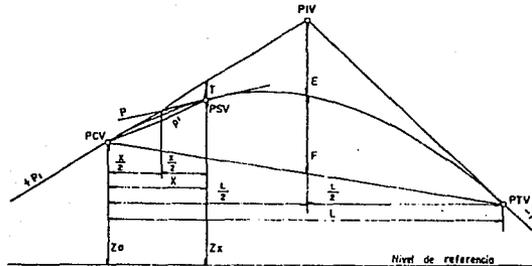
FIGURA III.6.9

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	VALORES DEL PARAMENTO K(m/%)				LONGITUD ACEPTABLE	MINIMA (m)
	CURVAS EN CRESTA		CURVAS EN COLUMPIO			
	CARRETERA E	T I P O D, C, B, A	CARRETERA E, D, C, B, A	T I P O		
30	4	3	4		20	
40	7	4	7		30	
50	12	8	10		30	
60	23	14	15		40	
70	36	20	20		40	
80	-	31	25		50	
90	-	43	31		50	
100	-	57	37		60	
110	-	72	43		60	

FIGURA III.6.10

3.- La distancia de visibilidad de rebase solo se proporcionará cuando así lo indiquen las especificaciones de proyecto y/o lo ordene la Secretaría. Los valores del parámetro K para satisfacer este requisito son los mostrados en la figura III.6.9

C) CURVAS VERTICALES.- Las curvas verticales serán parábolas del eje vertical y están definidas por su longitud y por la diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales que unen. Los elementos que caracterizan este tipo de curvas se muestran en la fig. III.6.11.



PIV Punto de intersección de las tangentes verticales  
 PCV Punto en donde comienza la curva vertical  
 PTV Punto en donde termina la curva vertical  
 PSV Punto cualquiera sobre la curva vertical

P1	Pendiente de la tangente de entrada, en m/m	
P2	Pendiente de la tangente de salida, en m/m	$A = P1 - (-P2)$
A	Diferencia algebraica de pendientes	
L	Longitud de la curva vertical, en metros	$K = L/A$
K	Variación de longitud por unidad de pendiente (parámetro)	
X	Distancia del PCV a un PSV, en metros	
P	Pendiente en un PSV, en m/m	$P = P1 - A(X/L)$
P'	Pendiente de una cuerda, en m/m	$P' = 1/2(P1 + P)$
E	Externa, en metros	$E = (AL)/8$
F	Flecha, en metros	$F = E$
T	Desviación de un PSV a la tangente de entrada, en metros	$T = 4E(X/L)^2$
Z0	Elevación del PCV, en metros	
Zx	Elevación de un PSV, en metros	$Zx = Z0 + (P1 \cdot \frac{Ax}{2L})x$

Nota. Si X y L se expresan en estaciones de 20m la elevación de un PSV puede calcularse con cualquiera de las expresiones:

$$Zx = Z0 + 20P1 - \frac{10Ax}{L}x$$

$$Zx = Z0 + 1 + 20P1 - \frac{10A}{L}(2X-1)$$

FIGURA III.6.11

**C.1 Longitud Mínima.-** La longitud mínima de las curvas verticales se calcularán con la expresión:  
 $L = KA$

**Donde:**

**L=**Longitud mínima de la curva vertical , en metros.  
**K=**Parámetro de la curva cuyo valor mínimo se especifica en la fig. III.6.10.  
**A=**Diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales en por ciento.

LA LONGITUD MINIMA de las curvas verticales en ningún caso deberá ser menor a lo indicado en la fig.III.6.10 y a la mostrada en las figs. III.6.12 y III.6.13

**C.3 Longitud Máxima.-** No existirá límite de longitud máxima para las curvas verticales. En el caso de curvas verticales en cresta con pendiente de entrada y salida con signos contrarios, se deberá revisar el drenaje cuando a la longitud de curva proyectada corresponda un valor del parámetro K superior a 43.

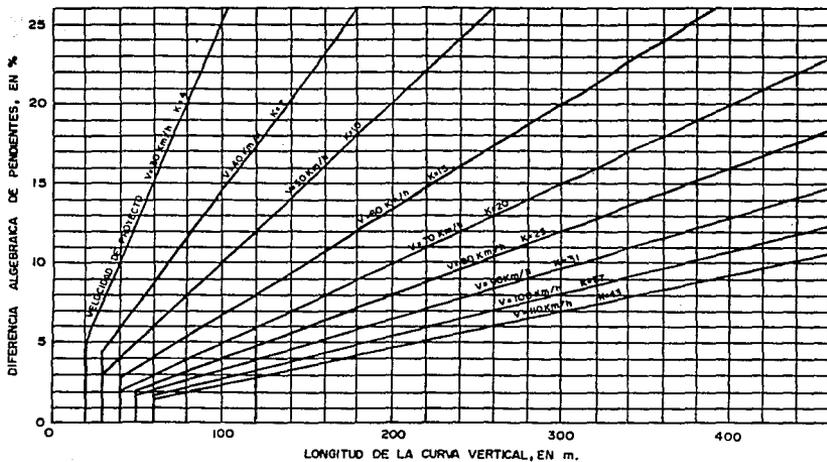


FIG. III.6.12 LONGITUD MINIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO

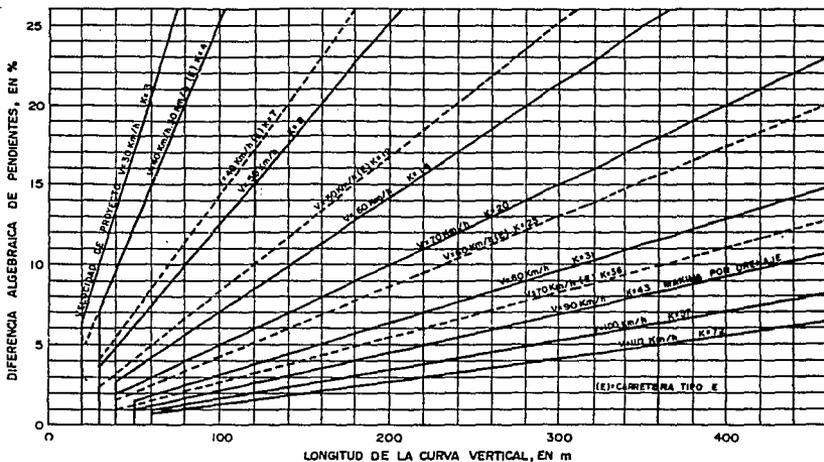
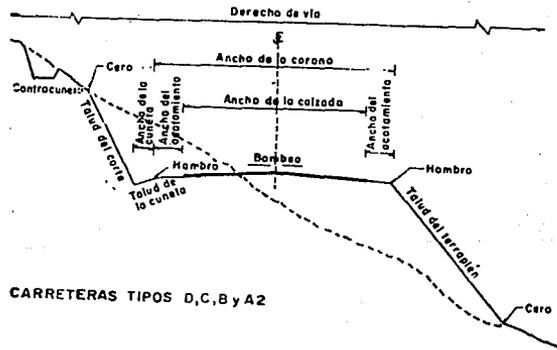
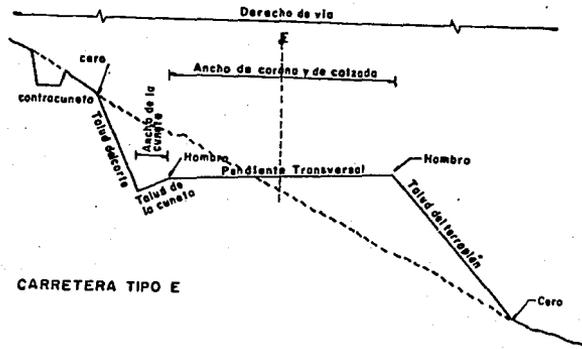


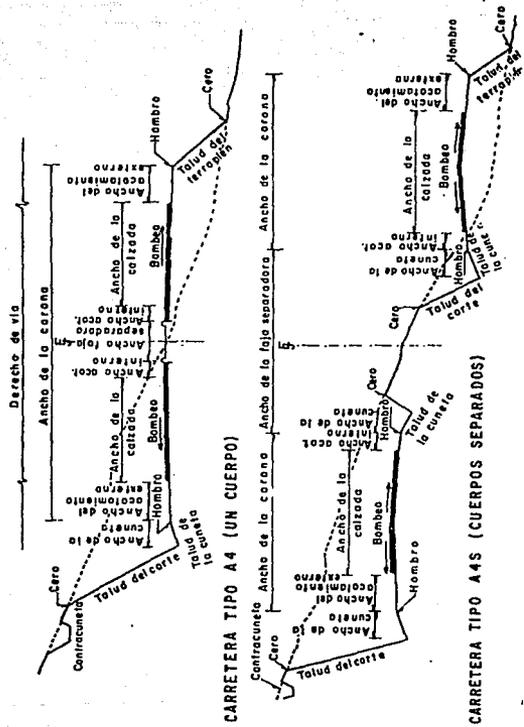
FIG. III.6.13 LONGITUD MINIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN CRESTA

**SECCION TRANSVERSAL**

A) La sección transversal está definida por la corona, las cunetas, los taludes, las contracunetas, las partes complementarias y el terreno comprendido dentro del derecho de vía, como se muestra en la figs. III.6.14 y III.6.15



**FIG. III.6.14 SECCION TRANSVERSAL EN TANGENTE DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL PARA CARRETERAS TIPOS E, D, C, B Y A2.**



SECCION TRANSVERSAL EN TANGENTE DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL PARA CARRETERAS TIPOS A4

FIG. III.6.15

- B) Corona.- La corona está definida por la calzada y los acotamientos con su pendiente transversal, y en su caso, la faja separadora central.
- C) En tangentes del alineamiento horizontal el ancho de la corona para cada tipo de carretera y de terreno, deberá ser el especificado en la fig. III.6.16
- D) En curvas y transiciones del alineamiento horizontal el ancho de la corona deberá ser la suma de los anchos de la calzada, de los acotamientos y en su caso, de la faja separadora central.
- E) CALZADA.- El ancho de la calzada deberá ser:  
 E.1-En tangente del alineamiento horizontal, el especificado en la fig. III.6.16

TIPO DE CARRETERA		ANCHOS DE				
		CORONA (m)	CALZADA (m)	ACOTAMIENTOS (m)		FAJA SEPARADORA CENTRAL (m)
E		4.00	4.00	-		-
D		6.00	6.00	-		-
C		7.00	6.00	0.50		-
B		9.00	7.00	1.00		-
A	(A2)	12.00	7.00	2.50		-
	(A4)	22.00 mínimo	2 x 7.00	EXT	INT	1.00 mínimo
				3.00	0.50 *	
(A4S)	2 x 11.00	2 x 7.00	3.00	1.00	8.00 mínimo	

\* Deberá prolongarse la carpeta hasta la garnición

FIG. III.6.16 ANCHOS DE CORONA, DE CALZADA, DE ACOTAMIENTOS Y DE LA FAJA SEPARADORA CENTRAL.

VELOCIDAD	30			40			50			60			70				
	Gc	Rc	Ac	Sc	Le												
0 30	1231	40	30	10	70	30	13	20	30	16	30	19	30	30	22		
1 00	1143	30	30	10	70	30	13	30	30	18	30	30	19	30	30	21	
2 30	7433	30	30	10	70	30	13	30	30	18	30	30	19	40	30	22	
3 00	5749	30	30	10	70	30	13	30	30	18	40	30	19	40	30	22	
4 30	4087	30	30	10	70	30	13	40	30	18	40	30	19	50	30	23	
5 00	3817	30	30	10	70	30	13	40	30	18	50	30	19	50	40	22	
6 30	3273	30	30	10	70	30	13	40	30	18	50	30	19	60	40	22	
7 00	2884	30	30	10	70	30	13	50	30	18	50	30	19	60	40	22	
8 30	2725	30	30	10	70	30	13	50	30	18	50	30	19	60	50	30	
9 00	2488	30	30	10	70	30	13	50	30	18	60	40	20	60	50	30	
10 30	2345	30	30	10	70	30	13	50	30	18	60	40	20	60	50	30	
11 00	2188	30	30	10	70	30	13	50	30	18	60	40	20	60	50	30	
12 30	2083	40	30	10	70	30	13	50	30	18	60	40	20	70	50	41	
13 00	1903	40	30	10	70	30	13	60	30	18	60	40	20	70	50	41	
14 00	1788	30	30	10	70	30	13	60	30	18	60	40	20	70	50	41	
15 00	1630	30	30	10	70	30	13	60	30	18	70	40	21	60	50	41	
16 30	1527	30	30	10	70	30	13	70	40	18	70	40	21	60	50	41	
17 00	1426	30	30	10	70	30	13	70	40	18	70	40	21	60	50	41	
18 30	1341	30	30	10	70	30	13	70	40	18	80	50	21	60	50	41	
19 00	1270	30	30	10	70	30	13	70	40	18	80	50	21	60	50	41	
20 00	1204	30	30	10	70	30	13	70	40	18	80	50	21	60	50	41	
21 00	1143	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
22 00	1087	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
23 00	1038	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
24 00	994	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
25 00	954	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
26 00	918	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
27 00	886	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
28 00	858	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
29 00	834	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
30 00	813	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
31 00	795	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
32 00	780	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
33 00	768	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
34 00	759	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
35 00	753	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
36 00	750	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
37 00	749	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
38 00	750	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
39 00	751	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	
40 00	753	30	30	10	70	30	13	80	40	18	80	50	21	60	50	41	

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.  
 En carreteras tipo E no se dará la ampliación por curvatura a menos que se proyecten librerías en curva horizontal.

Sc Sobreelevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición mixta, en metros.

Nota.- Para grados intermedios no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal.

**AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES PARA CARRETERAS TIPO E y D**

FIG. III.6.17

VELOCIDAD		30			60			70			80			90			100			110		
Gc	Rc	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le															
0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
30	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
40	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
50	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
60	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
70	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
80	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
90	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
100	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
110	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.  
 Sc Sobreelevación, en porcentaje.  
 Le Longitud de la transición, en metros

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usarán transiciones mixtas)

Note: Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal

**AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANCISIONES PARA CARRETERAS TIPO B Y A (A2) FIG. III.6.18**

VELOCIDAD		40			50			60			70			80			90			100		
Gc	Rc	Ac	Sc	Le																		
0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
30	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
40	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
50	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
60	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
70	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
80	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
90	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
100	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
110	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.  
 Sc Sobreelevación, en porcentaje  
 Le Longitud de la transición, en metros

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usarán transiciones mixtas)

Notes: Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se continúan por interpolación lineal

**59 AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANCISIONES PARA CARRETERAS TIPO C FIG. III.6.19**

VELOCIDAD		70				80				90				100				110								
Gc	Rc	A c		Sc	Le		A c		Sc	Le		A c		Sc	Le		A c		Sc	Le						
		A4S	A4		A4S	A4	A4S	A4		A4S	A4	A4S	A4		A4S	A4	A4S	A4		A4S	A4					
0° 15'	4583.68	0	20	20	39	67	0	20	20	45	76	0	30	20	50	86	0	30	20	56	95	0	30	20	62	105
0° 30'	2291.84	20	30	20	39	67	20	30	20	45	76	20	40	20	50	86	20	40	23	56	95	20	50	27	62	105
0° 45'	1527.89	20	40	20	39	67	20	40	23	45	76	30	50	28	50	86	30	60	34	56	95	30	60	40	62	105
1 00'	1145.92	20	50	25	39	67	30	50	30	45	76	30	60	36	50	86	30	70	47	56	95	30	70	52	62	105
1 15'	916.14	30	50	30	39	67	30	60	37	45	76	40	60	45	50	86	40	70	55	56	95	40	80	63	62	105
1 30'	763.91	30	60	35	39	67	30	60	44	45	76	40	70	53	50	86	40	80	64	56	95	40	90	73	64	109
1 45'	684.81	30	60	41	39	67	40	70	50	45	76	40	80	61	50	86	40	90	73	58	99	50	100	81	71	121
2 00'	572.96	30	70	46	39	67	40	80	57	45	76	50	100	73	50	86	50	80	81	65	110	50	100	89	78	133
2 15'	509.30	40	80	51	39	67	40	90	62	45	76	50	100	79	57	97	60	110	92	74	125	60	120	94	83	141
2 30'	458.37	40	80	55	39	67	50	90	66	45	76	50	110	84	60	103	60	110	96	77	131	60	120	98	86	147
2 45'	416.70	40	80	60	39	67	50	90	73	47	79	50	110	84	60	103	60	110	96	77	131	60	120	100	88	150
3 00'	381.97	50	90	64	39	67	50	100	77	49	84	60	110	88	63	108	60	120	99	79	135					
3 15'	352.59	50	90	67	39	67	50	110	81	52	85	60	120	92	66	113	60	130	100	80	136					
3 30'	327.40	50	100	71	40	68	60	110	85	54	82	60	120	96	69	118										
3 45'	305.58	50	110	75	42	71	60	120	88	56	96	60	130	98	71	120										
4 00'	286.18	50	110	78	44	74	60	120	91	58	99	70	130	100	71	121										
4 15'	269.65	60	110	81	45	77	60	130	94	60	104															
4 30'	254.65	60	120	84	47	80	70	130	96	61	104															
4 45'	241.25	60	120	87	49	83	70	140	97	62	106															
5 00'	229.18	60	130	89	50	85	70	140	99	63	108															
5 15'	218.27	60	130	91	51	87	80	140	100	63	108															
5 30'	208.35	70	140	93	52	89	80	150	100	64	109															
5 45'	199.29	70	140	95	53	90																				
6 00'	190.99	70	150	96	54	91																				
6 15'	183.35	70	150	97	54	92																				
6 30'	176.29	80	160	98	55	93																				
6 45'	169.77	80	160	99	55	94																				
7 00'	163.70	80	160	99	55	94																				
7 15'	158.06	80	160	100	56	95																				
7 30'	152.79	80	170	100	56	95																				

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.

Sc Sobreelevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición, en metros.

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usaran transiciones mixtas)

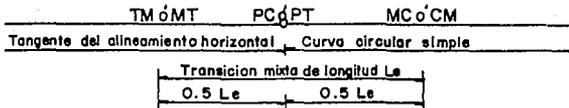
Notas.- Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal.  
A4S - Dos carriles en cada cuerpo (cuerpos separados) con el eje de proyecto en el centro de cada calzada.  
A4 - Cuatro carriles en un solo cuerpo, con el eje de proyecto coincidiendo con el eje geométrico.

FIG. III.6.20

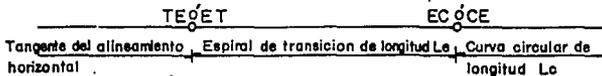
- E.2 En curvas circulares del alineamiento horizontal, el ancho en tangente mas una ampliación en el lado interior de la curva circular, cuyo valor se especifica en las tablas III.6.17, III.6.18, III.6.19 y III.6.20.
- E.3 En curvas espirales de transición y en transiciones mixtas: El ancho en tangente mas una ampliación variable en el lado interior de la curva espiral o en el de la transición mixta, cuyo valor esta dado por:  
 $A = L \cdot Ac / Le$   
 Donde:  
 A=Ampliación del ancho de la calzada en un punto de la curva espiral o de la transición mixta, en metros.  
 L=Distancia del origen de la transición al punto cuya ampliación se desea determinar en metros.  
 Le=Longitud de la curva espiral o de la transición mixta, en metros.  
 Ac=Ampliación total del ancho de la calzada correspondiente a la curva circular, en metros.
- F) Acotamientos.-El ancho de los acotamientos deberá ser para cada tipo de carretera y tipo de terreno, según lo indica en fig.III.6.16.
- G) Pendiente Transversal.- En tangentes del alineamiento horizontal el bombeo de la corona deberá ser:  
 G.1 De -2.0% en carreteras TIPO A,B,C Y D pavimentadas .  
 G.2 De -3.0% en carreteras TIPO D y E revestidas.
- H) En curvas circulares del alineamiento horizontal, la sobreelevación de la corona deberá ser:  
 H.1 El 10% para el grado máximo de curvatura correspondiente a cada velocidad de proyecto.  
 H.2 Igual a los valores indicados en las tablas I,II,III, y IV.
- I) En curvas espirales de transición y en transiciones mixtas, la sobreelevación de la corona en un punto cualquiera de las curvas estará dada por la expresión:  
 $S = L \cdot Sc / Le$   
 Donde:  
 S=Sobreelevación de la corona en un punto cualquiera de la curva espiral de transición o de transición mixta, en por ciento.  
 L=Distancia del origen de la transición al punto considerado en el que se desea determinar la sobreelevación de la corona, en metros.  
 Le=Longitud de la curva espiral de transición o de la transición mixta, en metros.  
 Sc=Sobreelevación de la corona correspondiente al grado de curvatura, en por ciento.
- I.1 Para el desarrollo de la sobreelevación de la corona se utilizará la longitud de la espiral de transición o de la transición mixta, según se indica en la fig.III.6.21.
- I.2 En los extremos de las curvas espirales de transición o de las transiciones mixtas se harán los ajustes indicados en la fig. III.6.21 para ligar la sobreelevación con el bombeo.
- I.3 La longitud mínima de las transiciones mixtas y de las espirales de transición será la indicada en las tablas III.6.17, III.6.18, III.6.19 y III.6.20.
- I.4 En todos los casos la transición mixta deberá proyectarse considerando un medio en su longitud sobre la tangente del alineamiento horizontal y el medio restante dentro de la curva circular.

### LOCALIZACION RELATIVA DE LAS TRANSICIONES

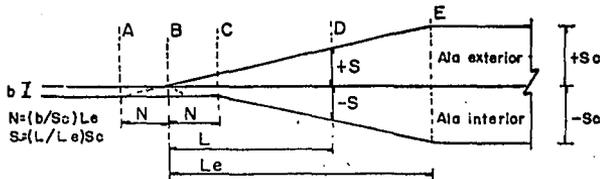
a) Transición mixta



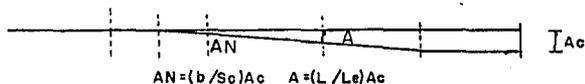
b) Espiral de transición



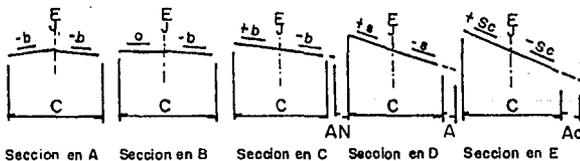
### VARIACION DE LA SOBREELEVACION



### VARIACION DE LA AMPLIACION



### SECCIONES TRANSVERSALES



### DESARROLLO DE LA SOBREELEVACION Y LA AMPLIACION

FIG. III.6.21

J) Faja Separadora Central.- La faja separadora central deberá proyectarse únicamente en carreteras tipo A de 4 carriles.

J.1 Cuando la sección transversal esté formada por un solo cuerpo el ancho de la faja separadora central deberá ser de 1.00 metro.

J.2 Cuando la sección transversal esté formada por dos cuerpos separados, el ancho mínimo de la faja separadora central deberá ser de ocho metros.

J.3 Cuando se trate de condiciones donde la sección transversal de un camino se tenga que aprovechar, la faja separadora central será variable de acuerdo a las características de proyecto.

K) Taludes.- Los taludes estarán definidos por su inclinación, expresada por el recíproco de la pendiente.

K.1 En Terraplén.- El talud de la sección transversal en terraplén deberá ser de 1.5 : 1, pudiendo tener una inclinación diferente si así lo especifica la Secretaría.

K.2 El talud de la sección transversal en corte deberá ser el que especifique la Secretaría.

L) Cunetas.- Las cunetas serán de forma triangular y están definidas por su ancho y sus taludes.

L.1 Ancho.- El ancho de la cuneta, medido horizontalmente entre el hombro de la corona y el fondo de la cuneta, deberá ser de 1.00 metros, pudiendo ser mayor si por capacidad hidráulica así lo requiere.

L.2 Taludes.- El talud interno de la cuneta deberá ser de 3 : 1 .

El talud externo de la cuneta será el correspondiente al del corte.

Una vez que hemos visto las normas y características para el proyecto geométrico de cualquier camino, hablaremos de las adoptadas para NUESTRO CASO.

1) Camino Tipo: Especial, de cuota, viaducto en su mayor parte de dos y tres niveles y plano en su parte que corresponde a nivel, con un TDPA=27,650 vehículos en ambos sentidos.

2) Grado de Curvatura: Para este caso específico el mayor grado de curvatura de 34° 00'.

Ahora supongamos un ejemplo donde tengamos que determinar el grado de curvatura:

a.- La longitud de curva mínima que podemos tener va a ser de 400.0 m y la máxima será de 700.0 m

b.- Supongamos que se determinó un ángulo de deflexión entre las dos tangentes de 7° 35'.

Conocemos la longitud de la curva que está dada por la expresión:  
 $L_c = 20 \Delta c / G_c$ ; despejando el  $G_c$  y sustituyendo los valores correspondientes tenemos que  $G_c = 0^\circ 22' 45''$ .

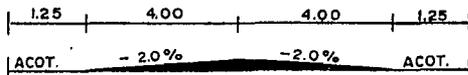
Pero para facilidad del trazador y el proyectista se recomienda que este grado de curvatura sea cerrado, por lo tanto lo redondearemos, quedando  $G_c = 0^\circ 15'$ .

Ahora sustituyendo el  $G_c$ , obtendremos la longitud de curva=606.67m. que es menor a la máxima de 700.0 m., por lo tanto si aceptamos el grado que propusimos de 0° 15'.

- 3).-Velocidad de Proyecto = 50Km/h (TODAS LAS CARACTERISTICAS -  
GEOMETRICAS SE RIGIERON POR ESTA -  
VELOCIDAD)
- 4).-Pendiente Gobernadora = 4.0%
- 5).-Pendiente Máxima = 6.96%
- 6).-Ancho de Calzada = 2 de 4.00 m (viaducto); variable en calles  
de acceso y salida.
- 7).-Ancho de corona = 2 de 10.50m (viaducto); variable en calles  
de acceso y salida.
- 8).-Ancho de acotamientos = 1.25m (viaducto); variable en calles de  
acceso y salida.
- 9).-Ancho de la faja separadora central = 0.00 (viaducto);variable en  
calles de acceso y salida
- 10)-Bombeo en tangente = -2.0%
- 11)-Sobreelevación máxima = 5.0%

Ver figs. III.6.22.

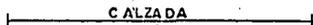
Una vez establecidas las condiciones se procederá al TRAZO DE  
PROYECTO DEFINITIVO.



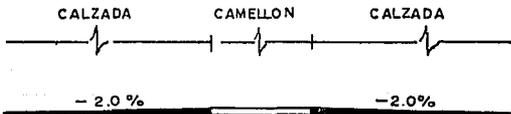
SECCION TRANSVERSAL EN VIADUCTO



EN CURVA : SOBREVIVACION



SIN CURVA : SOBREVIVACION EN TANGENTE



SECCION TRANSVERSAL ANTES Y DESPUES DEL VIADUCTO

FIG. III.6.22

## PROYECTO DEFINITIVO EN CAMPO

Cuando se ha determinado el lugar más idóneo por donde deberá pasar el camino, después de haber efectuado todos los estudios, incluyendo sus características geométricas; ya sea tanto por el método tradicional, como el método electrónico se hace necesario llevar a efecto en campo dicho proyecto de una manera definitiva, denominándose a esto PROYECTO DEFINITIVO EN CAMPO el cual constará de los siguientes pasos:

- A) TRAZO DEFINITIVO DEL EJE DEL CAMINO
- B) REFERENCIAS DEL EJE
- C) NIVELACION DEFINITIVA
- D) SECCIONES DE CONSTRUCCION

### A) TRAZO DEFINITIVO

Contando con toda la información recabada durante la etapa de estudio el ingeniero trazador determinará sus cadenamientos de inicio de cada eje o ramal; físicamente en el campo, ya afinado el trayecto a seguir, el rumbo inicial del eje determinado del astronómico calculado en la preliminar.

Como los grados de curvatura en la etapa de anteproyecto y proyecto fueron tomados de una manera gráfica éstas deberán ser calculadas de tal manera que puedan trazarse en campo, por lo que se refiere a los ángulos de deflexión que fueron tomados en la etapa de anteproyecto por medio de las coordenadas podrán sufrir cambios a la hora de trazar siempre y cuando a criterio del ingeniero trazador lo juzgue necesario.

#### A.1 PROCEDIMIENTO

Con el tránsito centrado en el origen, se iniciará el kilometraje sobre trompos en estaciones de 20.00 m. cuyos testigos (estacas) marcarán el cadenamiento. Los puntos de las tangentes donde es necesario centrar el aparato se fijarán con tachuelas sobre los trompos, cuya precisión se obtendrá del promedio de las observaciones directas en inversas al prolongar la línea.

Las mediciones se harán con cinta de acero, procurando que la tensión de la cinta sea uniforme para reducir el error.

Las tolerancias en distancias y medidas angulares son fijadas en el trazo preliminar y se tomará además del rumbo astronómico calculado, el rumbo magnético observado.

Cuando el aparato esté en el PI (punto de inflexión) y determinada la deflexión se mide el valor de las subtangentes en ambos sentidos con el objeto de fijar la posición del PC y el PT de la curva respectivamente. Hecho esto se trasladaría el aparato al PC, se hará coincidir los ceros del Vernier, se fija el movimiento particular del Vernier procediéndose a visar el PI; una vez localizado se fija el movimiento general y se suelta el particular midiendo angularmente la primera deflexión que por lo general corresponde a una fracción, veremos un ejemplo III.6.23.

RAMA 140

PI = 140 + 540.11

OC = 62° 24' izq.

GC = 10° 00'

RC = 114.59 m.

LC = 124.80 m.

ST = 69.40 m.

PC = 140 + 470.71

PT = 140 + 595.51

Deflexión por metro =  $d/m = \Delta/2 / LC = 62^\circ 24' / 2 / 124.80 = 0^\circ 15'$

Deflexión por cuerda de 20.00 m. =  $0^{\circ} 15' \times 20.00 = 5^{\circ} 00'$

Ahora veremos un ejemplo, dando todo el trazo definitivo levantado en campo.

ESTACION	P.R.	DEFLEXION	DATOS DE CURVA	R.M.O	R.A.C.
140+000	PST				
140+009.78	PC	00° 00' 00"	V=50K/h		
+020		5° 06' 00"	ΔC=122° 02' 40"		
+040		15° 06' 00"	GC=20 00		
+060		25° 06' 00"	ST=130.44 m		
+080		35° 06' 00"	LC=122.05 m		
+100		45° 06' 00"	RC= 57.30 m		
+120		55° 06' 00"	PI=140+113.22		
140+131.83	PT	61° 01' 00"			
+140					
		tang=36.38m			S24 15 W--S30° 45' 00"W
+160					
140+168.21	PC	00° 00' 00"	PI=140+240.56		
+180		2° 56' 51"	ΔC = 64° 32' 12"		
+200		7° 56' 51"	GC= 10 00		
+220		12° 56' 51"	ST= 72.35 m		
+240		17° 56' 51"	LC=129.07 m		
+260		22° 56' 51"	RC=114.59 m		
+280		27° 56' 51"	v = 50K/h		
140+297.28	PT	36° 12' 00"			
+300					
		tang=39.05m			S40 15 W--S33° 47' 00"W
+320					
140+336.33	PC	00° 00' 00"	PI=140+412.15		
+340		2° 01' 07"	ΔC=111° 01' 20" IZQ		
+360		13° 01' 07"	GC= 22 00		
+380		24° 01' 07"	ST= 75.82 m		
+400		35° 01' 07"	LC=100.93 m		
+420		46° 01' 07"	RC= 52.09 m		
140+437.26	PT	55° 30' 40"	v= 50K/h		
+440					
+460					
140+470.71	PC	00° 00' 00"	PI=140+540.11		
+480		2° 19' 21"	ΔC=62° 24' izq		
+500		7° 19' 21"	GC=10 00		
+520		12° 19' 21"	RC=114.59 m		
+540		17° 19' 21"	ST=69.40 m		
+560		22° 19' 21"	LC=124.80 m		
+580		27° 19' 21"			
141+595.51	PT	31° 12' 00"			

Fig. III.6.23 Registro de campo para el trazo de una curva circular s.

Habiendo explicado la secuela seguida en el trazo de curvas, se continuará llevando sobre el alineamiento horizontal y con el objeto de tener la seguridad de que el trazo del eje va colocándose correctamente; en los cruces de esta línea, los ángulos y distancias en los puntos de intersección para efectuar las correcciones de rumbos y kilometrajes se deben guardar dentro de las tolerancias especificadas.

Una vez alojados los ejes de los ramales tendrá que efectuarse una relación de datos referentes al alineamiento horizontal con el objeto de que al dibujar la planta definitiva, no quede ninguna información pendiente (VER TABLA III.6.24.

DATOS DE CURVAS								
RAMA	No	PI	$\Delta C^{\circ}$	Gc <sup>o</sup>	ST m	Lc m	Rc m	Km/hr
10-10'	01	10+802.90	11°40'	der 5°30'	21.29	42.42	208.35	50
10-10'	02	10+950.94	46°35'	izq 12°00'	41.12	77.65	95.49	50
20-20'	03	20+079.59	40°21'	der 8°15'	51.04	97.82	138.90	50
20-20'	04	20+226.09	21°55'	izq 6°00'	36.98	73.06	190.99	50
20-20'	05	20+364.38	16°18'	der 6°00'	27.35	54.33	190.99	50
20-20'	06	20+784.47	3°56'	izq 1°00'	39.35	78.67	1145.92	50
20-20'	07	20+982.49	3°56'	der 1°00'	39.35	78.67	1145.92	50
30-30'	08	30+170.00	35°23'	der 9°59'	36.61	70.87	114.77	50
30-30'	09	30+295.12	60°05'	izq 12°00'	55.22	100.14	95.49	50
30-30'	10	30+435.42	24°22'	der 6°00'	41.24	81.22	190.99	50
40-40'	11	41+239.40	20°48'	der 6°00'	35.05	69.33	190.99	50
40-40'	12	41+445.96	58°55'	izq 12°30'	51.78	94.27	91.67	50
40-40'	13	41+553.55	38°35'	der 10°00'	40.11	77.17	114.59	50
50-50'	14	50+214.78	125°51'	der 34°00'	65.93	74.03	33.70	50
50-50'	15	50+686.96	7°43'	izq 6°00'	12.88	25.72	190.99	50
60-60'	16	60+852.44	52°02'	der 32°37'	17.15	31.94	35.13	50
60-60'	17	60+893.27	24°52'	izq 9°41'44"	26.07	51.32	118.19	50
60-60'	18	60+994.22	26°38'	der 10°00'	27.12	53.27	114.59	50
70-70'	19	71+324.20	91°16'	der 14°00'	83.69	130.39	81.85	50
80-80'	20	80+081.66	55°32'	der 12°00'	50.28	92.56	95.49	50
80-80'	21	80+226.04	33°42'	der 18°30'	18.76	36.43	61.94	50
90-90'	22	90+093.21	138°42'	der 32°37'	93.21	85.05	35.13	50
100-100'	23	100+036.61	22°58'	der 6°21'29"	36.61	72.25	180.23	50
100-100'	24	100+202.99	112°10'	izq 16°30'	103.29	135.96	69.45	50
110-110'	25	110+035.05	14°21'	der 4°06'55"	35.05	69.74	278.45	50
110-110'	26	110+234.59	84°38'	izq 15°03'04"	69.33	112.47	76.14	50
120-120'	27	120+182.35	68°28'	der 20°00'	38.99	68.47	57.30	50
130-130'	28	130+036.92	42°16'26"	der 12°00'	36.92	70.46	95.49	50
140-140'	29	140+113.22	122°02'40"	izq 20°00'	103.44	122.05	57.30	50
140-140'	30	140+240.56	64°32'	izq 10°00'	72.35	129.07	114.59	50
140-140'	31	140+412.15	111°01'20"	izq 22°00'	75.82	100.93	52.09	50
140-140'	32	140+540.11	62°26'	izq 10°00'	69.40	124.80	114.59	50

TABLA III.6.2.4

**EJEMPLO DE CALCULO DE UNA CURVA CIRCULAR SIMPLE. RAMAL 140**

PI = 140+113.22

ΔC = 122° 02' 40" IZQ

GC = 20° 00°

La deflexión (ΔC) se determina en campo de acuerdo a las características del proyecto, al igual que el grado de curvatura (GC):

Ahora determinemos los demás elementos:

$$RC = \frac{1145.92}{GC} = \frac{1145.92}{20^\circ 00'} = 57.30 \text{ mts}$$

$$LC = \frac{20 \Delta C}{GC} = \frac{20 (122^\circ 02' 40")}{2} = 122.05 \text{ mts}$$

$$ST = \frac{RC \cdot \text{TAN} \frac{\Delta C}{2}}{1} = \frac{57.30 \cdot \text{TAN} (122^\circ 02' 40")}{2} = 103.44 \text{ mts}$$

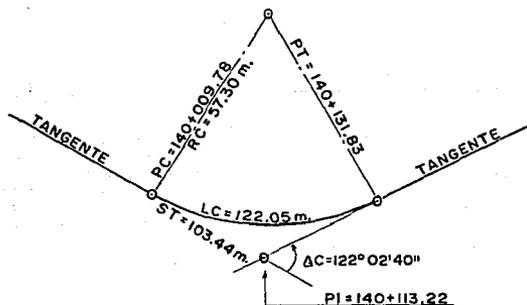
PC = PI - ST = ( 140 + 113.22 - 103.44 )

PC = 140 + 009.78

PT = PC + LC = (140 + 009.78 + 122.05)

PT = 140 + 131.83

A continuación se muestra el croquis para ubicar cada elemento:



**ESTOS DATOS SON:**

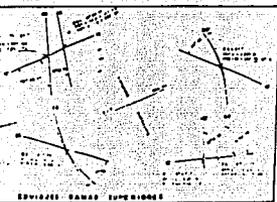
- 1) Nombre de origen y destino de cada eje o ramal.
- 2) Kilometrajes y ángulos del entronque, en caso de que su origen parta de otra vía de comunicación.
- 3) Tangencia o tangente libre entre curvas.
- 4) Datos de las curvas.
- 5) Rumbos astronómicos calculados
- 6) Construcciones y tipos de materiales para efectos de indemnización.
- 7) Uso del suelo dentro del derecho de vía (zona urbana, terrenos baldíos, etc.)
- 8) Nombre de los propietarios
- 9) Instalaciones existentes
- 10) Ductos, indicando: kilometraje, ángulo, diámetro y profundidad a la que se encuentran.
- 11) Cruces con otras vías de comunicación (caminos, ferrocarriles) indicando ángulos y kilometrajes.
- 12) Líneas de transmisión eléctrica, posición de torres y altura de cables, etc.
- 13) Datos útiles, no considerados en esta relación. VER FIG. III.6.25.

**B) REFERENCIAS DEL EJE**

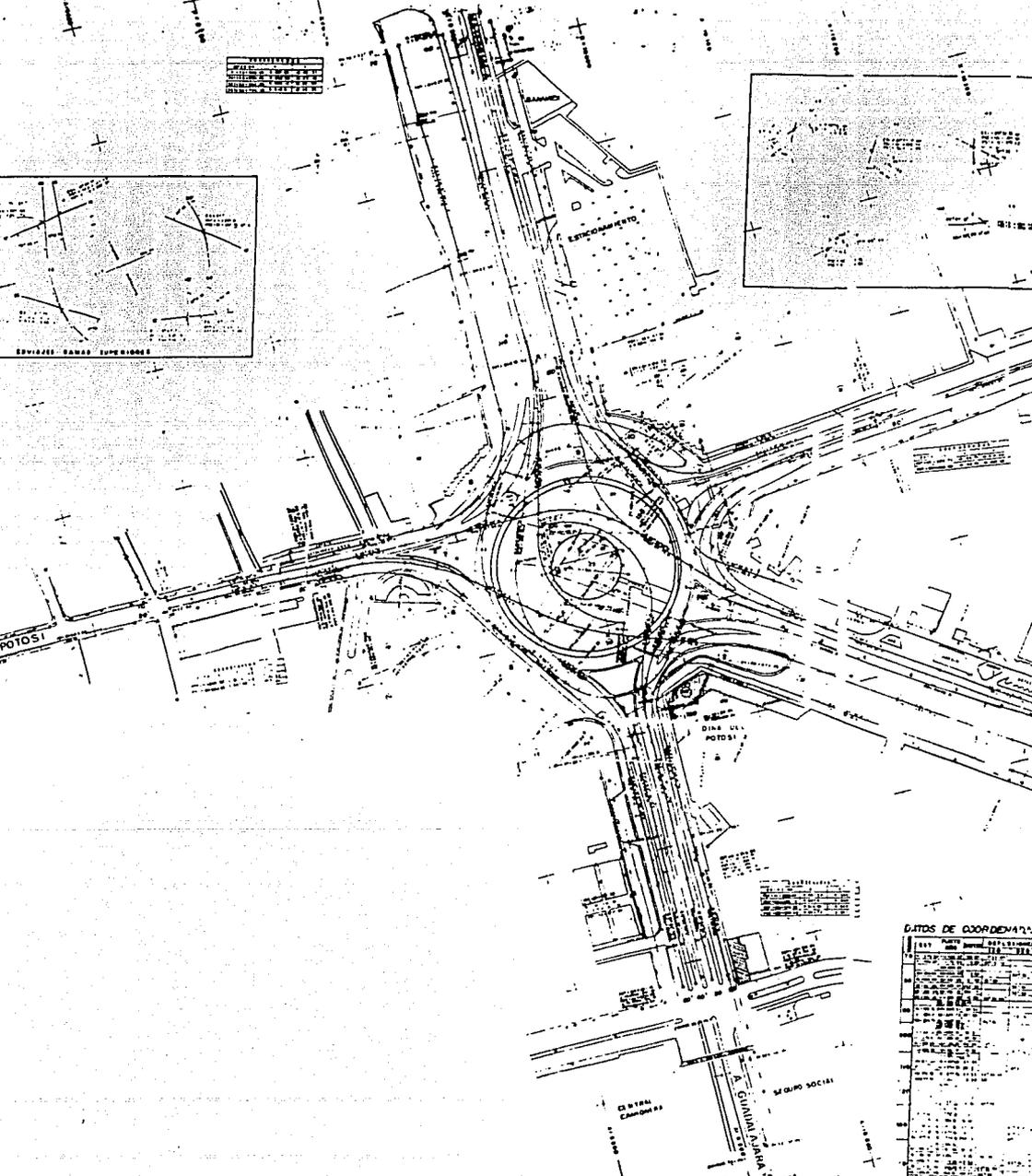
Este trabajo consiste en situar puntos auxiliares fuera del derecho de vía, para que con ángulos y distancias reponer fielmente los ejes trazados.

Generalmente, los propietarios de terrenos o construcciones afectadas destruyen los trompos y el estacado del eje con el objeto de borrar la trayectoria del alineamiento. También éste se pierde, cuando se aloja sobre tierras laborables o porque el trayecto es muy transitado. En tales casos para propiciar su reposición se procede de la siguiente manera:

Centrando el aparato en el punto del eje que desea referenciar se pone el vernier en ceros, para que por radiaciones se fijen los puntos de las referencias. Se visa el punto de adelante y girando la lente en sentido retrógrado se toma un ángulo cerrado de unos  $40^\circ$  ó  $70^\circ$  y a una distancia mayor de 20.00 m. con el objeto de que el punto quede fuera del derecho de vía, se coloca un trompo cuyo alineamiento se afina con tachuela y a la estaca adjunta se le hace la siguiente anotación: P.R.1-22.48 M. (punto de referencia uno a 22.48.m.).



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



**DATOS DE COORDENADAS**

ESTACION	PUNTO	ESTACION	PUNTO
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100



DEPENDENCIA \_\_\_\_\_

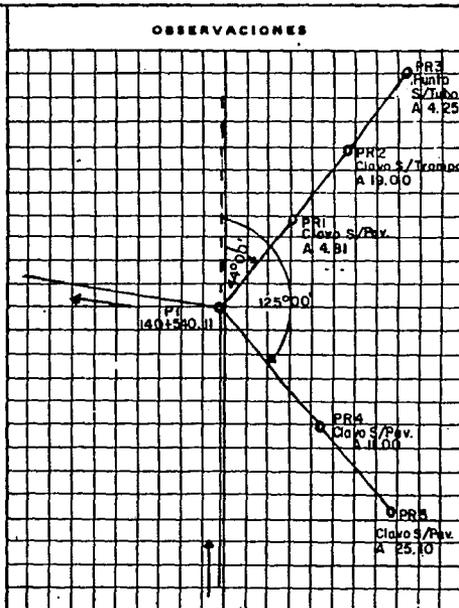
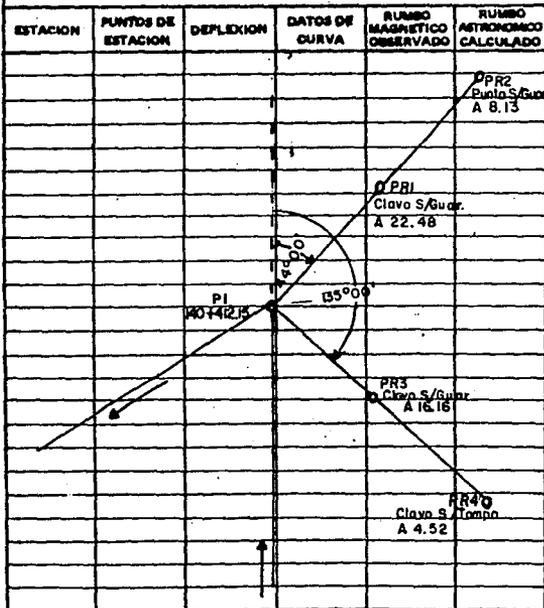
**REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO**

Hoja No. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

OBRA VIAL DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JUAREZ"

TRAMO \_\_\_\_\_ DE km \_\_\_\_\_ A km \_\_\_\_\_

SUB-TRAMO RAMA 140 ORIGEN \_\_\_\_\_



TRAZO \_\_\_\_\_ REVISO \_\_\_\_\_ APROBO \_\_\_\_\_  
 FECHA \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

FORMA 18-61-0C11

FIG. III.6.26 (a)

Pass a la hoja No. \_\_\_\_\_

72

REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

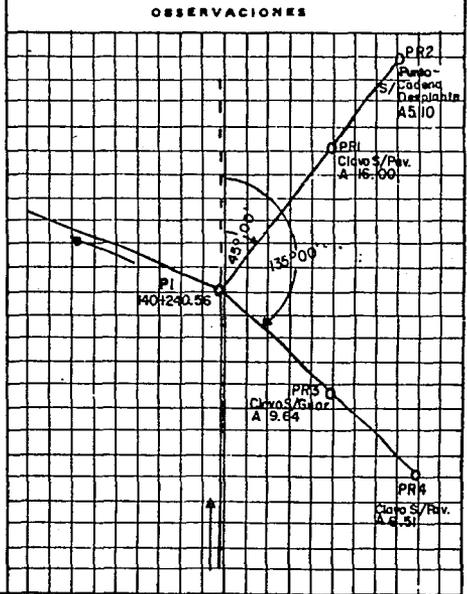
Hoja No. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

OBRA VIAL DISTRIBUIDOR VIAL "RENITO JUAREZ"

TRAMO \_\_\_\_\_ DE km \_\_\_\_\_ A km \_\_\_\_\_

SUB-TRAMO RAMA 140 ORIGEN \_\_\_\_\_

ESTACION	PUNTOS DE ESTACION	DEFLEXION	DATOS DE CURVA	RUMBO MAGNETICO OBSERVADO	RUMBO MATHEMÁTICO CALCULADO
					PR2 Clavo S/Rov. A 29.61
					PR1 Clavo S/Tiempo A 20.00
					PR3 Clavo S/Cuar. A 15.09
					PR4 Clavo S/Rev. A 4.63



TRAZO \_\_\_\_\_ REVISO \_\_\_\_\_ APROBO \_\_\_\_\_  
 FECHA \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

FORMA 16-01-RC11

FIG. III. 6. 26 (b)

73

Sobre el mismo alineamiento se sitúa otro trompo a una distancia mayor de 5.00 m. cuya estaca llevará la anotación P.R.2-8.13 m., se continúa el giro de la lente para medir otro ángulo de unos  $50^\circ$  ó  $60^\circ$  respecto al primero y a distancias parecidas se situarán los trompos de las referencias P.R.3 y P.R.4 .

En vuelta de campana o continuando el giro de la lente se ubicarán los puntos P.R.5 , P.R.6 , P.R.7 y P.R.8 , del lado izquierdo del eje, si es necesario. véase la fig.III.6.26.

Cuando existan árboles o rocas fijas que más o menos satisfagan las condiciones angulares y su distancia, se aprovechará esta ubicación para fijar los puntos, aunque las medidas angulares n sean en grados cerrados.

Considerando la visibilidad entre puntos con tangente, se procurará situar 3 referencias por kilómetro y en las curvas, cuando éstas sean muy largas, además de las referencias en los PIs. se fijarán en los puntos de iniciación y terminación de las curvas.

Todos los datos posteriormente se pasarán a los registros de trazo en la plana correspondiente a las observaciones y al kilómetro del eje VER TABLA III.6.27.

Estas referencias deben aparecer en el dibujo de la planta definitiva en caminos abiertos y no necesariamente en plantas de intersecciones o entronques.

#### C) NIVELACION DEFINITIVA

Con las elevaciones del terreno tomadas sobre los trompos del eje trazado, obtendremos un perfil longitudinal sobre el que se proyectará en gabinete el alineamiento vertical del camino.

Este perfil real del terreno, tomado de la nivelación directa, debe coincidir en forma bastante aproximada con el perfil deducido del eje proyectado en la planta de trabajo; cuyas elevaciones se sacaron de las intersecciones del eje con las curvas de nivel de la topografía dibujada. La semejanza de los perfiles nos demostrará la bondad con que se efectuaron los trabajos de campo que sirvieron de base para realizar el proyecto del eje.

En la nivelación directa del eje definitivo del camino, se procederá en la misma forma con que se llevó a cabo la nivelación del eje preliminar; es decir que los errores de levantamiento se ajustarán a las mismas tolerancias; los cierres en la ida y vuelta serán idénticos para el chequeo, alojando los bancos como anteriormente se hizo a cada 500 m. del kilometraje y en las anotaciones en los registros de campo se harán los pequeños tramos en donde la nivelación se haya ejecutado con nivel de mano.

En la ejecución de este trabajo se procurará tomar además de las elevaciones de las estaciones cerradas, el kilometraje y las elevaciones de los puntos intermedios que marcadamente señale las variaciones del terreno.

Se colocarán puntos de cota fija (P.C.F.) en las márgenes de los arroyos y obras menores que se consideren de importancia.

REFERENCIAS DE TRAZO

IDENT.	Km.	Ø1	DR 1	DR 2	en	Ø2	DR 3	DR 4	en
PI	20+079.59	225 00'	12.07	10.95	Banqueta	315 00'	19.90	8.04	Pared
PI	20+226.09	45 00'	16.28	5.24	Pavimento	135 00'	25.77	7.42	Pavimento
PI	20+364.38	225 00'	16.64	10.71	Guarnición	315 00'	21.77	11.80	Guarnición
PST	20+656.39	50 00'	26.10	17.87	Banqueta	135 00'	38.00	10.00	Trompo
PI	20+784.47	22 44'	23.79	4.87	Arbol	123 13'	16.20	9.70	Guarnición
PI	20+982.49	225 00'	9.42	11.62	Guarnición	315 00'	8.22	10.17	Guarnición
PI	30+170.00	233 03'	16.62	3.33	Banqueta	315 00'	20.00	11.30	Banqueta
PI	30+295.12	45 00'	6.33	6.72	Banqueta	111 46'	13.45	11.67	Banqueta
PI	30+435.42	225 00'	8.98	10.00	Trompo	315 00'	4.28	10.00	Trompo
PST	31+005.27	225 00'	6.77	21.70	Pavimento	315 00'	6.80	21.30	Pavimento
PST	31+316.86	225 00'	6.02	22.16	Pavimento	315 00'	6.00	22.23	Pavimento
PST	40+352.03	225 00'	22.45	7.78	Pavimento	315 00'	22.45	7.88	Pavimento
PST	40+712.25	225 00'	7.70	21.87	Pavimento	315 00'	7.84	21.42	Pavimento
PI	40+934.40	227 00'	13.00	9.93	Banqueta	315 00'	22.44	5.69	Banqueta
PI	41+239.40	26 55'	15.58	3.69	Arbol	91 39'	26.98	6.70	Arbol
PI	41+533.55	225 00'	9.30	5.53	Trompo	315 00'	8.70	3.52	Banqueta
PST	50+000.00	45 00'	7.16	4.16	Muro	135 00'	7.16	4.13	Muro
PC	50+152.51	225 00'	24.50	4.30	Guarnición	315 00'	21.00	4.90	Guarnición
PT	50+222.43	225 00'	5.20	9.10	Guarnición	315 00'	4.50	25.00	Guarnición
PST	50+488.69	31 30'	14.40	4.60	Arbol	124 00'	17.75	3.60	Muro
PI	50+607.17	45 00'	20.00	10.00	Trompo	135 00'	11.75	5.65	Banqueta
PST	60+001.48	45 00'	19.35	5.68	Trompo	150 19'	26.39	8.42	Poste
PST	60+267.68	225 00'	11.47	10.77	Guarnición	315 00'	7.00	12.76	Guarnición
PI	60+505.91	45 00'	8.77	17.70	Banqueta	135 00'	23.94	8.97	Banqueta
PI	60+852.44	287 00'	19.40	10.08	Cuneta	333 00'	12.69	5.18	Pavimento
PI	61+332.23	49 52'	25.15	11.94	Banqueta	141 16'	18.22	10.81	Poste
PST	61+552.84	45 21'	23.20	5.62	Guarnición	135 00'	21.85	4.22	Banqueta
PST	61+790.86	45 00'	20.00	10.00	Trompo	225 00'	10.07	5.49	Pavimento
PI	61+929.82	45 00'	12.36	4.54	Muro	110 06'	11.70	6.42	Arbol
PST	62+245.18	45 00'	21.91	5.47	Pared	135 50'	19.76	3.75	Pared
PI	70+287.98	225 00'	16.84	4.55	Concreto	315 00'	17.00	4.87	Concreto
PI	70+372.10	225 00'	16.28	4.44	Concreto	315 00'	17.79	5.00	Concreto
PI	70+575.47	43 44'	20.00	7.00	Trompo	135 00'	17.98	20.00	Trompo
PI	70+920.00	33 43'	21.93	2.47	Pared	135 00'	19.20	4.07	Pared
PC	71+324.20	230 00'	7.68	8.25	Pavimento	320 00'	15.00	8.00	Trompo
PI	71+466.87	33 00'	13.74	4.35	Pared	123 00'	8.82	2.78	Pared
PI	80+226.04	225 00'	51.22	2.77	Guarnición	315 00'	13.80	4.45	Guarnición
PST	80+361.62	61 35'	9.15	13.10	Arbol	134 01'	11.07	16.45	Arbol
PST	120+000.00	45 00'	13.24	6.02	Pared	135 00'	13.10	5.95	Pared
PST	10+000.00	225 00'	9.10	10.75	Guarnición	315 00'	9.13	10.82	Guarnición
PST	10+623.09	57 30'	8.96		Guarnición	135 00'	10.56	13.24	Guarnición
PI	10+802.90	225 00'	11.17	14.89	Guarnición	315 00'	29.25	3.26	Guarnición
PI	10+950.94	45 00'	18.49	5.05	Pavimento	135 00'	36.49	6.83	Pavimento
PI	100+206.55	180 00'		61.57	Mojonera	247 50'		66.08	Mojonera
PST	11+295.02	45 00'	3.83	4.20	Guarnición	131 00'	3.63	4.62	Pared
PST	19+800.00	45 00'	7.49	2.78	Pretil	135 00'	14.36	2.68	Pared
PST	41+800.00	50 00'	4.51	2.98	Pretil	140 00'	5.45	4.38	Guarnición
PST	49+910.46	43 00'	8.00	3.62	Columna	131 00'	11.45	4.33	Guarnición
PI	60+893.27	225 00'	3.48	14.50	Pavimento	300 00'	4.52	22.83	Pavimento
PI	60+081.66	225 00'	8.98	8.05	Guarnición	315 00'	3.70	14.65	Pavimento
PI	90+093.21	235 00'	25.68	11.59	Banqueta	314 00'	29.56	6.83	Banqueta
PI	130+036.92	230 00'	25.10	6.13	Pretil	290 00'	34.20	6.94	Banqueta
PI	140+113.22	45 00'	20.00	26.61	Pavimento	136 00'	15.09	4.63	Pavimento
PI	140+240.56	45 00'	16.00	5.10	Cadena	135 00'	9.64	6.51	Pavimento
PI	140+412.15	44 00'	22.48	8.13	Guarnición	135 00'	16.16	4.52	Trompo
PI	140+540.11	40 00'	4.81	4.25	Tubo	125 00'	11.00	25.10	Pavimento

TABLA III.6.27

Este trabajo no es difícil de ejecutar pero si de mucha responsabilidad, pues cualquier error o ajuste (por mínimo que sea) que el nivelador pretenda hacer pasar en los registros, producirá igualdades de elevación y modificaciones en el cálculo del alineamiento vertical.

A continuación como ejemplo tomaremos el eje 140 para su nivelación y anotaremos los datos tal y como se presentan en los registros de campo:

ESTACION	+	$\bar{A}$	-	LECTURA INTERMEDIA	ELEVACION
BN-S L P	1.084	62.084			61.003
140+000				2.44	59.64
140+009.78	PC			2.59	59.49
+020				2.57	59.51
+023.30				2.67	59.41
+025				2.83	59.25
+030				2.72	59.36
+040				2.37	59.71
+050.40				2.06	60.02
+050.50				1.86	60.22
+060				1.66	60.42
+080				1.35	60.73
+082				1.34	60.74
+082.10				1.52	60.56
+091.60				1.89	60.19
+091.80				1.71	60.37
140+100				1.78	60.30
P L	1.971	62.270	1.785		60.30
+106.70				2.11	60.16
+107.10				2.29	59.98
+120				2.26	60.01
140+131.83	PT			2.21	60.06
+139.40				2.15	60.12
+140				1.96	60.31
140+160		62.270		1.63	60.64
+161.40				1.61	60.66
+161.60				1.78	60.49
140+168.21	PC			1.67	60.60
+173.90				1.60	60.67
+174.10				1.43	60.84
+180				1.42	60.85
140+200				1.54	60.73
+220				1.55	60.72
+240				1.68	60.59
+260				1.72	60.55
+280				1.67	60.60
P L	1.558	62.285	1.543		60.727
140+297.28	PT			1.62	60.67
+300				1.65	60.64
+320				1.65	60.64
140+336.33	PC			1.81	60.48
+340				1.86	60.43
+360				2.02	60.27
+377.70				1.62	60.67
+377.80				1.54	60.75
+380				1.58	60.71
+399.50				1.78	60.51
140+399.50				1.83	60.46
140+400		62.285		1.85	60.44
+420				2.15	60.14
P L	1.746	62.277	1.754		60.531
140+437.26	PT			2.01	60.27

ESTACION	+	À	-	LECTURA INTERMEDIA	ELEVACION
+440				1.94	60.34
+442.70				1.89	60.39
+443				1.69	60.59
+457				1.55	60.73
+457.20				1.70	60.58
+460				1.65	60.63
+466				1.50	60.78
+466.15				1.35	60.93
140+470.71	PC			1.34	60.94
+480				1.44	60.84
+480.80				1.43	60.85
+481.80				1.67	60.61
140+500				1.66	60.62
+520				1.71	60.57
+540				1.73	60.55
+560				1.67	60.61
P L	1.494	62.317	1.454		60.823
+580				1.66	60.66
140+595.51	PT			1.74	60.58
140+596				1.52	60.80
140+599.60		62.317		1.60	60.72
140+600				1.75	60.57
+620				2.38	60.57
140+628.70	PST.AT			2.68	59.64

IGUALDAD DE CADENAMIENTO

140+000	PST.AD		2.68	59.64
BN-S L P		1.316		61.001

CHECK

+ 7.853	BN-S L P	61.000
- 7.852	+	0.001
+ 0.001	BN S L P	61.001

BN-S L P VARILLA S/BANQUETA INTERIOR DE GLORIETA

ELEVACION PROMEDIO= 61.000

D) SECCIONES DE CONSTRUCCION

Con el objeto de proyectar transversalmente en cada estación del eje la sección completa del camino, es decir, presentar el ancho de la calzada en sus cortes y terraplenes, se recurre al levantamiento de las secciones de construcción.

Estas secciones son perfiles transversales al eje que muestran las inclinaciones y sinuosidades del terreno.

El proyecto que se hace en cada sección del eje es muy necesario para el cálculo de las terracerías.

Estas secciones se levantan con nivel de mano a uno y otro lado del eje; tomando con un estadal las diferencias de nivel, entre los trompos del centro y los puntos donde el terreno cambia, siguiendo su conformación transversal; además de los desniveles positivos o negativos se toman las distancias a los puntos de cambio.

Cuando las elevaciones del terreno suben, los datos se anotarán con signo más (+) y cuando el terreno baja con signo menos(-).

Las anotaciones en los registros se presentan de la siguiente forma:

	10.00		140+000.00	1.30	10.00			
	+0.70			-0.05	+0.10			
10.00	7.10	6.90	140+100.00	3.30	3.50	10.00		
+0.10	-0.05	+0.10		-0.15	-0.35	-0.50		
	10.00	9.30	140+200.00	1.70	3.20	3.40	10.00	
	-0.45	-0.30		0.00	0.00	+0.15	+0.10	
	10.00		140+300.00	2.40	2.50	8.10	10.00	
	-0.2.			+0.05	+0.20	-0.05	-0.35	
10.00	0.90	0.90	140+400.00	10.00				
+0.20	+0.05	0.00		-0.15				
	10.00		140+500.00	0.80	2.40	2.60	10.00	
	-0.25			0.00	-0.05	+0.20	+0.05	
10.00	3.00		140+600.00	10.00				
+0.05	+0.10			-0.25				
	10.00		140+628.70 AT	1.30	10.00			
	+0.70		140+000.00 AD	-0.05	+0.10			

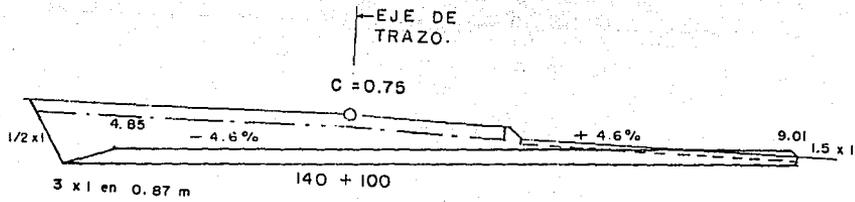
Normalmente para el registro de secciones, las secciones transversales se levantan a cada 20.00 mts., pero para fines de ejemplificar, los registros anteriores sólo se presentaron a cada 100 mts.

El numerador del quebrado del centro indica la estación del kilometraje del camino y el denominador su elevación.

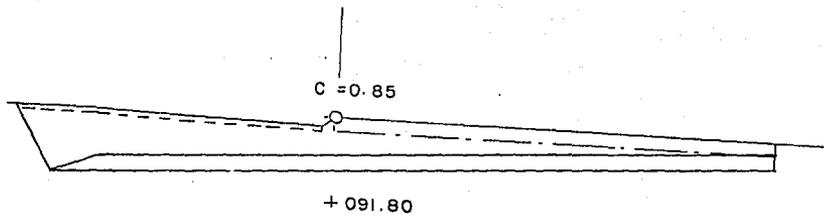
En los siguientes quebrados que se encuentran al lado izquierdo y derecho con respecto al kilometraje indica en el numerador la distancia del cambio del terreno y el denominador la diferencia del nivel.

Para el proyecto de las secciones se usarán las variaciones de sobreelevaciones como se indican en la Fig. III.6.21 para curvas circulares y curvas espirales.

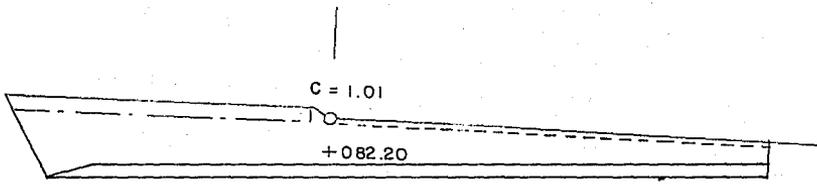
A continuación daremos un ejemplo del cálculo de la variación de sobreelevación de cada sección transversal del eje 140, tal y como se calculan normalmente en gabinete para las curvas horizontales.



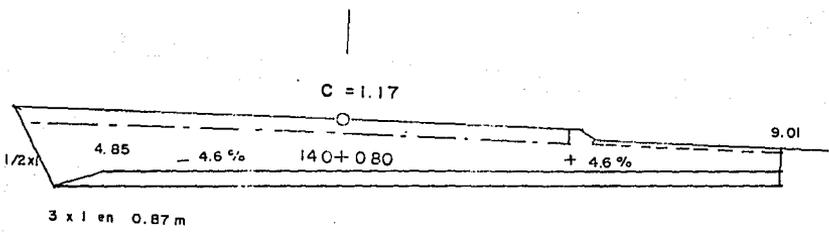
DC = 2.9  
 RC = 0.6  
 AC = 9.5  
 CS = 4.5



DC = 2.7  
 RC = 0.6  
 AC = 11.5  
 CS = 4.5



DC = 1.8  
 RC = 0.9  
 AC = 16.9  
 CS = 4.5



DC = 3.3  
 RC = 0.4  
 AC = 19.3  
 CS = 4.5

EJEMPLO: SECCIONES TRANSVERSALES PROYECTADAS;  
 TERRENO NATURAL, CADENAMIENTO, ESPESORES,  
 AREADO, SOBREELEVACIONES Y ANCHOS DE CALZADA  
 R A M A 1 4 0

ESTA TESIS NO DEBE  
 LIR DE LA BIBLIOTECA



Camino : \_\_\_\_\_ Tramo : \_\_\_\_\_  
 Entronque : DISTRIBUIDOR VIA "RENTO, JABEZ"  
 Km : \_\_\_\_\_ Ramal : \_\_\_\_\_  
 140

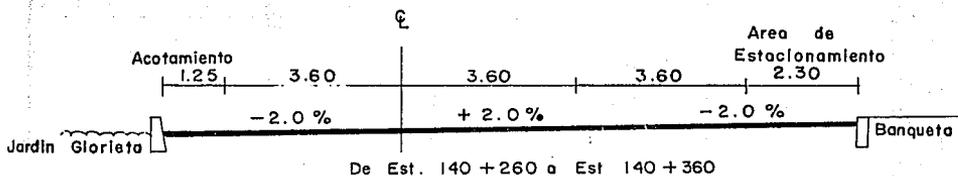
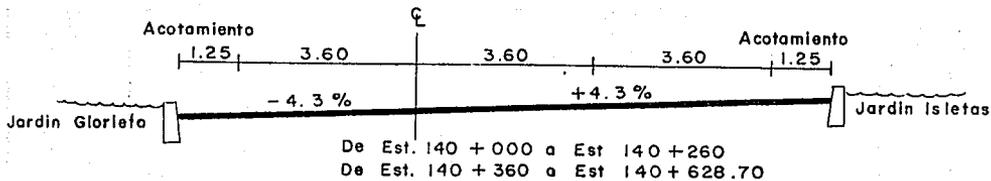
LADO IZQUIERDO				LADO DERECHO			
Datos para el dibujo de la sección							
Distancia Transición	Constante Variación S.E.	Constante Variación A.E.	Ampliación Colzada A.E.	Sobrecorona	Ancho Normal	Ancho	
						Sobre Ancho	Normal
30.00	16.17	0.1600	0.00	14.00	16.72	M=15.81	34.00
Ancho Normal	Sobrecorona	Ampliación Colzada A.E.	Sobrecorona	Ancho Normal	Estación		
					Cor.	S.E.	T
30.00	16.17	0.1600	0.00	14.00	16.72	M=15.81	34.00
4.85	1/2x1	4.85	1/2x1	4.85	140+300	3.60	4.27
0.87	3xten	0.87	3xten	0.87	140+297.28	3.60	4.27
4.85	1/2x1	4.85	1/2x1	4.85	140+300	3.60	4.27
4.85	1/2x1	4.85	1/2x1	4.85	140+297.28	3.60	4.27
-2.0%		-2.0%		-2.0%	208.19	3.69	4.3%
4.85		4.85		4.85	248.82	4.85	4.3%
4.85		4.85		4.85	240	4.85	4.3%
140+200		140+200		140+200	220	4.3%	4.3%
186.40		186.40		186.40	240	4.3%	4.3%
180		180		180	240	4.3%	4.3%
PC=140+169.21		PC=140+169.21		PC=140+169.21	240	4.3%	4.3%
9.03	+2.0%	9.03	+2.0%	9.03	240	4.3%	4.3%
1.5x1		1.5x1		1.5x1	240	4.3%	4.3%
8.45		8.45		8.45	240	4.3%	4.3%
0.58		0.58		0.58	240	4.3%	4.3%
34.00		34.00		34.00	240	4.3%	4.3%
M=15.81		M=15.81		M=15.81	240	4.3%	4.3%
16.72		16.72		16.72	240	4.3%	4.3%
14.00		14.00		14.00	240	4.3%	4.3%
TT=0.00		TT=0.00		TT=0.00	240	4.3%	4.3%
TT=0.00		TT=0.00		TT=0.00	240	4.3%	4.3%
M=12.50		M=12.50		M=12.50	240	4.3%	4.3%
16.17		16.17		16.17	240	4.3%	4.3%
30.00		30.00		30.00	240	4.3%	4.3%
3.60		3.60		3.60	240	4.3%	4.3%
4.17		4.17		4.17	240	4.3%	4.3%
3.60		3.60		3.60	240	4.3%	4.3%
7.20	-2.0%	7.20	-2.0%	7.20	240	4.3%	4.3%
3.60		3.60		3.60	240	4.3%	4.3%
8.45		8.45		8.45	240	4.3%	4.3%
4.85		4.85		4.85	240	4.3%	4.3%

Camino : \_\_\_\_\_  
 Tramo : \_\_\_\_\_  
 Km : \_\_\_\_\_  
 Ramal : \_\_\_\_\_  
 140 \_\_\_\_\_

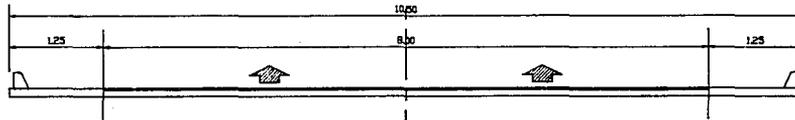
"DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JARBE"  
 Entronque

LADO IZQUIERDO				LADO DERECHO			
Distancia Transición	Constante Verificación S.E.	Constante Verificación A.E.	Aplicación Calzada A.E.	Sobres Ancho	Ancho		Distancia Transición
					Normal	Cor.	
34.00	N=15.8	0.1 2 6 5	-2.0%	4.3%	9.01	+4.3%	140+500
25.10			-3.2%	480	9.02	+3.2%	480
5.10	N=12.50	0.1 6 0 0	-2.0%	460	9.03	+2.0%	PC=140+470.71
10.00	10.74			450	9.03	↑	454.90
10.00				440	9.03	↑	440
12.74				439.26	8.45	↑	437.50
30.00				420	8.34	+2.0%	PI=140+437.26
				404.84	8.45	9.01	140+400
				380	9.01	9.01	380
				367.82	8.45	+4.8%	140+360
				3.60	7.20	+4.8%	3.60
				2.0%	7.20	+4.8%	2.0%
				8.45	8.45	↑	8.45
				0.56	0.56	↑	0.56
				8.45	8.45	↑	8.45
				7.20	7.20	↑	7.20
				4.85	4.85	↑	4.85
				0.87	0.87	↑	0.87
				4.85	4.85	↑	4.85
				1/2x1	1/2x1	↑	1/2x1
				4.85	4.85	↑	4.85
				3x1m	3x1m	↑	3x1m
				11.87m	11.87m	↑	11.87m

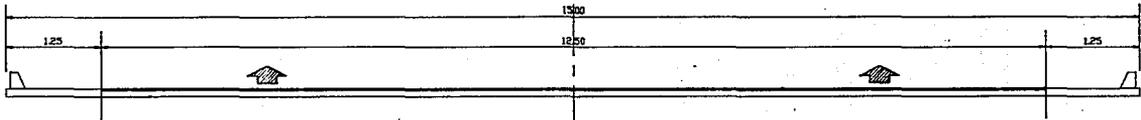




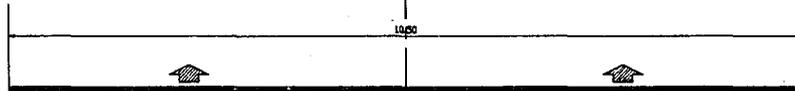
SECCIONES TIPO RAMA 140



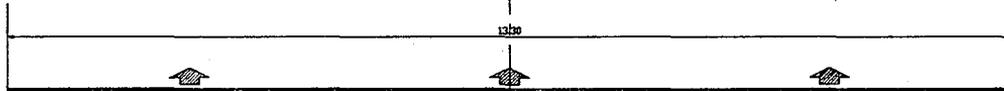
SECCION TIPO RAMAS  
 10 - 10'  
 20 - 20'  
 30 - 30'  
 100 - 100'  
 110 - 110'  
 130 - 130'



SECCION RAMA 20 - 20'



SECCION RAMA 40 - 40'



SECCION RAMA 140 - 140'

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA

PLANO SECCIONES TIPO DE RAMAS  
 PARA DISTRIBUIDOR VIAL  
 "BENITO JUAREZ" S.L.P.

A continuación daremos un ejemplo de cálculo de una curva vertical en cresta, ejemplo que daremos del eje 110 por ser un ramal corto y que puede visualizarse con facilidad:

$$P1 = +5.08\%$$

	ESTACION	ELEV. TANG. PROLONGADA	X	X <sup>2</sup>	KX <sup>2</sup>	SUBRASANTE
PCV	110+090	74.20	0.00	0.00	0.00	74.20
	+100	74.71	0.50	0.25	-0.057	74.65
	+120	75.72	1.50	2.25	-0.516	75.20
PIV	110+140	76.74	2.50	6.25	-1.430	75.31
	+160	77.76	3.50	12.25	-2.810	74.95
	+180	78.77	4.50	20.25	-4.650	74.12
PTV	110+190	79.28	5.00	25.00	-5.730	73.55

$$P2 = 6.39\%$$

**DESCRIPCION DE TERMINOS DE CALCULO:**

**ELEV. TANG. PROLONGADA.**- Es la elevación sobre la tangente prolongada empezando en el PCV, es decir seguimos el cálculo con la pendiente de entrada que es de +5.08%

**X** .- Es la diferencia que hay entre la estación que estamos calculando menos el PCV y dividido entre 20.00 mts.

**K** .- Es la constante de variación de la curva y que multiplicado por X se deberá restar a la TANG. PROLONGADA para encontrar la subrasante, donde:

$$K = (P2 - P1) / 10N \quad Y \quad N = PTV - PCV / 20 = (110 + 190) - (110 + 090) / 20 = 5.00$$

$$POR \ LO \ TANTO \quad K = -6.39 - (+5.08) / 10(5.00) = -0.2294$$

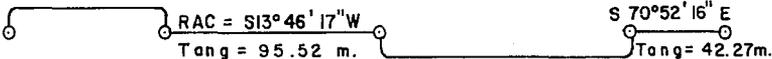
PI = 110 + 035.05  
 $\Delta = 14^\circ 21' \text{ Der.}$   
 $GC = 4^\circ 06' 55''$   
 $ST = 35.05 \text{ m.}$   
 $LC = 69.74 \text{ m.}$   
 $RC = 278.45 \text{ m.}$   
 $V = 50 \text{ K/h}$   
 $PC = 110 + 000.00$   
 $PT = 110 + 069.74$

$PC = 110 + 165.26$

PI = 110 + 234.59  
 $\Delta = 84^\circ 38' \text{ IZQ.}$   
 $GC = 15^\circ 03' 04''$   
 $ST = 69.33 \text{ m.}$   
 $LC = 112.47 \text{ m.}$   
 $RC = 76.14 \text{ m.}$   
 $V = 50 \text{ K/h}$

$PT = 110 + 277.73$

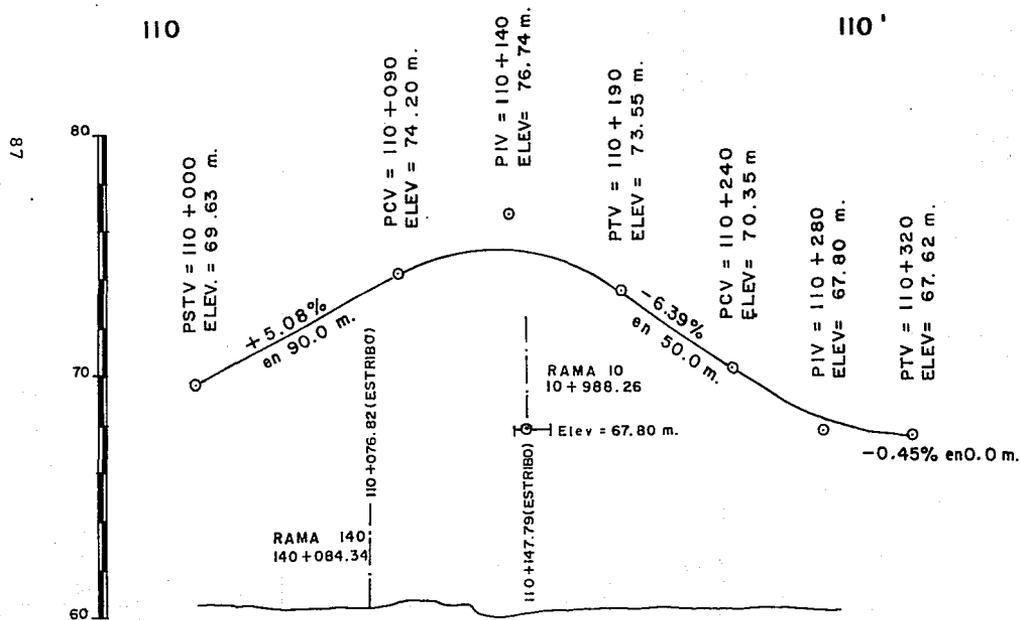
$PST = 110 + 320.00$



ALINEAMIENTO HORIZONTAL

DE MATEHUALA, S.L.P.

A MEXICO, D.F.



ALINEAMIENTO VERTICAL

SUBRASANTE

TERRENO NATURAL

## **DEFINICION DE TERMINOS**

Para precisar el significado de algunos términos empleados en esta parte, se formulan las definiciones de términos utilizados.

**ACOTAMIENTO.** Faja contigua a la calzada, comprendida entre su orilla y la línea de hombros de la carretera o en su caso, la guarnición de la banqueteta o de la faja separadora.

**ALINEAMIENTO HORIZONTAL.** Proyección del eje de proyecto de una carretera sobre un plano horizontal.

**ALINEAMIENTO VERTICAL.** Proyección del desarrollo del eje de proyecto de una carretera sobre un plano vertical.

**AMPLIACION EN CURVA.** Incremento en el ancho de corona y de calzada, en el lado interior de las curvas del alineamiento horizontal.

**BANQUETA.** Faja destinada a la circulación de peatones, ubicada generalmente a un nivel superior al de la calzada.

**BOMBEO.** Pendiente transversal descendente de la corona o subcorona, a partir de su eje y hacia ambos lados, en tangente horizontal.

**BORDILLO.** Elemento que se construye sobre los acotamientos, junto a los hombros de los terraplenes, para evitar que el agua erosione el talud del terraplén.

**CALZADA.** Parte de la corona destinada al tránsito de vehículos.

**CERO.** En sección transversal, punto de intersección de las líneas definidas por el talud del terraplén o de corte y el terreno natural.

**CONTRACUNETETA.** Canal que se ubica arriba de la línea de ceros de los cortes, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.

**CORONA.** Superficie terminada de una carretera, comprendida entre sus hombros.

**CUNETETA.** Canal que se ubica en los cortes, en uno o ambos lados de la corona, contigua a la línea de hombros, para drenar el agua que escurre por la corona y/o el talud.

**CURVA CIRCULAR HORIZONTAL.** Arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une a dos tangentes consecutivas.

**CURVA ESPIRAL DE TRANSICION.** Curva del alineamiento horizontal que liga una tangente con una curva circular, cuyo radio varía en forma continua, desde infinito para la tangente hasta el de la curva circular.

**CURVA VERTICAL.** Arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical.

**CURVA VERTICAL EN COLUMPIO.** Curva vertical cuya concavidad queda hacia arriba.

**CURVA VERTICAL EN CRESTA.** Curva vertical cuya concavidad queda hacia abajo.

**DEFENSA.** Dispositivo de seguridad que se emplea para evitar, en lo posible, que los vehículos salgan de la carretera.

**DERECHO DE VIA.** Superficie de terreno cuyas dimensiones fija la Secretaría, que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y, en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación y/o de sus servicios auxiliares.

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ENCUENTRO.** Distancia de seguridad mínima necesaria para que en caminos de un solo carril, los conductores de dos vehículos, que circulan en sentido contrario, se puedan detener antes de encontrarse.

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.** Distancia de seguridad mínima necesaria para que un conductor que transita a la velocidad de marcha sobre pavimento mojado, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él.

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE.** Distancia mínima necesaria para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra.

**NORMAS PARA PROYECTO GEOMETRICO.** Disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que la Secretaría fija o dicta para la elaboración de sus proyectos geométricos.

**FAJA SEPARADORA CENTRAL.** Es la zona que se dispone para proveer que los vehículos que circulan en un sentido invadan los carriles de sentido contrario.

**GRADO DE CURVATURA.** Angulo subtendido por un arco de circunferencia de veinte (20) metros de longitud.

**GRADO MÁXIMO DE CURVATURA.** Límite superior del grado de curvatura que podrá usarse en el alineamiento horizontal de una carretera con la sobreelevación máxima, a la velocidad de proyecto.

**GUARNICIONES.** Elementos parcialmente enterrados que se emplean principalmente para limitar las banquetas, camellones, isletas y delinear la orilla de la calzada.

**HOMBRO.** En sección transversal, punto de intersección de las líneas definidas por el talud del terraplén y la corona o por ésta y el talud interior de la cuneta.

**HORIZONTE DE PROYECTO.** Año futuro que corresponde al final del período previsto en el proyecto de la carretera.

**LAVADERO.** Obra complementaria de drenaje, que se construye para desalojar las aguas de la superficie de la carretera y evitar su erosión.

**LIBRADERO.** Ancho adicional que se da la corona de las carreteras de un solo carril, en una longitud limitada, para permitir el paso simultáneo de dos vehículos.

**LONGITUD CRÍTICA.** Es la longitud máxima de una tangente vertical con pendiente mayor que la gobernadora, pero sin exceder la pendiente máxima.

**PENDIENTE.** Relación entre el desnivel y la distancia horizontal que hay entre dos puntos.

**PENDIENTE GOBERNADORA.** Es la pendiente que teóricamente puede darse a las tangentes verticales en una longitud indefinida.

**PENDIENTE MÁXIMA.** Es la mayor pendiente de una tangente vertical que se podrá usar en una longitud que no exceda a la longitud crítica correspondiente.

**PENDIENTE MINIMA.** Es la menor pendiente que una tangente vertical debe tener en los tramos en corte para el buen funcionamiento del drenaje de la corona y las cunetas.

**RASANTE.** Proyección del desarrollo del eje de la corona de una carretera sobre un plano vertical.

**SECCION TRANSVERSAL.** Corte vertical normal al alineamiento horizontal de la carretera.

**SOBREELEVACION.** Pendiente transversal descendente que se da a la corona hacia el centro de las curvas del alineamiento horizontal para contrarrestar, parcialmente, el efecto de la fuerza centrífuga.

**TALUD.** Inclinación de la superficie de los cortes o de los terraplenes.

**TANGENTE HORIZONTAL.** Tramo recto del alineamiento horizontal de una carretera.

**TANGENTE VERTICAL.** Tramo recto del alineamiento vertical de una carretera.

**TRANSICION MIXTA.** Distancia que se utiliza para pasar de la sección en tangente a la sección en curva circular o viceversa.

**TRANSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL (TDPA).** Número de vehículos que pasan por un lugar dado durante un año, dividido entre el número de días al año.

**VELOCIDAD DE MARCHA.** Velocidad media de todos o de un grupo determinado de vehículos, obtenida dividiendo la suma de las distancias recorridas entre la suma de los tiempos de recorrido en que los vehículos estuvieron efectivamente en movimiento.

**VELOCIDAD DE PROYECTO.** Velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un tramo de carretera y que se utiliza para su diseño.

## B I B L I O G R A F I A

**Manual de Proyectos Geométricos**  
**Dirección General de Servicios Técnicos**  
**Secretaría de Comunicaciones y Transportes**

**Topografía General**  
**Montes de Oca**  
**Editorial Limusa**

### **III.7 Planteamiento de Alternativas de Solución.**

A raíz de la problemática existente en la glorieta "Benito Juárez" en la ciudad de San Luis Potosí y realizados los estudios de tránsito necesarios se procede al análisis de dicho problema con la finalidad de proponer alternativas que ayuden a solucionar la circulación dentro de la intersección y en los accesos que a ella confluyen. Dichas soluciones deben considerar principalmente las siguientes políticas de diseño:

- » Canalizar todos los movimientos que se dan en la intersección.
- » Dar continuidad a la circulación vehicular de manera ordenada.
- » Evitar las demoras y reducir los tiempos de recorrido.
- » Reducir los conflictos por entre cruzamiento.
- » Optimos niveles de servicio.

#### **Análisis de la problemática actual**

1.- Confluyen a ella cinco ramas regionales con tránsito de largo itinerario y diversidad en el tipo de vehículos.

2.- La geometría de la glorieta y sus accesos resultan insuficientes para los altos volúmenes de tránsito que circulan por ellos.

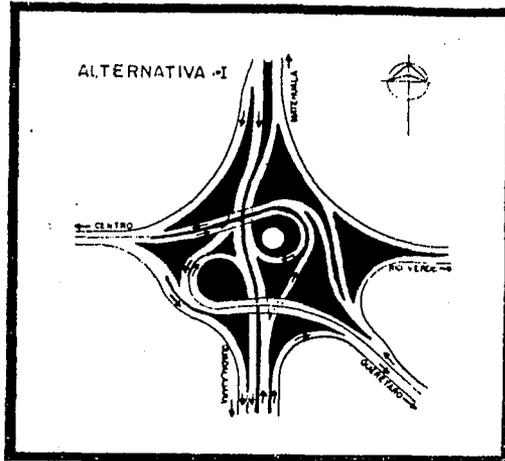
3.- El número de vehículos que se entrecruzan diariamente dentro de la glorieta, asciende a 61301, operando a niveles de saturación.

4.- La realización de obras viales en la periferia de la ciudad inducen al tránsito de largo itinerario a cruzar por la Glorieta Juárez generando congestiones.

5.- El gran número de movimientos que se pueden realizar dentro de la intersección provocan conflictos que se reflejan en demoras y aumentos en los tiempos de recorrido.

## Análisis de alternativas de solución

### Alternativa I



#### OBRA POR REALIZAR

Construcción de dos estructuras para solucionar a desnivel los conflictos viales dentro de la glorieta "Benito Juárez".

#### CARACTERISTICAS DE LA OBRA

Por la geometría y ubicación de los accesos, se dará continuidad al tránsito de la diagonal sur y la carretera a Matehuala, solucionando por medio de enlaces y gasas todos los movimientos que pudieran presentarse.

#### LOGROS CON LA PROPUESTA

Se reducirán los conflictos viales en la intersección, separando los movimientos principales, reduciendo las demoras en los accesos; lo que vendrá a mejorar la capacidad y el nivel de servicio en toda la intersección.

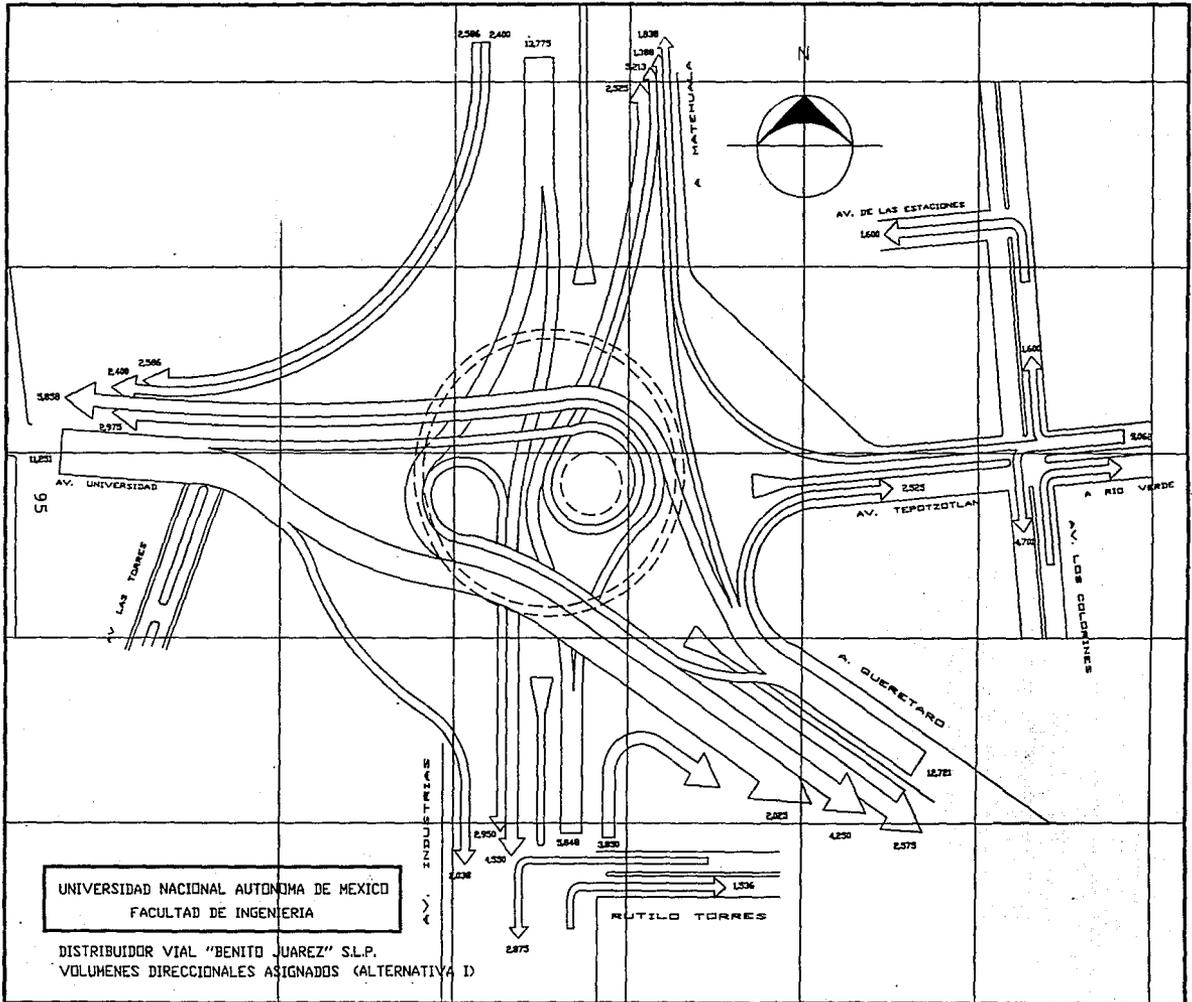
### OBSERVACIONES

Instalar señalamiento para el tránsito de largo itinerario para encauzarlo por el periférico y el libramiento, tratando de evitar que llegue el menor posible a la Glorieta Juárez.

#### Ventajas de alternativa I

##### Solución a desnivel

- » Se canalizan la mayoría de los movimientos evitando el entrecruzamiento.
- » El movimiento directo Matehuala-Guadalajara dará mayor fluidez a los demás movimientos.
- » Con esta solución se reducirán considerablemente las demoras y los tiempos de recorrido.
- » Se establecen carriles de aceleración y desaceleración.
- » La capacidad y los niveles de servicio serán muy similares a la capacidad y niveles de servicio de las ramas.



56

AV. UNIVERSIDAD

AV. LAS TORRES

MATEMÁTICA

AV. DE LAS ESTACIONES

1600

AV. TEPETZOTLAN

2525

AV. LOS COLMILLOS

A RIO VERDE

AV. QUERETARO

1875

RUTILO TORRES

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA

DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JUAREZ" S.L.P.  
 VOLUMENES DIRECCIONALES ASIGNADOS (ALTERNATIVA D)

2586 2400

13775

1830

1388

2513

2525

3830

2400

2586

2975

1600

2500

2525

4700

2950

4530

2628

3848

3830

2825

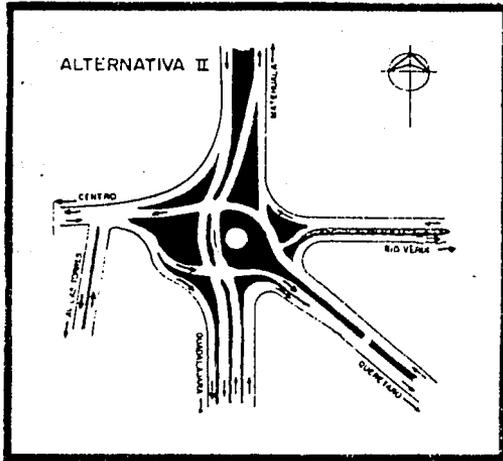
4230

2575

1536

2875

## Alternativa II



### OBRA POR REALIZAR

Semaforizar la intersección de la Glorieta " Benito Juárez" canalizando todos los movimientos.

### CARACTERISTICAS DE LA OBRA

Se remodelará la intersección a nivel, con solo dos cruces que permitirán el paso a la circulación de mayor volumen, además de construir enlaces que canalicen los movimientos directos que se requieran.

### **LOGROS CON LA PROPUESTA**

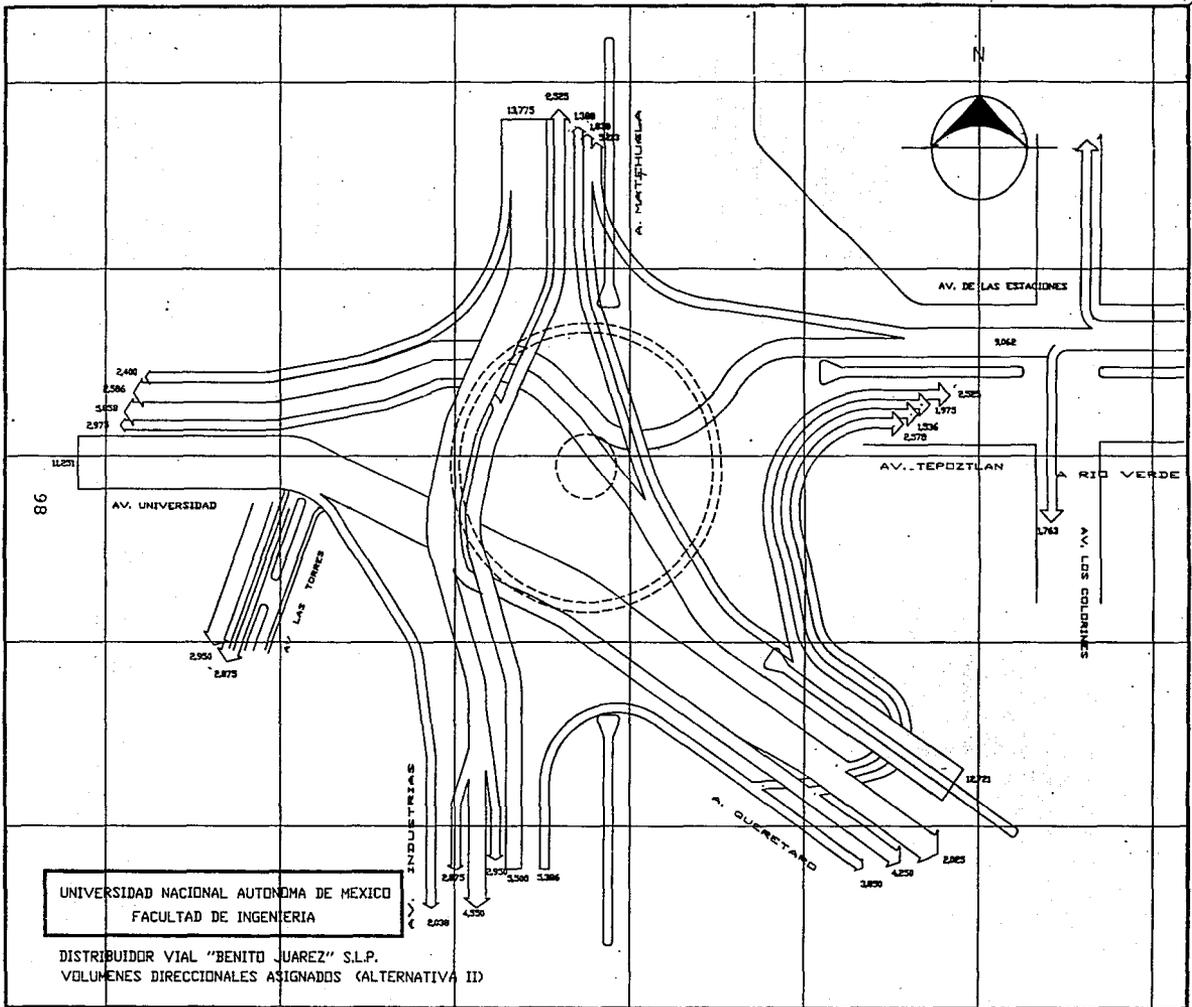
Quizás la operación del tránsito no se mejore tanto como con la alternativa anterior, pero los costos de construcción serán muy inferiores a los de aquella, logrando también la reducción de entrecruzamientos y el mejoramiento de la capacidad al reducir los volúmenes de tránsito en los accesos.

### **OBSERVACIONES**

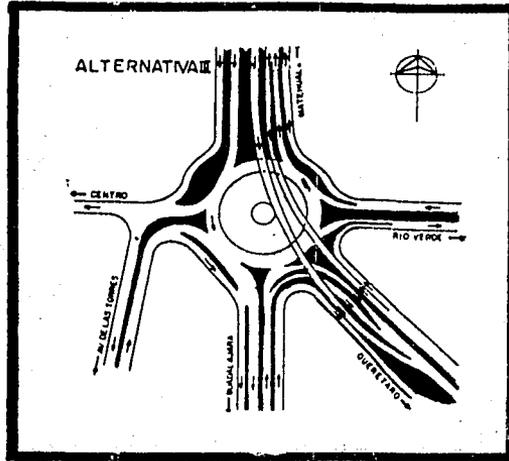
La observación en éste caso es la misma que la anterior, proponiendo además la reforestación de las isletas que forman las canalizaciones de las ramas de la glorieta, brindando una mejor visión estética a los usuarios.

### **Ventajas de alternativa II**

- » Al evitar que la intersección funcione como glorieta, se eliminan las maniobras de entrecruzamiento.
- » Al darle continuidad como avenida a la diagonal sur que maneja el segundo volumen más alto, se podrán controlar los movimientos con semáforos, facilitando los demás movimientos de las otras arterias y reduciendo las demoras producidas por congestionamiento.



### Alternativa III



#### OBRA POR REALIZAR

*Se canalizará a desnivel (paso superior) el movimiento del tránsito de largo itinerario de la Rama Querétaro-Matehuala-Querétaro, por lo que se genera un viaducto para ambos sentidos, el resto de movimientos se tomarían con calles laterales que repartan y separan el tránsito según su destino. Existen afectaciones importantes provocadas por dichas calles, aunque su costo es mediano, su impacto social es negativo, resulta debido a las afectaciones.*

### LOGROS CON LA PROPUESTA

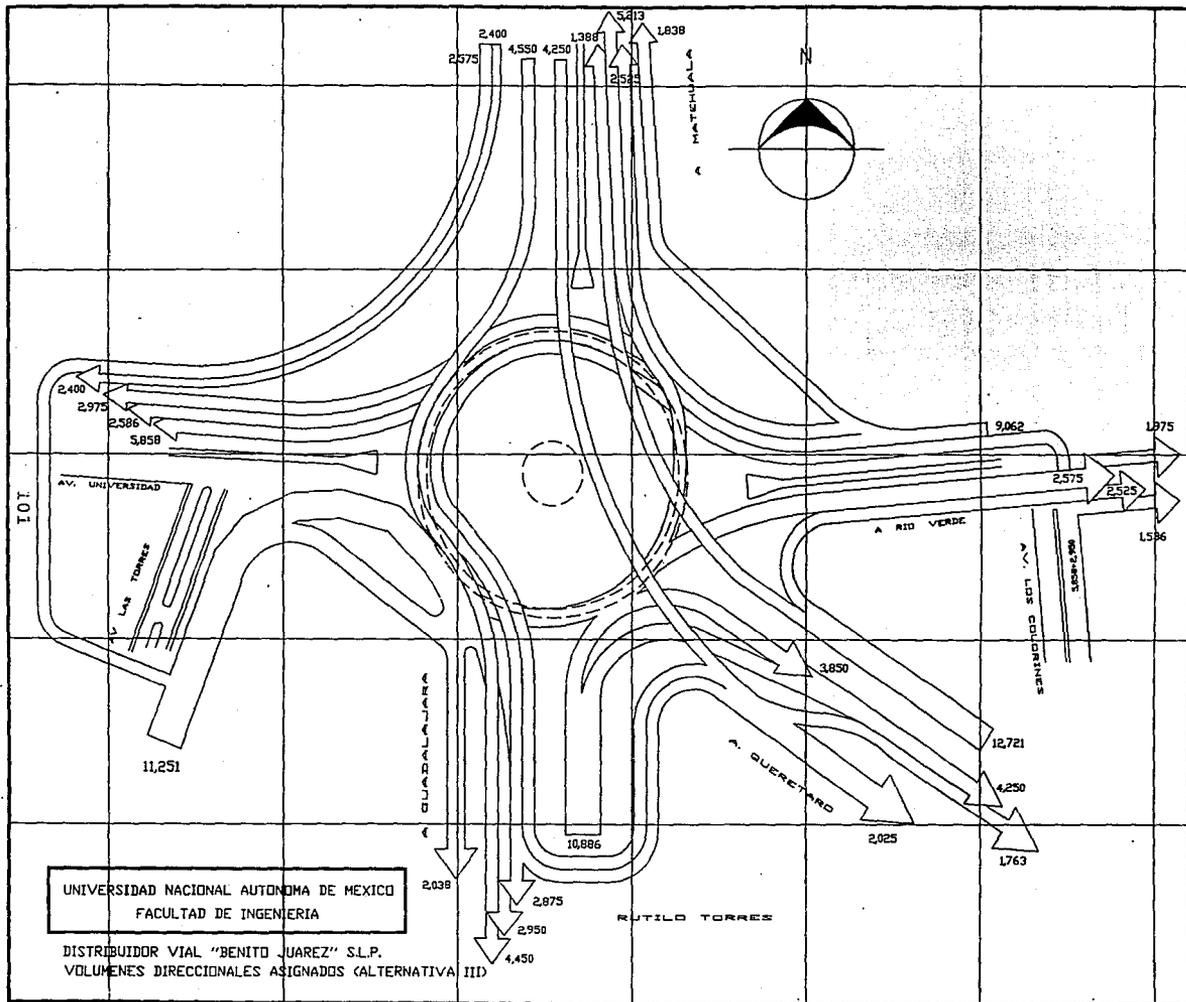
Al eliminar la mayoría de los movimientos de y hacia Río Verde se reducen el número de intersecciones en la Glorieta, el tránsito es continuo en las ramas restantes y a un buen nivel de servicio.

### OBSERVACIONES

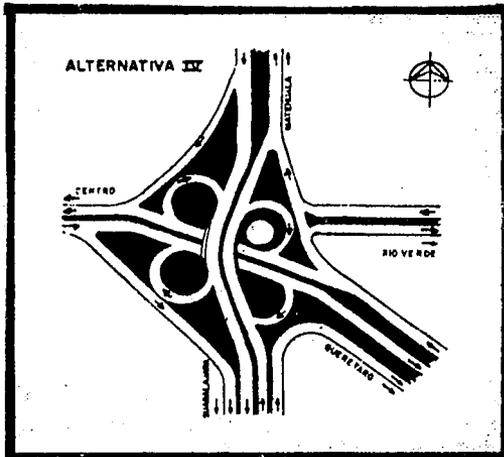
Se trasladan los conflictos a otras zonas fuera de la Glorieta provocando problemas en estos cruces.

#### Ventajas de alternativa III

- » Los flujos vehiculares Querétaro-Matehuala-Querétaro se confinan en el cruce por la intersección, reduciéndose los volúmenes que se entrecruzan en la glorieta.
- » Las demoras se reducen, aún con los demás movimientos que se realizan a nivel dentro de la glorieta.
- » Se mejora la capacidad.



#### Alternativa IV



#### OBRA POR REALIZAR

*Se canaliza a desnivel, el movimiento del tránsito de largo itinerario de la Rama Matehuala-Guadalajara, Querétaro-Centro, provocando un paso superior con muros de contención para alojar las gasas de distribución vehicular a todos los destinos, el área de afectaciones es muy grande y el costo social negativo por consiguiente muy elevado.*

*El movimiento Río Verde-San Luis Potosí contempla por las avenidas Estaciones y Manuel José Othón. El movimiento San Luis Potosí-Río Verde se*

realizará por medio de un retorno cercano a la Glorieta por la ruta hacia Querétaro o en el semáforo del cruce con Av. de los Colorines. Ver Fig. IV.1.1.

#### LOGROS CON LA PROPUESTA

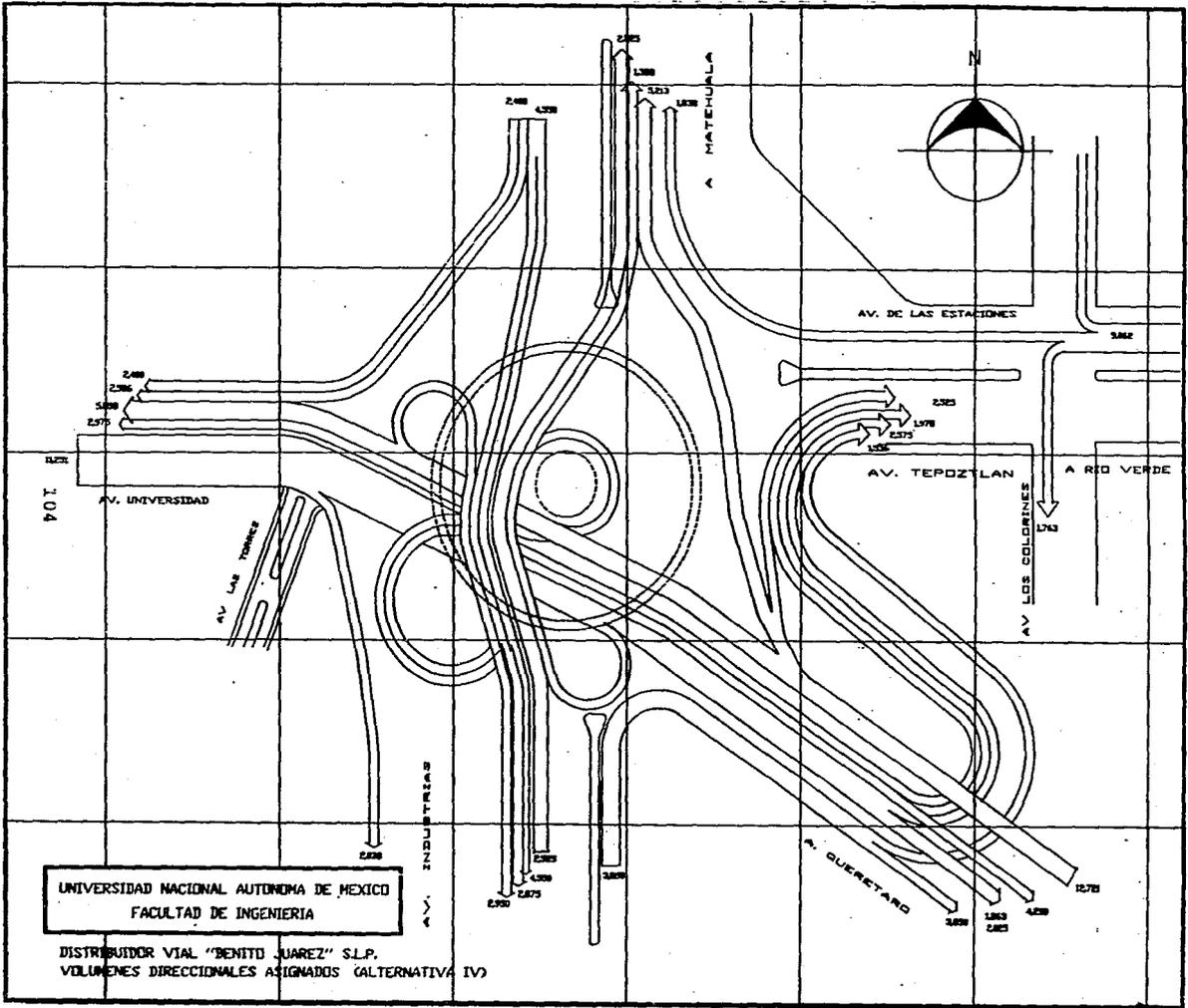
Se da continuidad al tránsito, con excepción del que va o viene de Río Verde, se canalizan todos los movimientos salvo los mencionados, se reducen tiempos de recorrido, entrecruzamientos y se optimiza el nivel de servicio.

#### OBSERVACIONES

Igual que en la alternativa anterior se trasladan los conflictos a otras zonas, también el nivel de afectaciones es elevado provocando problemas sociales.

#### Ventajas de alternativa IV

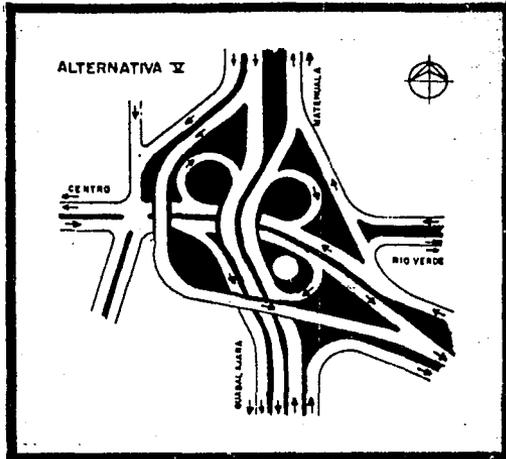
- » Se canalizan todos los movimientos evitando el entrecruzamiento.
- » Se da continuidad al movimiento Matehuala-Guadalajara distribuyendo todos los destinos por medio de gasas.
- » El movimiento directo Querétaro-Centro mejora la circulación reduciendo las demoras para penetrar al centro urbano



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA

DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JUAREZ" S.L.P.  
 VOLUMENES DIRECCIONALES ASIGNADOS (ALTERNATIVA IV)

Alternativa V



Solución a desnivel

OBRA POR REALIZAR

Se requieren tres pasos superiores que den continuidad al tránsito vehicular de largo itinerario de la rama Matehuala-Guadalajara y Matehuala-Querétaro, con sus respectivos muros de contención, terraplenes para formar las gasas de distribución y calles laterales para separar el tránsito según su destino. El área de afectación resulta muy elevada así como el costo de

las obras a ejecutar y el aspecto de impacto social es por consiguiente, en alto grado, negativo. \* (Al igual que la Alternativa IV, se contempla el movimiento Río Verde-San Luis Potosí Centro-Río Verde por las avenidas Estaciones, Manuel José Othón y por el primer retorno de la Querétaro o la avenida de Los Colorines, ver Figura IV.1.1.

#### LOGROS CON LA PROPUESTA

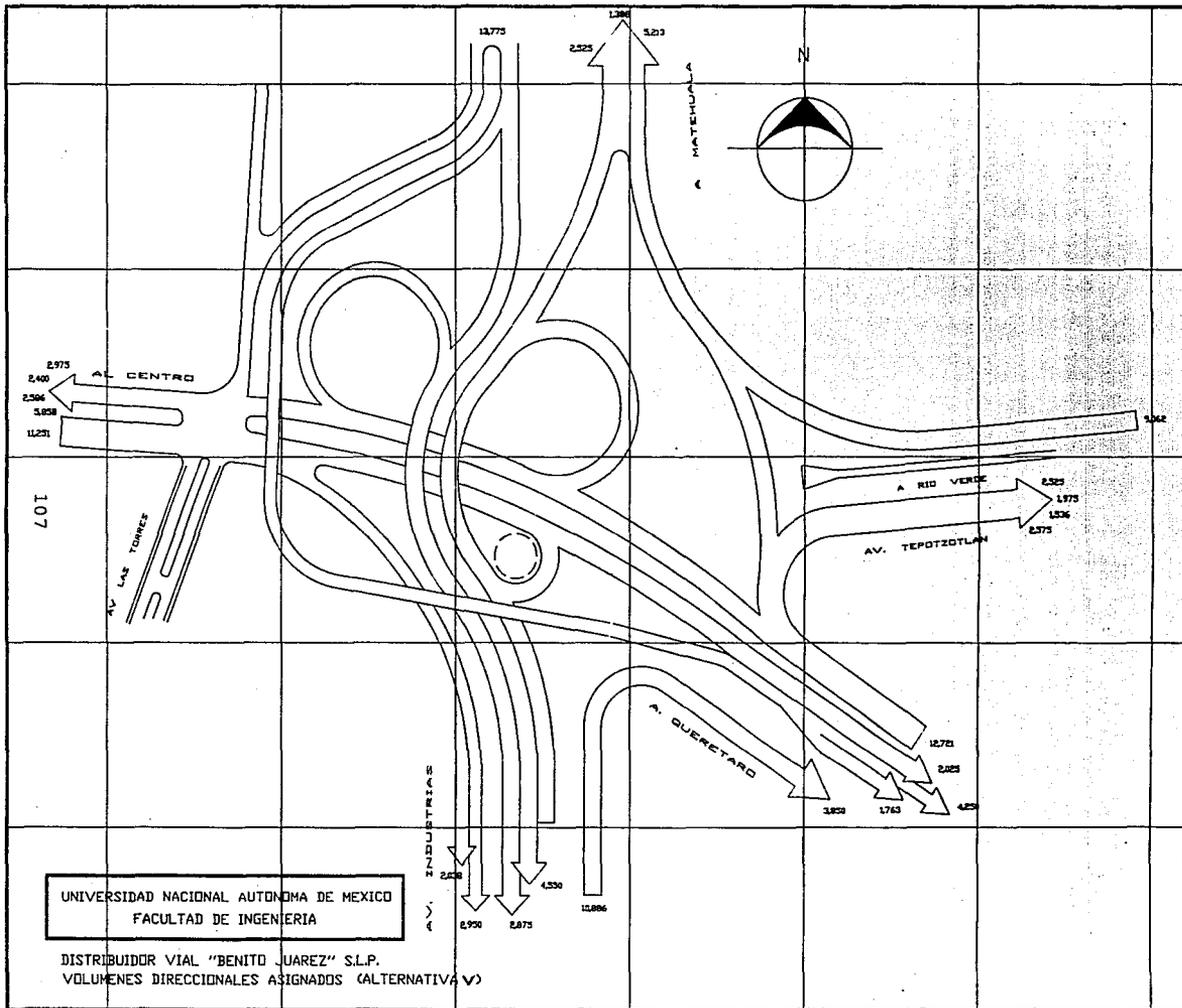
Se canalizan la mayoría de los movimientos con excepción de Río Verde ida y vuelta, se maneja un buen nivel de continuidad con un mínimo de entrecruzamientos, reducidos tiempos de recorrido y un buen nivel de servicio.

#### OBSERVACIONES

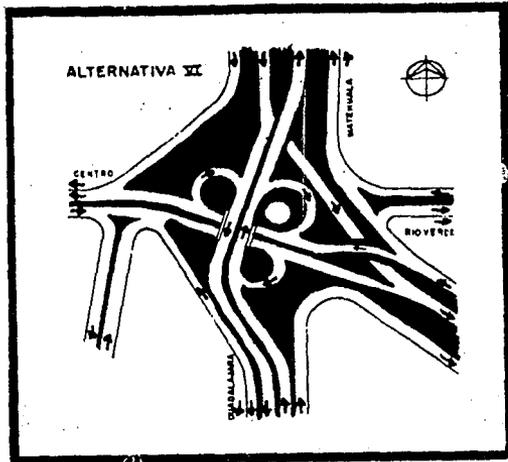
Al igual que en las anteriores propuestas al dejar los movimientos hacia Río Verde, se trasladan los problemas hacia otros puntos de la vialidad por lo que esta solución se considera en conjunto con las medidas de vialidad alterna propuestas en la fig. IV.1.1 y de un señalamiento apropiado.

#### Ventajas de alternativa V

- » Los movimientos Matehuala-Guadalajara y Querétaro-Centro son directos, reduciendo los tiempos de recorrido.
- » La mayoría de los movimientos son canalizados para evitar los entrecruzamientos.



## Alternativa VI



### OBRA POR REALIZAR

Construcción de un entronque tipo diamante de tres estructuras para dar solución a desnivel en los movimientos principales de la Glorieta.

### LOGROS CON LA PROPUESTA

Se dará continuidad a los movimientos Querétaro-Matehuala y viceversa, así como también al Querétaro- San Luis Potosí (Centro); solucionando por medio de enlaces y gasas los demás movimientos.

La problemática vial dentro del entronque será mínima, ya que los movimientos principales se están separando, la operación del tránsito será con velocidades aceptables que reducirán las demoras; principalmente el tránsito de largo itinerario.

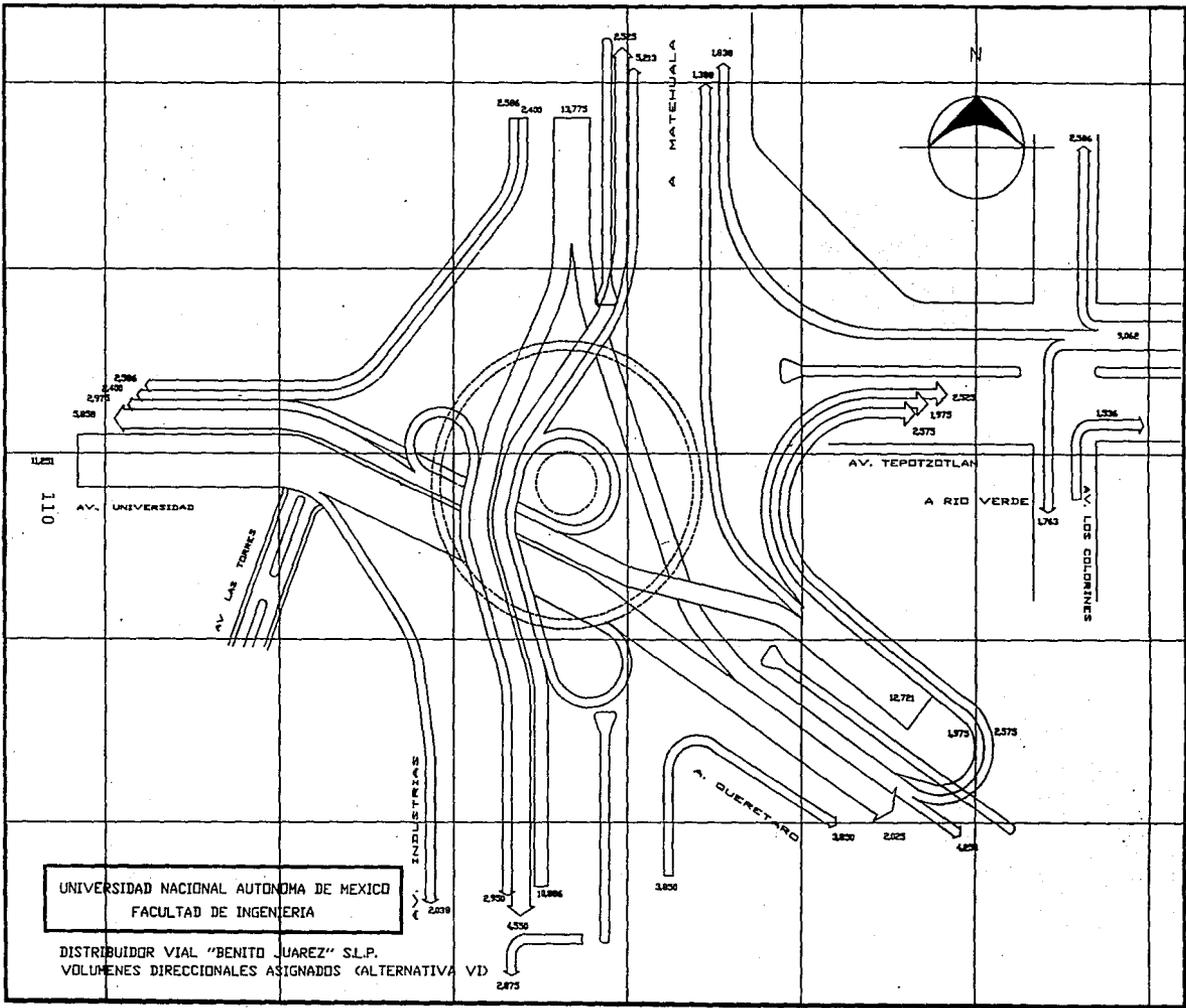
#### OBSERVACIONES

La buena funcionalidad de esta alternativa dependerá de sobremansera del señalamiento que se instale, ya que la canalización por las arterias que se desee tome, dependerá de ello.

Como los casos anteriores el tránsito, asignado al periférico y al libramiento permitirá que esta solución funcione adecuadamente. \* (Ver nota Alt. V)

#### Ventajas de alternativa VI

- » Además de las ventajas de las alternativas IV y V en esta los movimientos de tránsito Querétaro-Matehuala y viceversa se realizan en forma directa beneficiando al tránsito de largo itinerario, circulando a velocidades convenientes y con menores recorridos traduciéndose ésto en menores costos de operación.
- » De las alternativas tipo trébol, es la que presenta la menor afectación.
- » El diseño propuesto es suficiente para operar satisfactoriamente, aún cuando se presenten altos volúmenes de tránsito.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA

DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JUÁREZ" S.L.P.  
 VOLUMENES DIRECCIONALES ASIGNADOS (ALTERNATIVA VD)

11.25  
 11.0  
 AV. UNIVERSIDAD

AV. LAS TORRES

AV. INDUSTRIALES

MATEHUALA

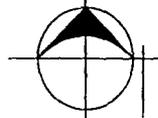
AV. TEPOTZTLÁN

A RIO VERDE

AV. LOS COLMILLOS

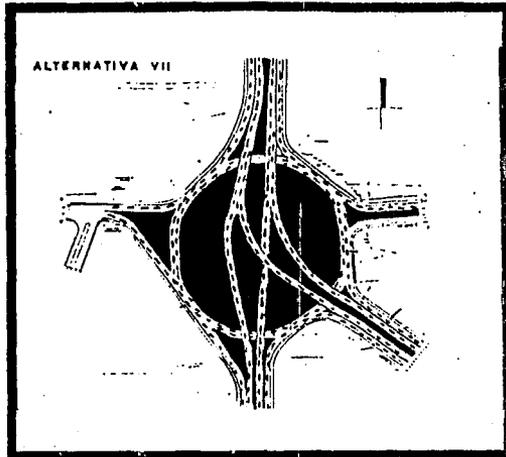
AV. QUERÉTARO

N



2,586  
 2,400  
 13,775  
 2,325  
 3,823  
 1,638  
 1,398  
 2,586  
 3,042  
 1,336  
 1,975  
 2,375  
 1,975  
 2,375  
 12,781  
 1,975  
 2,375  
 1,820  
 2,025  
 1,450  
 1,801  
 2,920  
 11,886  
 4,330  
 2,875

## Alternativa VII



### OBRA POR REALIZAR

*Construcción de dos viaductos a desnivel, con apoyos a base de pilas que permitan la circulación continua de vehículos, canalizando todo el tránsito de largo itinerario de las vías Querétaro Matehuala-Querétaro, Guadalajara-Matehuala-Guadalajara, y dejando las vías restantes a un nivel de servicio razonable sin hacer mayores modificaciones. El costo de estas obras es elevado, sin embargo, el nivel de servicio es alto y el área de afectaciones es mínima, siendo su impacto social positivo, además, su aspecto de modernidad y desarrollo es grande.*

### LOGROS CON LA PROPUESTA

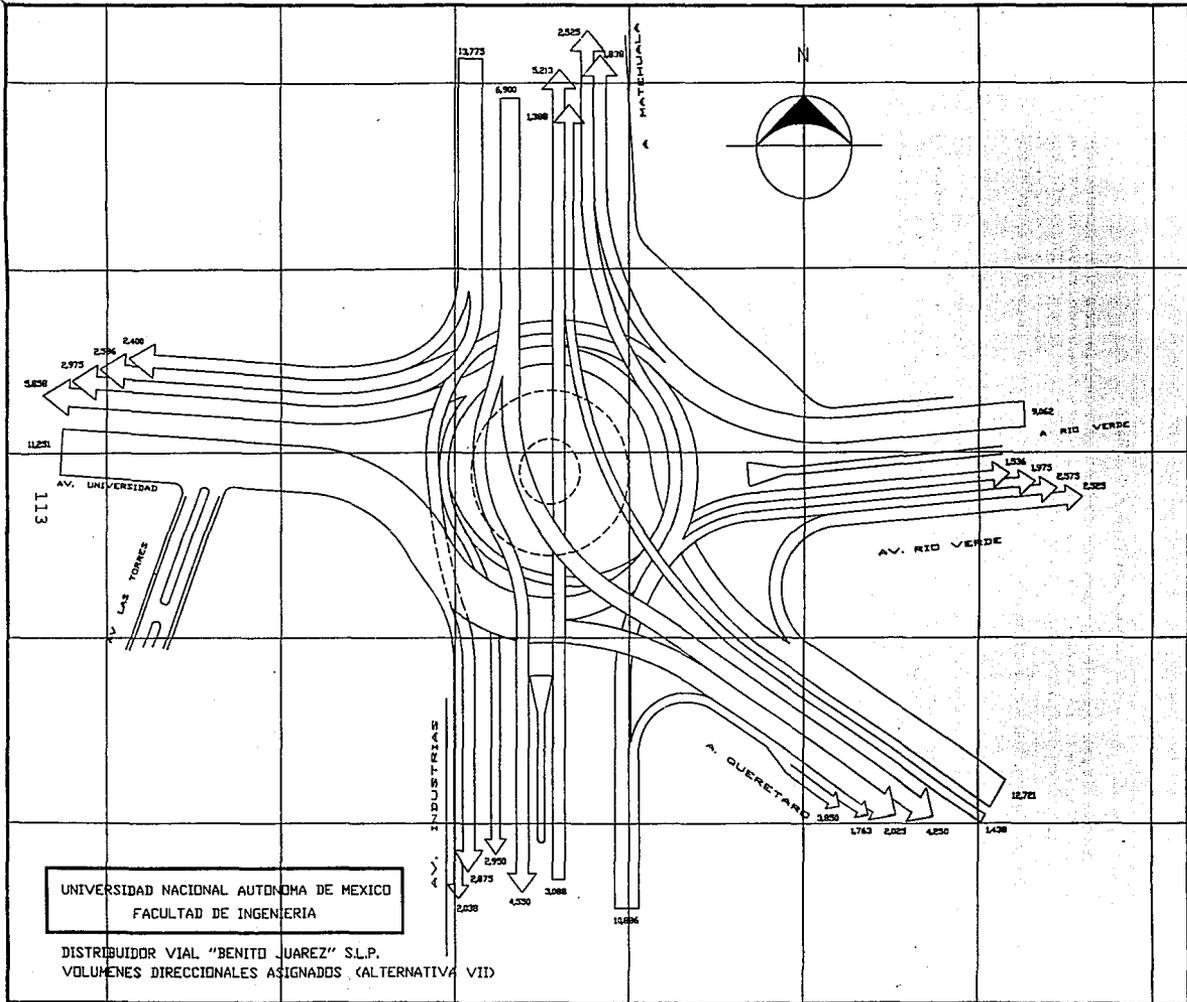
Se canalizan en esta propuesta todos los movimientos sin excepción, se da continuidad, se reducen demoras con tiempos de recorrido bajos, se reducen entrecruzamientos sobre todo del tránsito de largo itinerario con el local, el nivel de servicio es regular ya que puede sobrecargarse la Glorieta, sobre todo con el tránsito de Querétaro, San Luis Potosí Centro-Querétaro.

### OBSERVACIONES

Las afectaciones son mínimas y el aspecto de urbanidad y arquitectónico es excelente únicamente el inconveniente es el costo elevado y el nivel de servicio bajo, para la solución San Luis-Querétaro-San Luis.

### Ventajas de alternativa VII

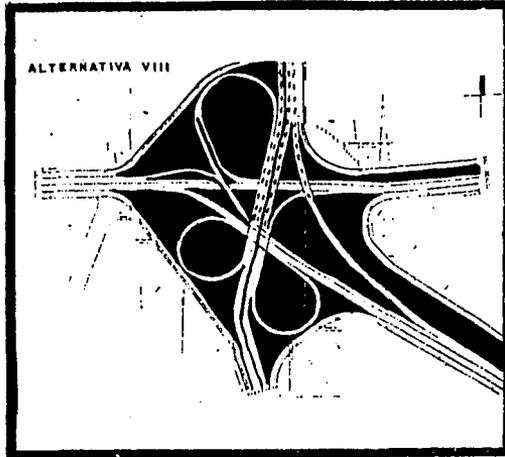
- » Los movimientos principales son directos (Querétaro-Matehuala y Matehuala-Guadalajara).
- » Tiene movimientos ordenados y continuos.
- » Mínimo de afectaciones.
- » Al hacer a desnivel los movimientos principales, el resto de aquellos trabajarán a un nivel de servicio generoso.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA

DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JUAREZ" S.L.P.  
 VOLUMENES DIRECCIONALES ASIGNADOS (ALTERNATIVA VII)

### Alternativa VIII



#### OBRA POR REALIZAR

Se requieren tres pasos a desnivel con sus respectivos terraplenes y muros de contención para la formación de gasas que distribuyan eficazmente el tránsito de itinerario corto, siendo continuo el tránsito de largo itinerario, que va, de Matehuala-Guadalajara, Querétaro-Matehuala. El costo de esta solución es elevado y su impacto social será muy negativo, ya que su área de afectación es grande debido a la cantidad de curvas horizontales y a las características de proyecto.

#### LOGROS CON LA PROPUESTA

Se canalizan todos los movimientos con suficiente continuidad, con

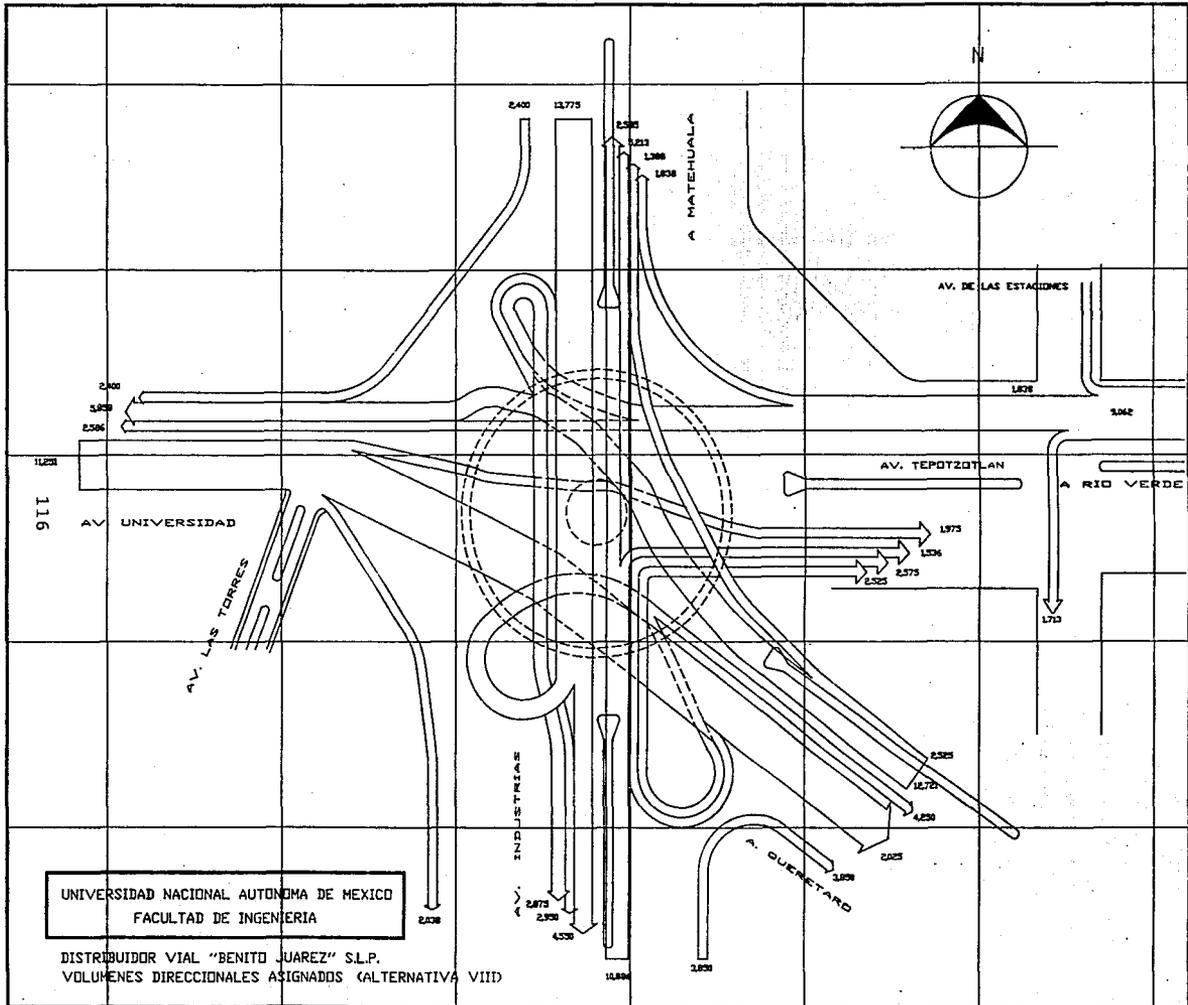
tiempos cortos de recorrido, se maneja un nivel de servicio similar al de las Avenidas.

#### OBSERVACIONES

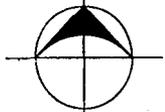
El costo de esta solución sería muy elevado ya que su área de afectación es grande debido a la cantidad de curvas horizontales que se manejan y a las características geométricas que habría que respetar para cumplir con los niveles de servicio esperados.

#### Ventajas de alternativa VIII

- » Se encuentran canalizados todos los movimientos, ya sea en forma directa o semidirecta.
- » Las longitudes de entrecruzamiento y las velocidades utilizadas son lo suficientemente grandes para operar a un nivel de servicio "C".
- » Los movimientos Guadalajara-Matehuala, Rio Verde- San Luis Potosí Centro, Querétaro-San Luis Potosí Centro, así como el movimiento Querétaro-Matehuala al ser directos reduce los tiempos de recorrido, beneficiando tanto al tránsito de largo itinerario, como a los demás movimientos.



N



AV. DE LAS ESTACIONES

AV. TEPOTZOTLAN

A RIO VERDE

AV. GUERRERO

AV. MATEHUALA

AV. UNIVERSIDAD

AV. LAS TORRES

INDUSTRIAL

116

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JUAREZ" S.L.P.  
VOLUMENES DIRECCIONALES ASIGNADOS (ALTERNATIVA VIII)

2,400

13,775

2,580

2,213

1,386

1,838

2,400

5,828

2,596

1,121

1,828

3,942

1,975

1,536

2,225

2,575

1,713

2,525

12,172

4,250

2,138

2,872

2,938

4,538

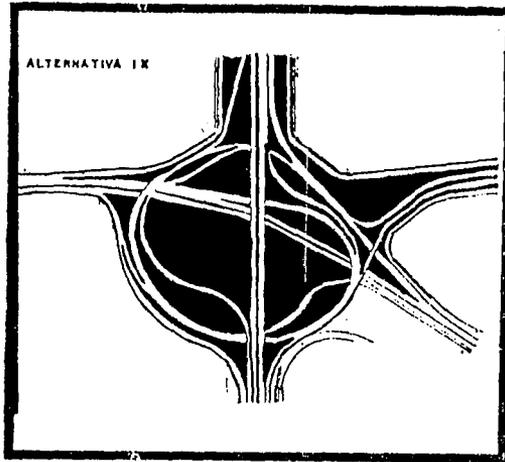
10,894

3,828

3,825

2,025

## Alternativa IX



### OBRA POR REALIZAR

Se requieren tres pasos a desnivel de claros cortos para dar continuidad a los movimientos de largo itinerario Querétaro-Matehuala, Matehuala-Guadalajara y Querétaro San Luis Potosí Centro. La mayoría de las obras se realizarán a nivel siendo éste aspecto muy económico, sin embargo, las características del proyecto obligan a extender las curvas horizontales provocando grandes afectaciones con el correspondiente impacto social negativo, al igual que el exceso de rutas que da un aspecto de laberinto a la solución, provocando así ansiedad en el nuevo usuario.

### LOGROS CON LA PROPUESTA

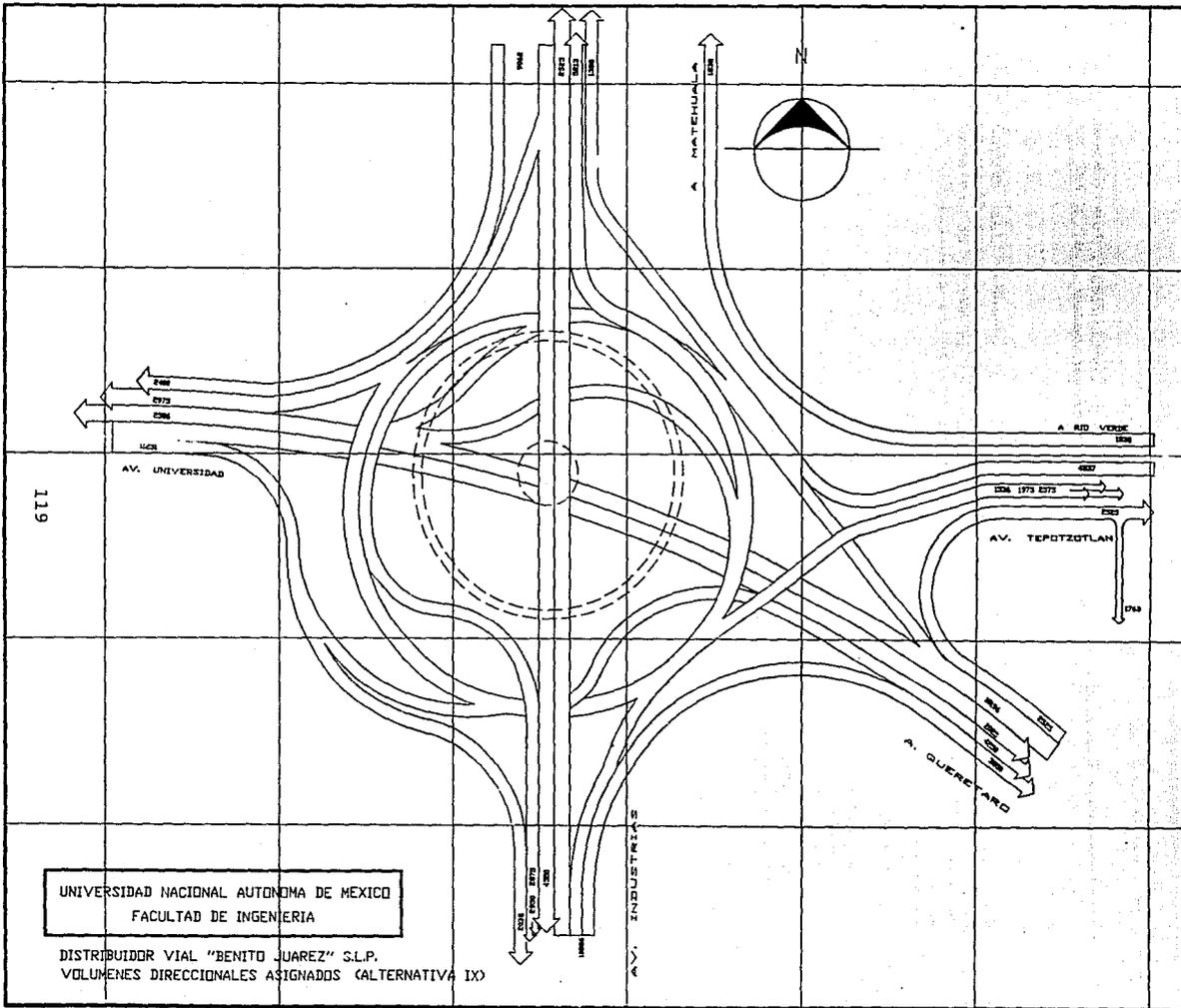
Se canalizan todos los movimientos, se les da continuidad, los tiempos de recorrido son aceptables, se reducen entrecruzamientos y el nivel de servicio es bueno.

### OBSERVACIONES

Las características de proyecto obligan a extender las curvas horizontales provocando grandes afectaciones, asimismo el exceso de rutas da un aspecto de laberinto a la solución, provocando un estado de ansiedad en el usuario, reduciendo la fluidez e incrementando la probabilidad de accidentes.

### Ventajas de alternativa IX

- » Querétaro-San Luis Potosí y Guadalajara-Matehuala son movimientos directos.
- » Los movimientos directos y semidirectos, son flujos continuos que permiten realizar mayores velocidades.
- » Los entrecruzamientos se resuelven con flujos de dos trayectorias.
- » Se resuelven todos los movimientos direccionales.
- » Es una solución definitiva que contempla su capacidad a largo plazo.



119

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA

DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JUAREZ" S.L.P.  
 VOLUMENES DIRECCIONALES ASIGNADOS (ALTERNATIVA IX)

**IV. ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

**IV.1 Soluciones**

**IV.2 Obras de Vialidad Complementarias para mejorar la vialidad durante y después de la construcción.**

#### IV. ALTERNATIVAS DE SOLUCION

##### IV.1 SOLUCIONES

Tomando en cuenta las cualidades de las alternativas y los análisis cuantitativos realizados, de mantenerse la tendencia actual de crecimiento del tránsito en la intersección, la solución de la alternativa "II" funcionará de manera satisfactoria durante 10 años.

Como es muy probable que las áreas baldías en las inmediaciones de la glorieta y la zona industrial se desarrollen en el corto plazo, es sano pensar que el comportamiento del tránsito se verá afectado en el sentido ascendente, haciendo que el período de vida útil de la solución a nivel se acorte y en consecuencia esa inversión no resulte redituable. Cabe aclarar que aún cuando se construyan otras vialidades cercanas a la glorieta, ésta seguirá siendo el acceso principal de la ciudad de San Luis Potosí por las características limitadas de su vialidad. Esto último se demuestra si se observa la asignación del tránsito, pues aún cuando se desvía volumen por el libramiento, periférico y vialidades adyacentes, el volumen de tránsito en la intersección continúa siendo alto.

Lo antes expuesto da el sustento para decir que la opción más viable para dar solución permanente a este punto conflictivo es construir un entronque a desnivel para hacer eficiente el funcionamiento de la intersección eliminando la circulación rotatoria a través de la glorieta, las alternativas de solución pueden ser numerosas, muy variadas en su funcionamiento; razón por la que después del análisis cualitativo, se llevaron a la etapa de planta dimensionada cinco diseños a desnivel (alternativas I, VI, VII, VIII y IX); algunos de ellos con un funcionamiento indirecto en la mayoría de sus trayectorias (operación tipo trébol) y otros con movimientos semidirectos y directos, o bien con una combinación de ellos.

La finalidad principal de las soluciones a desnivel es reducir el número de conflictos de tránsito, principalmente aquellos que originan las maniobras de cruce. También el tener trayectorias directas y menos tiempos de recorrido es otro objetivo a cumplir; además de solucionar todos los movimientos direccionales de cada una de las ramas. Bajo este contexto las alternativas VII, VIII y IX, satisfacen estos objetivos y finalidades. Por tal razón las soluciones VII y IX resultan las opciones mejor dotadas para resolver la problemática vial en la intersección.

Al eliminar la mayoría de los movimientos de y hacia Río Verde, en las alternativas de la I a la VI, se reducen de manera importante los conflictos de tránsito y la solución ingenieril puede resultar más limpia, aunque los conflictos se trasladan hacia otros puntos cercanos a la intersección en los que puede generarse dificultades de funcionamiento en los mismos. De aceptarse la condición de eliminar esta rama la solución de la alternativa VII resulta ser la más adecuada.

Del análisis de las Alternativas propuestas se elaboró la tabla comparativa que se muestra a continuación, con ella se forma una matriz de decisión que nos ayuda a identificar la mejor alternativa.

En el primer renglón con encabezado "puntos de preferencia" anotamos el peso de ponderación del decisor por cada uno de los criterios de decisión a evaluar.

En el segundo renglón se anotan los conceptos que sirvieron de base para formar el criterio de decisión.

En los renglones subsecuentes se encuentran los casilleros con dos números:

A
B

En el espacio "A" se anota la calificación obtenida por cada alternativa según cada concepto del criterio de decisión. En el espacio "B" se anota el producto de  $A \times$  (No. de puntos de preferencia) = B. La suma de estos renglones se encuentra anotada en la última columna, (col. 9) el valor máximo de esta columna será la mejor decisión a tomar.

**TABLA COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS**

DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JUAREZ"					Facultad de Ingenieria UNAM			
Puntos de Preferencia	4 Puntos	4 Puntos	4 Puntos	4 Puntos	3 Puntos	5 Puntos	4 Puntos	
SOLUCIONES	Canalizar todos los movimientos	Dar continuidad	Evitar demoras y tiempo de recorrs.	Reducir Entrecruzamientos	Optimizar el nivel de Servicio	Impacto Social	Costo Estimado	Evaluación Total
I	3 12	3 12	3 12	4 16	4 12	3 15	2 8	87
II	3 12	2 8	2 8	3 12	3 9	4 20	4 16	85
III	4 16	5 20	3 12	2 8	3 9	4 20	3 12	97
IV	4 16	5 20	4 12	5 10	4 12	3 15	2 8	93
V	4 16	5 20	4 12	5 10	4 12	3 15	1 4	89
VI	4 16	5 20	5 15	5 10	4 12	4 20	1 4	97
VII	5 20	5 20	5 15	5 10	3 9	5 25	1 4	103
VIII	5 20	5 20	5 15	5 10	5 15	2 10	1 4	94
IX	5 20	5 20	4 12	5 10	5 15	1 5	1 4	86

**OBSERVACIONES:**

**COLUMNAS 1,2,2,4,5,6**

- 0 - Nulo
- 1 - Muy pobre
- 2 - Pobre
- 3 - Regular
- 4 - Bueno
- 5 - Excelente

**COLUMNA 7**

- 0 - Muy caro
- 1 - Caro
- 2 - Normal
- 3 - Económico
- 4 - Muy económico
- 5 - Optimo

**NOTA:**

*El impacto social se calificó principalmente por dos aspectos:*

1o. *La apariencia y majestuosidad de la obra se considera muy importante como una consecuencia de impacto favorable sobre el ciudadano nativo de San Luis Potosí, provocando un sentimiento de orgullo y reconocimiento hacia el Gobierno.*

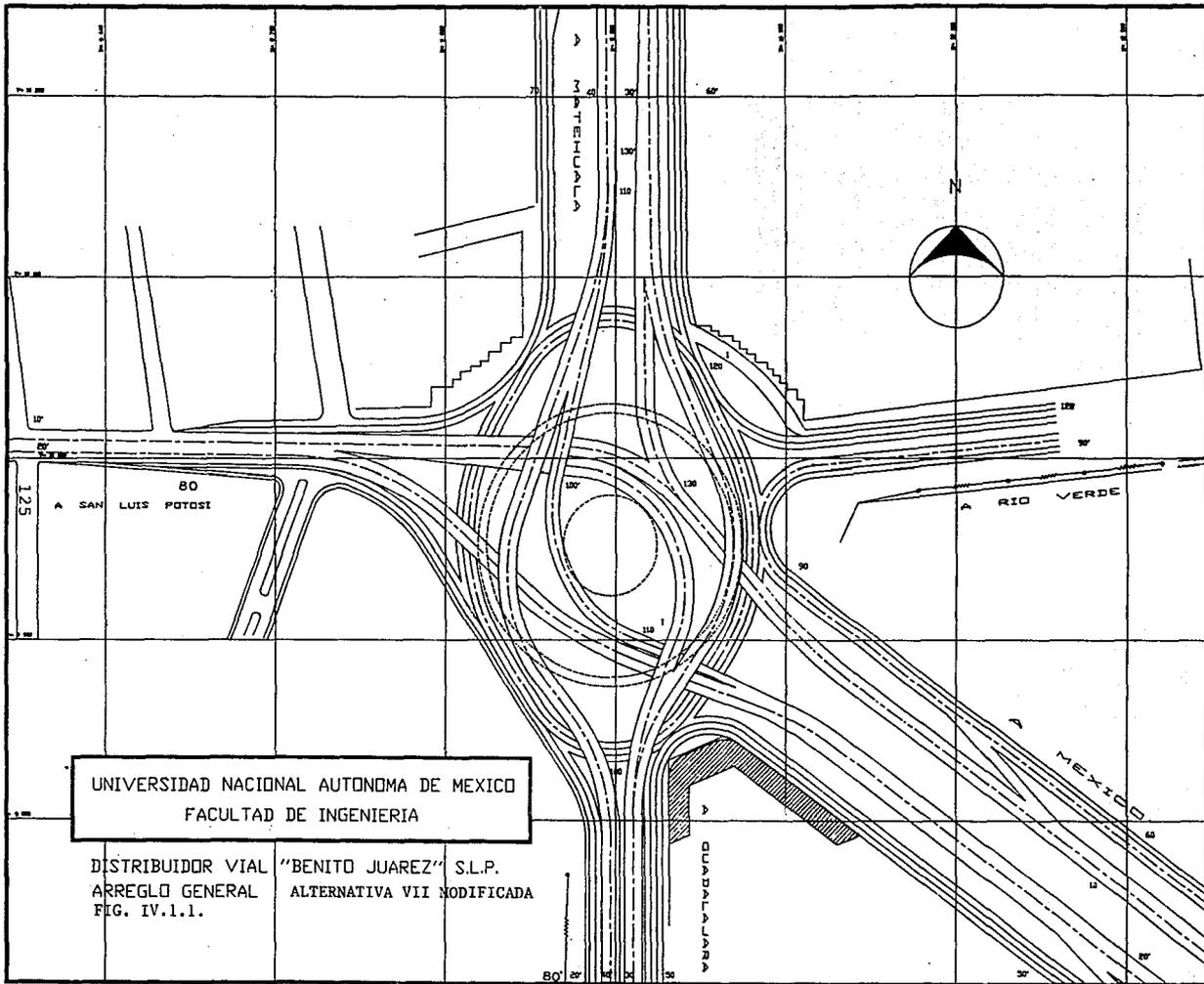
2o. *Se pretende realizar un mínimo de afectación, ya que esto se considera altamente desfavorable para la opinión pública y podría desencadenar problemas sociales posteriores.*

Cabe hacer notar que para la evaluación del costo de las Alternativas habría que elaborar anteproyectos a detalle de las Soluciones que escapan al alcance de este trabajo, sin embargo, el uso de este modelo matemático de decisión permite la retroalimentación de información hasta lograr la precisión deseada.

En este caso se realizó el análisis cualitativo y cuantitativo de las Alternativas antes mencionadas se optó por adicionar a la opción VII la trayectoria continua Querétaro-San Luis-Querétaro y Guadalajara-San Luis, directa con lo que el nivel de servicio de Río Verde a todos los destinos y viceversa se mejora hasta el óptimo quedando esta Alternativa modificada como la mejor con una puntuación total de 109 puntos ( $103 + 6 = 109$ ). Ver Fig. IV.1.1 siendo ésta la base del proyecto de toda esta tesis.

Para que se den las condiciones de tránsito previstas, será necesario llevar a cabo obras adicionales como la pavimentación de algunas calles y la remodelación de algunos cruces conflictivos.

Por lo que antes de iniciar los trabajos en la glorieta habrá que ejecutar los trabajos como a continuación se detallan y que se pueden observar en la figura IV.1.1. Dichos trabajos servirán al principio como alternativa para el desvío provisional del tránsito total y posteriormente como apoyo a la canalización del tránsito local o de corto itinerario, por lo que su realización será necesaria en cualquier caso.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA

DISTRIBUIDOR VIAL  
 ARREGLO GENERAL  
 FIG. IV.1.1.

"BENITO JUÁREZ" S.L.P.  
 ALTERNATIVA VII MODIFICADA

D. P. H. I. C. T. A.

**IV.2 OBRAS DE VIALIDAD COMPLEMENTARIAS PARA MEJORAR LA VIALIDAD DURANTE Y DESPUES DE LA CONSTRUCCION.**

Para cualquiera de las alternativas.

Pavimentar de Rutilo Torres entre la Diagonal Sur y la carretera Querétaro-San Luis Potosí.

**CARACTERISTICAS DE LA OBRA**

Ampliación de la calle Vicente Rivera al oriente para ligarse con la avenida de los Colorines. Vialidad con doble sentido de circulación y camellón central.

**LOGROS CON LA PROPUESTA**

Se reducirán los volúmenes de tránsito en los accesos de la glorieta, ya que por esta vía se canalizarán los vehículos que tengan por destino el oriente de la ciudad y provengan de la diagonal sur.

**OBSERVACIONES**

La instalación del señalamiento adecuado es fundamental para no saturar la glorieta Juárez. La alternativa de tomar una ruta nueva por la calle de Rutilo Torres vendrá a minimizar las demoras.

**OBRA POR REALIZAR**

Pavimentar la prolongación de la calle Costado Sur de la Central Camionera.

**CARACTERISTICAS DE LA OBRA**

Calle de un solo sentido de circulación (poniente a oriente), con tres carriles de circulación y estacionamiento en el cordón norte; entre la diagonal sur y la Avenida Industrias.

**LOGROS CON LA PROPUESTA**

Servirá de apoyo a la glorieta Juárez para el tránsito vehicular procedente del centro de la ciudad por la Avenida Universidad y dar continuidad a los volúmenes vehiculares de la Central Camionera que tengan como destino el oriente de la ciudad.

**OBSERVACIONES**

Se requiere modificar las intersecciones de esta calle con las avenidas Diagonal Sur y Las Torres, las cuales se deberán semaforizar para controlar los volúmenes de tránsito.

**OBRA POR REALIZAR**

Avenida Tepetzotlán y Avenida de Los Colorines.

**CARACTERISTICAS DE LA OBRA**

La pavimentación de la calle Teotihuacán, prolongación de la Avenida de Los Colorines obliga a remodelar la intersección con la Avenida Tepetzotlán.

#### LOGROS CON LA PROPUESTA

Permitirá dar continuidad a la Avenida de Los Colorines hacia la zona norte de la ciudad y al municipio de Soledad Diez Gutiérrez sin mezclarse con el tránsito de la carretera Matehuala.

#### OBSERVACIONES

Se requiere la instalación de semáforos para el control del tránsito en la intersección.

#### OBRA POR REALIZAR

Pavimentar la calle Cuarta entre la Avenida Universidad y H. J. Othon.

#### CARACTERISTICAS DE LA OBRA

Calle de doble sentido de circulación con estacionamiento permitido donde se justifique.

#### LOGROS CON LA PROPUESTA

Dará continuidad al tránsito vehicular de Avenida de Las Torres, siendo de apoyo a la circulación de la carretera San Luis Potosí-Matehuala para evitar el paso por la glorieta.

#### OBSERVACIONES

Con esta calle se puede cerrar un circuito alrededor de la Glorieta Juárez lo cual permitirá a la circulación local evitar el paso por la glorieta, incrementando los volúmenes de tránsito en las arterias principales.

#### MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO DE LAS SIGUIENTES CALLES:

Av. Ricardo B. Anaya entre Av. de los Colorines y Av. Tepetzotlán.

#### CARACTERISTICAS DE LA OBRA

Se deberá pavimentar esta calle de doble sentido de circulación reforestando el camellón central.

#### LOGROS CON LA PROPUESTA

Al mejorar el pavimento, se logrará canalizar los volúmenes vehiculares de Av. de los colorines por esta calle continuando por Av. de los Pinos hacia el centro y norte de la ciudad.

#### OBSERVACIONES

La alternativa de continuar por esta vialidad o seguir por la Av. de los Colorines hacia el norte de la ciudad es una opción para no cruzar la Glorieta Juárez, principalmente para el tránsito local.

#### OBRA POR REALIZAR

Guadalupe Torres entre la Av. de Las Torres y la Av. Diagonal Sur.

#### CARACTERISTICAS DE LA OBRA

El sentido de circulación cambiará de oriente a poniente con restricción del estacionamiento de lado norte.

#### LOGROS CON LA PROPUESTA

Se dará continuidad a la circulación vehicular de la Av. Industrias hacia el centro de la ciudad evitando el paso por la Glorieta Juárez.

#### OBSERVACIONES

El cambio de sentido de circulación será beneficioso, ya que con éste, se reducirán los conflictos viales en la glorieta por los volúmenes tan altos que se venían dando.

#### OBRA POR REALIZAR

Lateral de la Diagonal Sur lado poniente entre la Glorieta Juárez y la Central Camionera.

#### CARACTERISTICAS DE LA OBRA

Se pavimentará esta calle de servicio en el sentido norte-sur, prohibiendo el estacionamiento totalmente.

#### LOGROS CON LA PROPUESTA

Se mejorará el nivel de servicio de la arteria apoyando el cuerpo central de la Av. Industrias y el acceso a la Central Camionera.

#### OBSERVACIONES

Independientemente de la solución adoptada para la Glorieta Juárez, la repavimentación de este tramo vendrá a beneficiar los movimientos locales separándolos del tránsito citadino que se mueve por esta zona.

#### OBRA POR REALIZAR

Cambio de sentido a la Av. Industrias, entre la Diagonal Sur y la prolongación de la calle del Costado Sur del la Central Camionera.

#### CARACTERISTICAS DE LA OBRA

Vialidad de un solo sentido de circulación con tres carriles en cada cuerpo; si se requiere, el cuerpo sur se puede ocupar para estacionamiento y dar servicio a los usuarios del Centro Hospitalario que se ubica en esa zona.

#### LOGROS CON LA PROPUESTA

Se dará continuidad al volumen vehicular de la Av. Industrias hacia el centro de la ciudad por la Av. Guadalupe Torres con lo que se evitará el paso por la glorieta, además de prohibir la vuelta izquierda de la Diagonal Sur, lo que mejorará la capacidad en la intersección.

#### OBSERVACIONES

El señalamiento adecuado deberá dar una buena operación a éste tramo y a la intersección de esta vía con la Diagonal Sur en su funcionalidad como par vial con la prolongación de la calle del Costado sur de la Central Camionera.

**OBRA POR REALIZAR**

*Av. de Las Torres y Guadalupe Torres.*

**CARACTERISTICAS DE LA OBRA**

*Modificación de la geometría en la intersección ampliando los radios de giro.*

**LOGROS CON LA PROPUESTA**

*Se mejorará la operación de la intersección con los movimientos de vuelta más desahogados.*

**OBSERVACIONES**

*Las rutas de transporte urbano mejorarán su servicio al reducir las demoras en este cruce. La intersección se deberá semaforizar .*

**OBRA POR REALIZAR**

*Av. Diagonal Sur y Costado Sur de la Central Camionera.*

**CARACTERISTICAS DE LA OBRA**

*Modificar la intersección abriendo el acceso hacia la prolongación de la calle del Costado Sur de la Central Camionera hacia la Av. Industrias.*

**LOGROS CON LA PROPUESTA**

*Se dará continuidad al tránsito procedente del centro de la ciudad a la Central Camionera hacia el oriente de la ciudad.*

**OBSERVACIONES**

*Se deberá semaforizar la intersección con tres fases que permitan controlar todos los movimientos requeridos.*

**OBRA POR REALIZAR**

*Av. Industrias y Costado Sur de la Central Camionera.*

**CARACTERISTICAS DE LA OBRA**

*Intersección que modificará los sentidos de circulación de sus accesos para evitar vueltas izquierdas.*

**LOGROS CON LA PROPUESTA**

*Se evitarán los movimientos de vuelta izquierda en ésta intersección y en la Av. Industrias; lo que permitirá tener un tránsito más directo que reduzca los entrecruzamientos y las demoras.*

**OBSERVACIONES**

*Para el control del tránsito en ésta intersección no se requieren semáforos, por lo que se recomienda el señalamiento adecuado para el caso.*

**OBRA POR REALIZAR.**

*Diagonal Sur y Rutilo Torres.*

**CARACTERISTICAS DE LA OBRA.**

*La modificación de ésta intersección unirá las avenidas de Vicente Rivera y Rutilo Torres las cuales operarán en doble sentido de circulación.*

**LOGROS CON LA PROPUESTA.**

*Al operar la vialidad de Rutilo Torres, se canalizará el tránsito vehicular del sur de la ciudad y de largo itinerario por esta intersección hacia el oriente de la misma; evitando el paso por la glorieta.*

**OBSERVACIONES**

*Ya existen semáforos en la intersección, los cuales deberán operar al entrar en funcionamiento la calle de Rutilo Torres, el señalamiento es fundamental en esta intersección.*

**OBRA POR REALIZAR**

*Av. de los Colorines y Carretera San Luis Potosí-Querétaro.*

**CARACTERISTICAS DE LA OBRA.**

*Modificación a la geometría actual corrigiendo los trazos de unión con la prolongación de Rutilo Torres.*

**LOGROS CON LA PROPUESTA.**

*Se evitarán posibles accidentes por los movimientos de cruce con la Carretera Querétaro-San Luis Potosí, debido al mal diseño que se construyó.*

**OBSERVACIONES.**

*La intersección ya se encuentra semaforizada, por lo que es necesario se ponga en operación cuanto antes.*

**OBRA POR REALIZAR.**

*Av. Tepetzotlán y Ricardo B. Anaya.*

**CARACTERISTICAS DE LA OBRA.**

*La pavimentación del acceso de la calle Ricardo B. Anaya obliga a remodelar esta intersección, ya que los volúmenes vehiculares se incrementarán cuando esta obra se termine.*

**LOGROS CON LA PROPUESTA.**

*Esta intersección controlará el paso vehicular de ambas avenidas; ligando la zona oriente con la zona norte de la ciudad sin cruzar por la Glorieta Juárez.*

**OBSERVACIONES.**

*Se encuentran operando semáforos en la intersección incluyendo la fase del acceso de la Av. Ricardo B. Anaya.*

**OBRA POR REALIZAR.**

**Av. Tepetzotlán y Av. Teotihuacán.**

**CARACTERISTICAS DE LA OBRA.**

La pavimentación de la calle Teotihuacán, prolongación de la Av. de los Colorines obliga a remodelar la intersección con la Av. Tepetzotlán.

**LOGROS CON LA PROPUESTA.**

Permitirá dar continuidad a la Av. de los Colorines hacia la zona norte de la ciudad y al municipio de Soledad Diez Gutiérrez sin mezclarse con el tránsito de la Carretera a Matehuala.

**OBSERVACIONES.**

Se requiere la instalación de semáforos para el control del tránsito en la intersección.

**OBRA POR REALIZAR.**

**Modificar la calle cuarta entre la Av. Universidad y M. J. Othón.**

**CARACTERISTICAS DE LA OBRA.**

Calle de doble sentido de circulación con estacionamiento permitido donde se justifique.

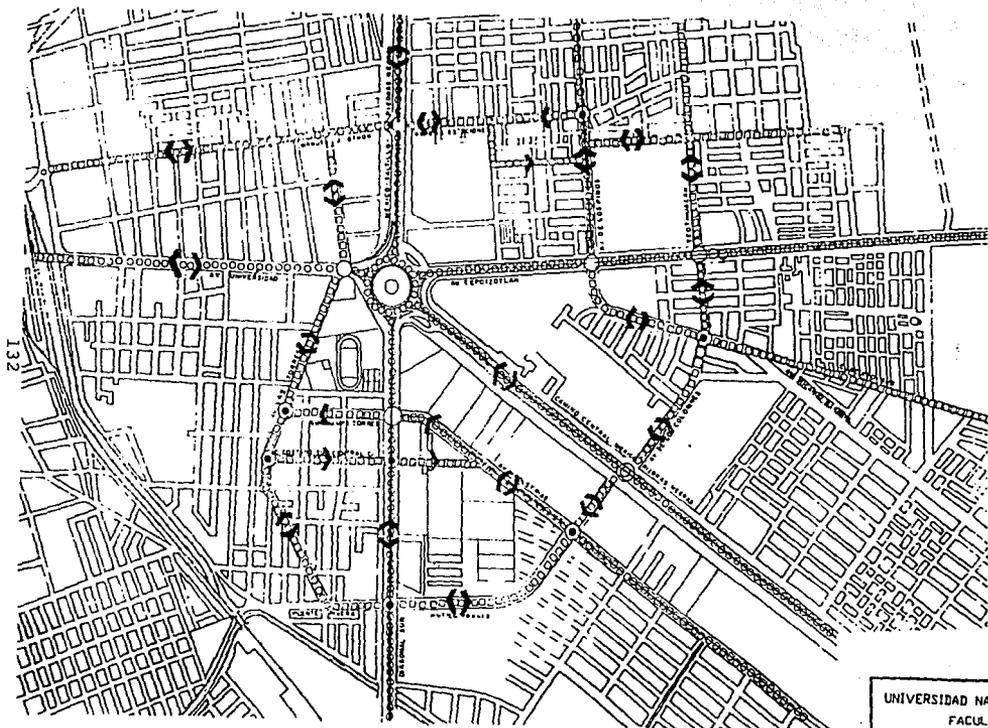
**LOGROS CON LA PROPUESTA.**

Dará continuidad al tránsito vehicular de Av. de Las Torres, siendo de apoyo a la circulación de la carretera San Luis Potosí-Matehuala para evitar el paso por la glorieta.

**OBSERVACIONES.**

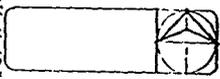
Con esta calle se puede cerrar un circuito alrededor de la Glorieta Juárez lo cual permitirá a la circulación local evitar el paso por la glorieta, incrementando los volúmenes de tránsito en las arterias principales.

OBRAS DE VIALIDAD COMPLEMENTARIAS



SIMBOLOGIA

- VM FERREA
- RIO
- ○ ○ ○ VIALIDAD PRIMARIA
- ○ ○ ○ VIALIDAD SECUNDARIA
- — — — CALLE LOCAL
- > SENTIDO DE CIRCULACION PROPUESTA
- SEMAFORO ACTUAL OPERANDO
- SEMAFORO ACTUAL QUE NO OPERA
- SEMAFORO PROPUESTO
- MATERIAL PERIFERICO
- VALLES
- GUADALAJARA
- QUERETARO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JUAREZ" S.L.P.

132

## **V. DISEÑO**

### **V.1 DISEÑO ESTRUCTURAL**

#### **V.1.1 INTRODUCCION**

#### **V.1.2 SELECCION DEL TIPO DE ESTRUCTURA**

#### **V.1.3 ESPECIFICACIONES DE CARGA**

#### **V.1.4 PROCESO A SEGUIR EN EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA**

##### **V.1.4.1 ESTUDIOS PRELIMINARES**

##### **V.1.4.2 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO ESTRUCTURAL**

#### **V.1.5 DESCRIPCION GENERAL DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

##### **V.1.5.1 LOSA DE PISO**

##### **V.1.5.2 TRABES PRINCIPALES**

##### **V.1.5.3 TRABES DIAFRAGMA**

##### **V.1.5.4 CABALLETES**

##### **V.1.5.5 PILAS**

### **V.2. TIERRA ARMADA**

#### **V.2.1 EJEMPLO DE CALCULO DE MURO PARA $H=6.0$ M**

##### **V.2.1.1 CALCULO DE PRESIONES EN EL TERRENO**

#### **V.2.2 CALCULO DE LA LONGITUD DEL ANCLAJE**

#### **V.2.3 ANALISIS DEL CONJUNTO DE TIERRA ARMADA**

### **V.3. DISEÑO DEL PAVIMENTO**

#### **METODO DEL INSTITUTO DE INGENIERIA**

### **V.4. DRENAJE**

#### **V.4.1 GENERALIDADES**

#### **V.4.2 CONSIDERACIONES HIDROLOGICAS**

##### **V.4.2.1 PRECIPITACION PLUVIAL**

##### **V.4.2.2 ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL**

**V.4.3 CLASIFICACION DEL DRENAJE**

- V.4.3.1 GUARNICIONES
- V.4.3.2 COLADERAS DE TORMENTA
- V.4.3.3 CAJAS DESARENADORAS

**V.4.4 DISEÑO HIDRAULICO**

- V.4.4.1 AREA HIDRAULICA
- V.4.4.2 PERIMETRO MOJADO
- V.4.4.3 RADIO HIDRAULICO
- V.4.4.4 TIRANTE HIDRAULICO

**V.5. ILUMINACION**

**V.6. SEÑALIZACION**

## **V.1 PROYECTO ESTRUCTURAL**

### **V.1.1 INTRODUCCION.**

Al referirnos a esta parte del proyecto del distribuidor vial, haremos a continuación algunas aclaraciones que justifican su desarrollo.

No se verá en esta parte la teoría completa referente a los distintos elementos estructurales, sino más bien el criterio necesario, adquirido por toda esa teoría, para poder abordar el problema en conjunto que presenta el análisis y diseño estructural de los puentes del distribuidor vial.

Nuestra intención, por lo tanto, es exponer en una forma general los diferentes criterios que permitieron llegar a la solución estructural de los puentes.

Es por demás aclarar que al referirnos a lo anteriormente dicho, no implica que se tenga la necesidad de efectuar un análisis y diseño completo y detallado para todo el proyecto estructural, sino que bastará, creemos nosotros, con describir el criterio a seguir para ello y anexas solamente algunos procesos del análisis y diseño para algunos elementos estructurales.

### **V.1.2 SELECCION DEL TIPO DE ESTRUCTURA.**

Hay un aspecto mucho muy interesante en la materia de puentes: la elección del tipo adecuado. Es este punto "la piedra angular de la economía de los puentes". Ningún refinamiento de análisis y diseño puede conducir, ni remotamente, a obtener la economía que puede y debe lograrse, eligiendo bien el tipo de estructura para cada caso particular. Hace falta como auxiliar fundamental para resolver este problema, un gran acopio de datos sobre cantidades de material necesario para diferentes tipos de superestructuras y subestructuras. La habilidad del ingeniero como proyectista puede a veces suplir esta carencia de datos, formulando anteproyectos que permitan estimar con cierta aproximación las cantidades de material para un puente de un tipo dado. Todavía más: es indispensable conocer los costos reales unitarios para los materiales y los conceptos de trabajo en diferentes tipos de estructuras. Nadie puede pensar que el metro cúbico de concreto valga lo mismo para una superestructura continua de sección celular, que para una superestructura libremente apoyada de sección abierta (nervadura sin losa inferior), ni por lo que toca a moldes o formas, ni por lo que se refiere a obra falsa. Esto para no citar sino un ejemplo, que podría fácilmente multiplicarse.

En general se puede establecer que los puentes con un claro menor, son más económicos que aquellos que tienen un claro más grande. Sin embargo una vez que se ha establecido la dimensión total del puente hay que escoger el tipo más económico. En esta selección la principal variable que interviene es el claro del puente. Cuanto menor sea el claro de la superestructura, ésta será más económica pero en cambio aumentará el número de pilas de apoyo por lo tanto el costo de la cimentación. Por el contrario a mayor dimensión de la distancia entre pilas, aumenta el claro del puente y su costo, disminuyendo el de la cimentación. Se ve la necesidad, de hacer varios tanteos hasta lograr que la suma del costo de la cimentación y de la superestructura sea un valor mínimo. En un análisis de este tipo habrá que considerar además tipo de suelo, altura de las pilas, efecto de la continuidad en el puente, etc. Por lo tanto se puede decir que el tipo de estructura que deba llevar un puente en particular, lo determinarán varios factores, entre los cuales pueden mencionarse como fundamentales, el que se refiere a la economía y el referente a las cargas a que estará sujeto.

De acuerdo a los criterios mencionados se llegó a la solución estructural del distribuidor vial "Benito Juárez", en la cual se optó por utilizar una sola hilera de columnas de apoyo, en forma similar a lo observado en algunos puentes ya construídos que fueron objeto de estudio previo.

Una vez definidos los apoyos en una sola hilera de pilas, se procedió a analizar las distintas alternativas posibles para las traves principales, tanto desde el punto de vista del material a emplear (acero, concreto reforzado, concreto pretensado o postensado o alguna combinación de ellos), como desde el punto de vista de la sección transversal (vigas I, T o sección cajón) y de los claros que podrían salvarse, desde 20 hasta 30 metros.

Se analizó también la posibilidad de usar estructuras continuas, simplemente apoyadas o tipo gerber, observándose que las estructuras continuas por ser altamente hiperestáticas presentan grandes ventajas estructurales.

Por otro lado se estudió el proceso constructivo y su costo para las diversas alternativas estructurales.

Una vez hechos los análisis anteriores se tomó la decisión de usar traves postensadas, libremente apoyadas y coladas en el lugar de la obra.

#### V.1.3. ESPECIFICACIONES DE CARGAS

Los puentes fueron diseñados para soportar las siguientes cargas:

- V.1.3.1 Cargas muertas
- V.1.3.2 Cargas vivas
- V.1.3.3 Efecto dinámico de la carga móvil o impacto
- V.1.3.4 Cargas de viento
- V.1.3.5 Fuerzas longitudinales
- V.1.3.6 Fuerza sísmica
- V.1.3.7 Fuerza centrífuga
- V.1.3.8 Fuerzas térmicas
- V.1.3.9 Cargas del proceso constructivo
- V.1.3.10 Combinaciones de cargas y factores de seguridad

##### V.1.3.1 CARGAS MUERTAS

Será sencillamente el peso propio de todos los elementos estructurales o no estructurales que forman el puente. Dicho peso se obtiene multiplicando el volumen del elemento en estudio por su peso volumétrico. Dentro de los elementos estructurales tenemos la losa de piso, las traves principales, las traves diafragma, los cabezales, las columnas y las zapatas. En los no estructurales están la carpeta asfáltica, las guarniciones, los parapetos y el relleno de las zapatas.

##### V.1.3.2 CARGAS VIVAS

La carga viva sobre puentes carreteros se debe esencialmente a las fuerzas transmitidas por los vehículos que sobre ellos transitan. Su determinación depende del peso y de las características de los vehículos que pueden transitar sobre el puente, así como de la distribución más desfavorable que es razonable esperar que se presente. Cuando el tráfico se para, pueden quedar llenos todos los carriles con vehículos cercanos uno a otro, produciendo una carga estática máxima. Sin embargo, sería excesivamente conservador suponer que todos los vehículos tienen el peso

máximo. Cuando el tráfico fluye, el número de vehículos que puede transitar sobre el puente es menor, pero la velocidad a que circulan produce efectos dinámicos que incrementan las fuerzas internas en la estructura.

Para hacer obvia la dificultad de tener que analizar combinaciones complejas de vehículos para la determinación de la carga viva en puentes, los Códigos (AASHTO Y SCT) suelen recurrir a cargas equivalentes convencionales que tratan de cubrir conservadoramente los efectos de las condiciones más desfavorables de tránsito que puedan presentarse. En puentes relativamente largos, lo que regirá el diseño será el efecto de un gran número de vehículos, el cual puede sustituirse por una carga uniforme equivalente. En puentes cortos será crítica la posición de un solo vehículo particularmente pesado, el cual debe representarse como una serie de cargas concentradas que coinciden con los ejes de las ruedas del vehículo.

Los valores que se asignan a estas cargas corresponden a vehículos idealizados que pretenden representar efectos de condiciones de tránsito desfavorables. En México y en muchos otros países se adoptan las cargas especificadas por la AASHTO, las cuales se muestran esquemáticamente en la figura V.1.3.2.1. Las recomendaciones de la AASHTO establecen dos tipos de vehículos: un camión de dos ejes, carga tipo H y uno de tres ejes, carga tipo HS. Uno de estos vehículos deberá colocarse en la posición más desfavorable sobre el claro de puentes cortos. Alternativamente se debe considerar una carga uniforme más una concentrada en la posición más desfavorable, aplicada sobre cada carril. Ver figura V.1.3.2.1.

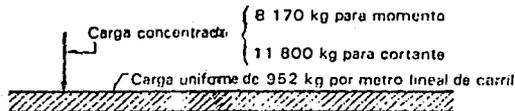
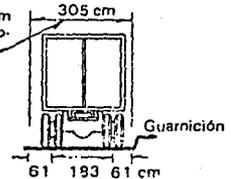
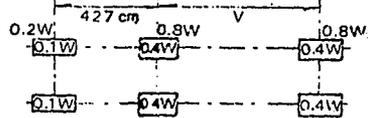
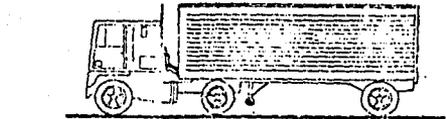
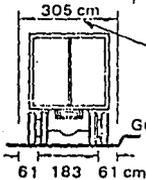
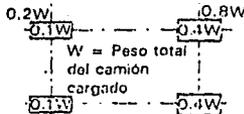
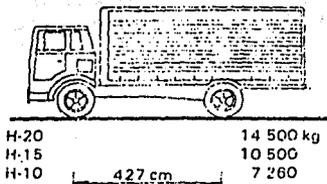
Para tomar en cuenta que la probabilidad de que se concentren cargas excepcionalmente altas sobre varios carriles es pequeña, esta carga uniforme se reduce a medida que aumenta el número de carriles.

No. DE BANDAS CARGADAS	% POR CONSIDERAR
una o dos	100
tres	90
cuatro o más	75

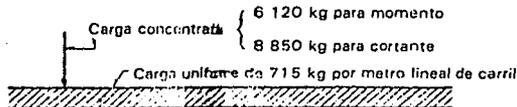
La carga por carril o el vehículo estándar ocupan un ancho de 3.05 m. Estas cargas se colocarán en bandas de 3.60 m. distribuidas a lo ancho de la calzada del puente en números y posiciones tales que produzcan fuerzas internas máximas.

Cada carga de carril o vehículo estándar se consideran como unidades indivisibles y no se podrán considerar aplicadas fracciones de ellas.

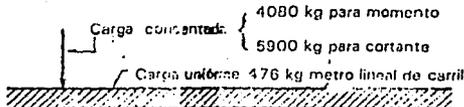
Cabe hacer énfasis nuevamente en que las cargas estándar de diseño son valores convencionales. La adopción de uno a otro nivel de carga estándar debe estar ligada a una reglamentación del tránsito en cuanto al peso de los vehículos, así como al grado de control que se pueda tener sobre el cumplimiento de dicha reglamentación. La probabilidad de que se excedan las cargas estándar no es despreciable y hay una tendencia al aumento del peso de vehículos y del porcentaje de vehículos pesados en la composición del tránsito.



CARGA H20 y HS20



CARGA H15 y HS15



CARGA H10

FIGURA V.1.3.2.1

Para el análisis de los puentes del distribuidor vial "Benito Juárez" se tomó de las especificaciones de la S.C.T. el tipo de carga T3-S3 que corresponde a un tractor de tres ejes con semiremolque de tres ejes. Ver figura V.1.3.2.2.

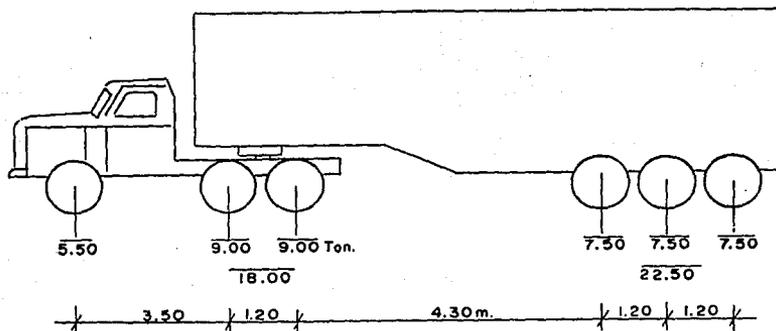


FIGURA V.1.3.2.2

**NOTA.**— Las cargas máximas son de acuerdo con el Proyecto de Actualización del Capítulo XI del Reglamento de Explotación de Caminos de la Ley de Vías Generales de Comunicación, S.C.T., México, D.F. 1978.

Es conveniente hacer notar que en claros pequeños la carga móvil tiene mayor importancia que la carga muerta.

#### V.1.3.3 EFECTO DINAMICO DE LA CARGA MOVIL O IMPACTO

El paso de un vehículo sobre un puente causa vibraciones debidas a la irregularidad de la superficie de rodamiento. Estas vibraciones producen incrementos en los efectos de las diferentes acciones sobre el puente. Estos efectos dependen de la velocidad del vehículo, de las irregularidades de la superficie de rodamiento, de las características del vehículo y de la flexibilidad y longitud del puente.

El fenómeno es obviamente muy complejo y se prefiere recurrir a un planteamiento simplista que consiste en considerar un factor de impacto con el que se incrementan los efectos de las cargas vivas calculadas en forma estática. El factor de impacto se basa en algunas mediciones de las ampliaciones de las deflexiones al pasar vehículos a distintas velocidades. El factor de impacto se hace depender exclusivamente del claro del puente, ya que al aumentar el claro la fluctuación de esfuerzos debidos a los efectos dinámicos se reduce, porque la carga viva representa una fracción cada vez menor de la carga total.

El factor de impacto, según la fórmula de la AASHTO, es:

$$I = \frac{15}{L + 37.5} < 0.3$$

En donde L es el claro del puente en metros.

#### V.1.3.4 CARGAS DE VIENTO

La magnitud de la carga de viento a usar en el diseño varía con las localidades y depende de las especificaciones. Las especificaciones AASHTO para puentes de caminos estipulan una carga transversal de viento de 244 a 366 Kg/m<sup>2</sup>, y no menos de 450 Kg/m<sup>2</sup>.

Además debe considerarse en el diseño una fuerza de viento longitudinal de intensidad 25 a 50% de la lateral.

#### V.1.3.5 FUERZAS LONGITUDINALES

El tránsito de vehículos sobre puentes carreteros produce, además de fuerzas verticales, ciertas fuerzas horizontales por el arranque y frenado de los vehículos en la dirección del eje del puente. La AASHTO especifica que debe tomarse una fuerza longitudinal igual al 20 por ciento del peso del vehículo de diseño, actuando a 1.20 m arriba del piso.

#### V.1.3.6 FUERZAS SISMICAS

Los sismos tienen probabilidad no despreciable de producir acciones significativas en las estructuras situadas en muchas regiones, en particular gran parte de la República Mexicana es sísmicamente activa. Estrictamente ninguna región de la tierra está exenta de la probabilidad de sentir los efectos sísmicos. Por lo tanto en el diseño de los puentes del distribuidor vial se consideraron estas acciones aún en el caso de que la Cd. de San Luis Potosí se encuentra en una zona no sísmica. La figura V.1.3.6.1, muestra la regionalización sísmica de México, contenida en el Manual de Obras Civiles de la CFE. Se aprecia que el país se divide en cuatro zonas designadas con las letras de A a D en orden creciente de riesgo sísmico.

Para la obtención de algunas características sísmicas se consulta la tabla V.1.3.6.1, del Manual de la CFE en la cual se tiene: suelo tipo I, terreno firme; tipo II, terreno de transición; tipo III, compresible.

El efecto de los sismos depende de una interacción compleja entre los movimientos del suelo y la respuesta de la estructura. El diseño para resistir los sismos implica precauciones especiales de estructuración, dimensionamiento y detallado, además de un análisis cuantitativo de las sollicitaciones que se pueden presentar. Las sollicitaciones sísmicas de los puentes se obtuvieron del método estático del Reglamento de Construcciones del DDF.

#### V.1.3.7 FUERZA CENTRIFUGA

Algunos tramos de los puentes en estudio están resueltos en curvas horizontales, por lo que se presentará una fuerza centrífuga. Esta fuerza produce empujes radiales que se consideran de un 20 por ciento del peso del vehículo. Dichas fuerzas influyen en el diseño de los apoyos en los tramos curvos.



FIGURA V.1.3.6.1

ZONA SISMICA DE LA REPUBLICA	TIPO DE SUELO	C	a <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	r
A	I	0.08	0.03	0.30	0.8	1/2
	II	0.12	0.045	0.55	2.0	2/3
	III	0.16	0.06	0.75	3.3	1
B	I	0.16	0.03	0.30	0.8	1/2
	II	0.20	0.045	0.50	2.0	2/3
	III	0.24	0.06	0.80	3.3	1
C	I	0.24	0.05	0.25	0.67	1/2
	II	0.30	0.08	0.45	1.6	2/3
	III	0.36	0.10	0.60	2.9	1
D	I	0.48	0.09	0.15	0.55	1/2
	II	0.56	0.14	0.30	1.4	2/3
	III	0.64	0.18	0.45	2.7	1

TABLA V.1.3.6.1

#### V.1.3.8 FUERZAS TERMICAS

Las fuerzas térmicas son el resultado de la variación de la temperatura, deben determinarse de acuerdo con las condiciones locales reales y el tipo de material del elemento estructural.

#### V.1.3.9 CARGAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Al establecer las solicitaciones que van a actuar sobre el puente, es muy importante considerar el proceso de montaje o de construcción. En esta etapa los esfuerzos no solamente pueden ser mayores que los que se pueden presentar durante la etapa de servicio de la estructura, sino que puede presentarse una condición de inversión de signos. Además habrá que considerar cargas debidas a maquinaria o equipo de construcción que en condiciones normales no deben presentarse. Por otra parte un estudio cuidadoso del procedimiento de construcción puede eliminar en la etapa final, esfuerzos secundarios que se desarrollen durante el montaje de la estructura.

En el proceso constructivo de la obra se tienen dos casos importantes: el izamiento de las trabes principales y la colocación de la carpeta asfáltica. Para ambos casos se procedió a realizar un análisis y diseño de cargas. En el caso del izaje de las trabes se colocó en ellas el refuerzo necesario para soportar dichas cargas. En el caso de los efectos que producirá la maquinaria que colocará el asfalto; los camiones de volteo, la asfaltadora y la compactadora; fueron analizados para las diferentes posiciones que tendrá en los claros de los puentes.

Los diferentes elementos mecánicos ocasionados por la maquinaria que construirá la carpeta asfáltica, fueron comparados con los obtenidos por la aplicación de las cargas de servicio, siendo estos mayores que aquellos, no hubo necesidad de sobrediseñar los elementos estructurales por efecto de la maquinaria.

#### V.1.3.10 COMBINACIONES DE CARGAS Y FACTORES DE SEGURIDAD

El diseño de los puentes implica la consideración de diversas combinaciones de acciones particulares, así como de requisitos y precauciones específicas que deben estudiarse en las normas y textos especializados. Los criterios de diseño y factores de seguridad suelen diferir de las estructuras comunes. La mayoría de los códigos para puentes incluyen solamente criterios de diseño por esfuerzos admisibles, con valores de estos esfuerzos menores que los usuales. La última versión de las normas AASHTO incluye como opción un criterio de diseño por estados límite en que los factores de carga para carga viva son considerablemente mayores que los usuales (se debe aplicar un factor de 2.17 a la carga viva incluyendo impacto). La razón de que los factores de seguridad resulten mayores para puentes se debe atribuir a la importancia de estas estructuras y a las consecuencias de su falla, así como a pretender indirectamente protección contra los efectos de fatiga por la repetición de un gran número de aplicaciones de la carga viva y, finalmente, a que la carga viva especificada como valor de diseño tiene una probabilidad de ser excedida mayor que la que se tiene en edificaciones comunes.

La seguridad de una estructura deberá verificarse para el efecto combinado de todas las acciones que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir simultáneamente.

El saber obtener las diferentes cargas que realmente estén actuando en un puente, así como aplicar los factores de seguridad adecuados a las diferentes combinaciones de cargas, nos llevará a una solución estructural final segura, económica y eficiente.

Para obtener los diferentes tipos y características de las cargas más usuales, además de las dimensiones mínimas necesarias para lograr un funcionamiento adecuado, así como las diferentes combinaciones de las cargas que actúan sobre los puentes, se consultaron los siguientes códigos y manuales:

- 1) Especificaciones de la S.C.T.
- 2) Especificaciones de la AASHTO
- 3) Manual de Obras Civiles CFE
- 4) Reglamento de Construcciones del DDF

#### **V.1.4. PROCESO A SEGUIR EN EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA**

##### **V.1.4.1 ESTUDIOS PRELIMINARES**

En todo proyecto de alguna estructura, es conveniente efectuar como primer paso un estudio de anteproyecto estructural, representando este estudio la primera aproximación del problema.

El anteproyecto estructural consistió en una serie de estudios, tales como: topografía del lugar, proyecto geométrico de los puentes, tipo de suelo, materiales existentes en la región, disponibilidad de mano de obra, etc., para darse cuenta de sus posibilidades constructivas. Con todos los estudios de campo obtenidos, el proyectista de los puentes estuvo en condiciones de proponer a manera de una primera aproximación, una serie de alternativas, las cuales permitieron fijar la posición más conveniente de los apoyos y el tipo de superestructura, así como sus dimensiones aproximadas. Lo anterior dependió en gran parte de la experiencia que el estructurista tenía al respecto, con el fin de que lo efectuara lo más rápidamente posible.

Incluyó también este anteproyecto, un estudio de las cargas actuantes en la estructura y que juntas constituyeron el peso total aproximado de la misma.

El estudio antes mencionado fue de mucha importancia, ya que por medio de él, se estuvo en condiciones de obtener rápidamente el tipo necesario de cimentación, volúmenes de materiales, proceso constructivo, etc., todo ello en forma aproximada; pero que fue de bastante utilidad, ya que además de los puntos anteriores, se pudo llegar a un presupuesto aproximado.

La solución del proyecto estructural final se plasmó en una serie de planos constructivos, que serán la guía para la construcción y mantenimiento del proyecto del distribuidor vial "Benito Juárez".

##### **V.1.4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO ESTRUCTURAL**

El proyecto definitivo está formado por elementos de concreto reforzado y concreto presforzado. La combinación de estos tipos de elementos resultó muy eficiente tanto para el proceso constructivo como para acortar el tiempo de duración de la construcción de los puentes.

Elementos estructurales que forman el proyecto:

##### **1) ELEMENTOS DE CONCRETO PRESFORZADO**

Las trabes principales serán postensadas y prefabricadas. La planta de precolado de estas trabes se instalará en un patio temporal, instalado en el lugar de la obra.

Las trabes diafragma serán también postensadas y coladas in situ.

## 2) ELEMENTOS DE CONCRETO REFORZADO

Son la losa de piso, los caballetes y las pilas de apoyo.

Las pilas están formadas por un cabezal, una columna de soporte y una zapata aislada. Por ser un suelo de gran capacidad de carga, la cimentación será superficial.

Para tener una idea mejor de la interacción de los diferentes elementos estructurales, ver las figuras V.1.4.2.1, V.1.4.2.2 y la perspectiva.

Por lo que se refiere al tipo estructural de las pilas y su ubicación en los puentes, se tiene para su estudio los niveles primero y segundo. A continuación se hablará de cada nivel.

### PRIMER NIVEL

Tramo vial México-San Luis Potosí y viceversa, formado respectivamente por las ramas 10-10' y 20-20' y una subrama 130-130' que forma la desviación vial México-Matehuala, ver croquis V.1.4.2.1.

### LOCALIZACION DE APOYOS Y TIPOS DE PILAS

#### RAMA 10--10'

APOYO NUMERO	KM	TIPO DE	
		CABEZAL	TIPO DE COLUMNA Y ZAPATA
Inicia tierra armada	10+600		
Estribo No. 1	10+767.15		
2	10+796.60	I-C	Z-1
3	10+816.60	I-A	"
4	10+836.60	I-C	"
5	10+866.60	I-B	"
6	10+896.60	I-C	"
7	10+916.60	I-A	"
8	10+936.60	I-A	"
9	10+956.60	"	"
10	10+976.60	"	"
11	10+996.60	"	"
12	11+016.60	I-C	"
13	11+046.60	"	"
14	11+066.60	"	"
Estribo No. 15	11+096.05		
Finaliza tierra armada	11+220		

RAMA 20--20'

APOYO NUMERO	KM	TIPO DE CABEZAL	TIPO DE COLUMNA Y ZAPATA
Inicia tierra armada	19+950		
Estribo No. 1	20+078.39		
2	20+107.84	I-C	Z-1
3	20+127.84	"	"
4	20+157.84	1-B	"
5	20+187.84	1-C	"
6	20+207.84	1-A	"
7	20+227.84	"	"
8	20+247.84	"	"
9	20+267.84	"	"
10	20+287.84	1-C	"
11	20+317.84	"	"
12	20+337.84	1-A	"
13	20+357.84	1-A	Z-1
14	20+377.84	1-C	"
Estribo No. 15	20+407.29		
Termina tierra armada	20+540		

RAMA 130--130'

APOYO NUMERO	KM	TIPO DE CABEZAL	TIPO DE COLUMNA Y ZAPATA
1	130+012.65	1-A	Z-1
2	130+032.65	"	Z-2
3	130+052.65	"	"
4	130+072.65	"	"
5	130+092.65	1-C	"
6	130+122.65	"	Z-1
7	130+142.65	1-A	"

**SEGUNDO NIVEL**

Tramo vial Guadalajara-Matehuala y viceversa formado respectivamente por las ramas 30-30' y 40-40'. Se tienen además dos subramas que unen el segundo nivel con el primero. La subrama 100-100' parte de la rama 30-30' y se une a la rama 10-10', esta subrama sería la desviación vial Guadalajara-San Luis Potosí. La subrama 110-110' parte de la rama 40-40' y se une a la rama 20-20' que es la desviación vial Matehuala-México, ver croquis V.1.4.2.2.

**LOCALIZACION DE APOYOS Y TIPOS DE PILAS**RAMA 30--30'

APOYO NUMERO	KM	TIPO DE CABEZAL	TIPO DE COLUMNA Y ZAPATA
Inicia tierra armada	29+900		

Estribo No. 1	30+010.19		
2	30+039.64	1-B	Z-1
3	30+069.64	"	Z-2
4	30+099.64	1-C	"
5	30+119.64	1-A	"
6	30+139.64	1-A	Z-2
7	30+159.64	1-C	"
8	30+189.64	"	"
9	30+204.55	"	"
10	30+234.55	"	Z-3
11	30+253.60	1-A	"
12	30+272.65	1-C	"
13	30+302.65	"	"
14	30+326.65	1-A	"
15	30+342.65	"	"
16	30+362.65	"	Z-2
17	30+382.65	"	"
18	30+405.25	1-C	"
19	30+435.25	1-B	"
20	30+460.76	1-C	"
21	30+480.76	"	"
22	30+510.76	1-B	Z-1
Estribo No. 23	30+540.21		
Termina tierra armada	30+680		

RAMA 40--40'

APOYO NUMERO	KM	TIPO DE CABEZAL	TIPO DE COLUMNA Y ZAPATA
Inicia tierra armada	40+960		
Estribo No. 1	41+108.11		
2	41+137.56	1-B	Z-1
3	41+167.56	1-C	"
4	41+187.56	1-A	"
5	41+207.56	"	Z-3
6	41+227.56	"	Z-2
7	41+247.56	"	"
8	41+267.56	1-C	"
9	41+297.56	"	Z-3
10	41+321.13	1-A	"
11	41+344.70	1-C	"
12	41+374.70	"	"
13	41+395.82	"	"
14	41+416.94	1-B	"
15	41+445.44	1-C	"
16	41+464.49	1-A	"
17	41+483.54	"	"
18	41+502.59	1-A	Z-3
19	41+521.64	1-C	"
20	41+551.64	"	Z-2
21	41+571.64	1-A	"
22	41+591.64	1-C	"
23	41+621.64	1-B	Z-1
Estribo No. 24	41+651		
Termina tierra armada	41+800		

RAMA 100--100'

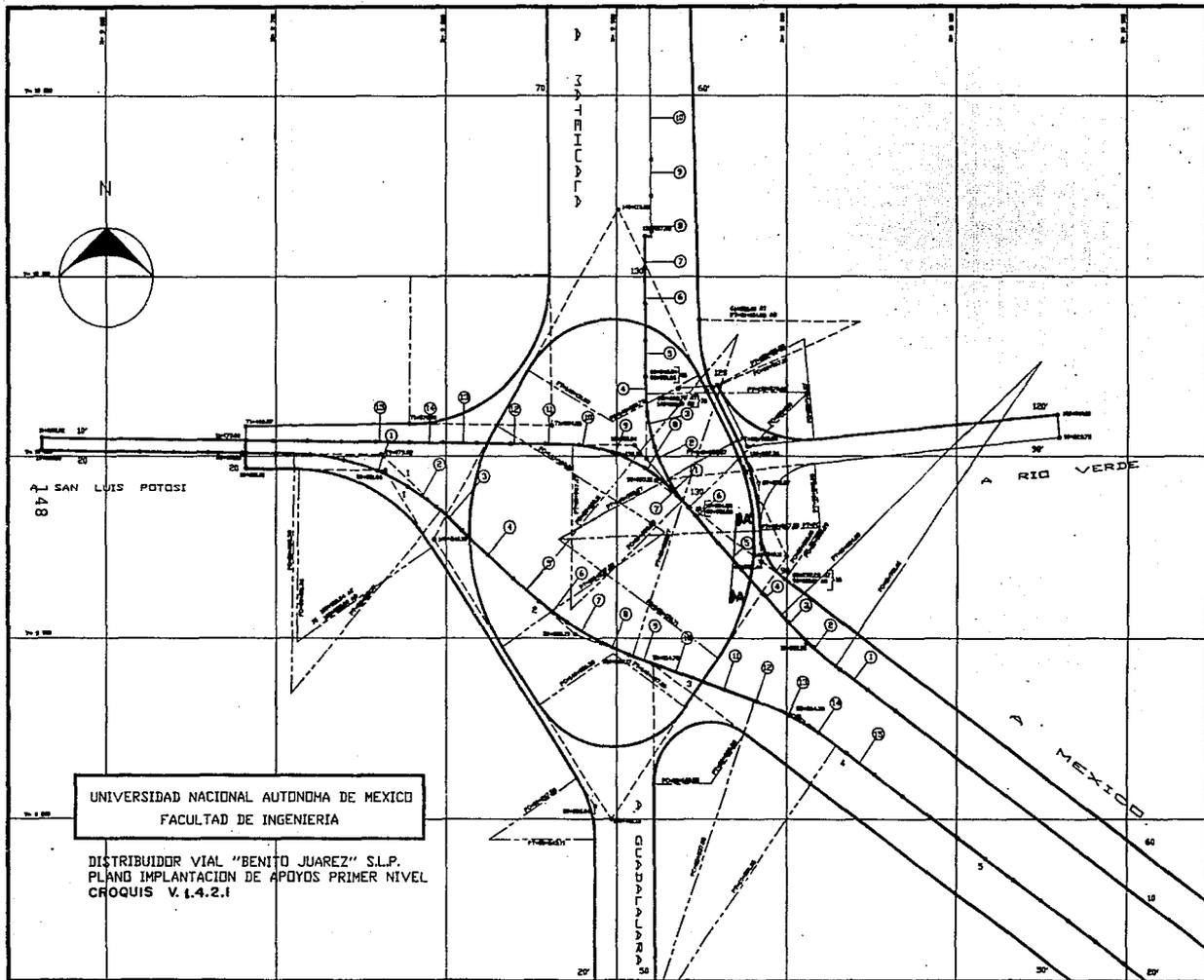
APOYO NUMERO	KM	TIPO DE CABEZAL	TIPO DE COLUMNA Y ZAPATA
1	100+026.117	1-C	Z-1
2	100+055.318	"	Z-2
3	100+073.408	"	"
4	100+102.00	"	Z-3
5	100+122.00	1-A	"
6	100+142.00	1-A	"
7	100+162.00	"	"
8	100+182.00	"	"
9	100+202.00	"	"
10	100+224.75	"	Z-2
11	100+247.50	"	"

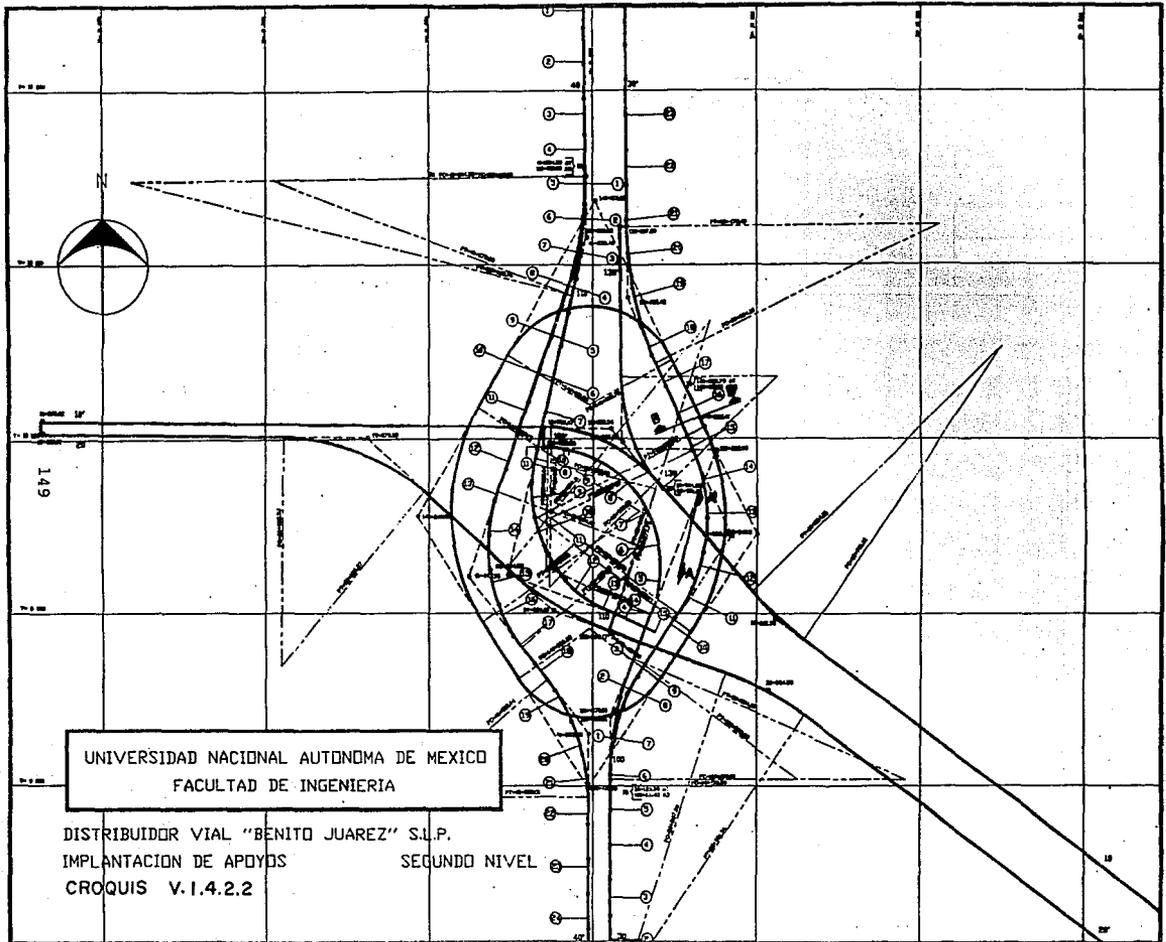
RAMA 110--110'

APOYO NUMERO	KM	TIPO DE CABEZAL	TIPO DE COLUMNA Y ZAPATA
1	110+003.213	1-A	Z-3
2	110+023.237	"	Z-1
3	110+043.366	"	"
4	110+063.691	1-C	"
5	110+093.994	"	Z-2
6	110+117.715	1-A	"
7	110+137.72	1-C	Z-3
8	110+167.72	"	"
9	110+187.72	1-A	"
10	110+207.72	"	"
11	110+227.72	"	"
12	110+247.72	"	"
13	110+267.72	1-C	"

**DESCRIPCION GENERAL DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

- 1.- Losa de piso
- 2.- Trabes principales
- 3.- Trabes diafragma
- 4.- Caballetes
- 5.- Pilas
  - a) Cabezales
  - b) Columnas
  - c) Zapatas





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JUAREZ" S.U.P.  
IMPLANTACION DE APOYOS                      SEGUNDO NIVEL  
CROQUIS V.1.4.2.2

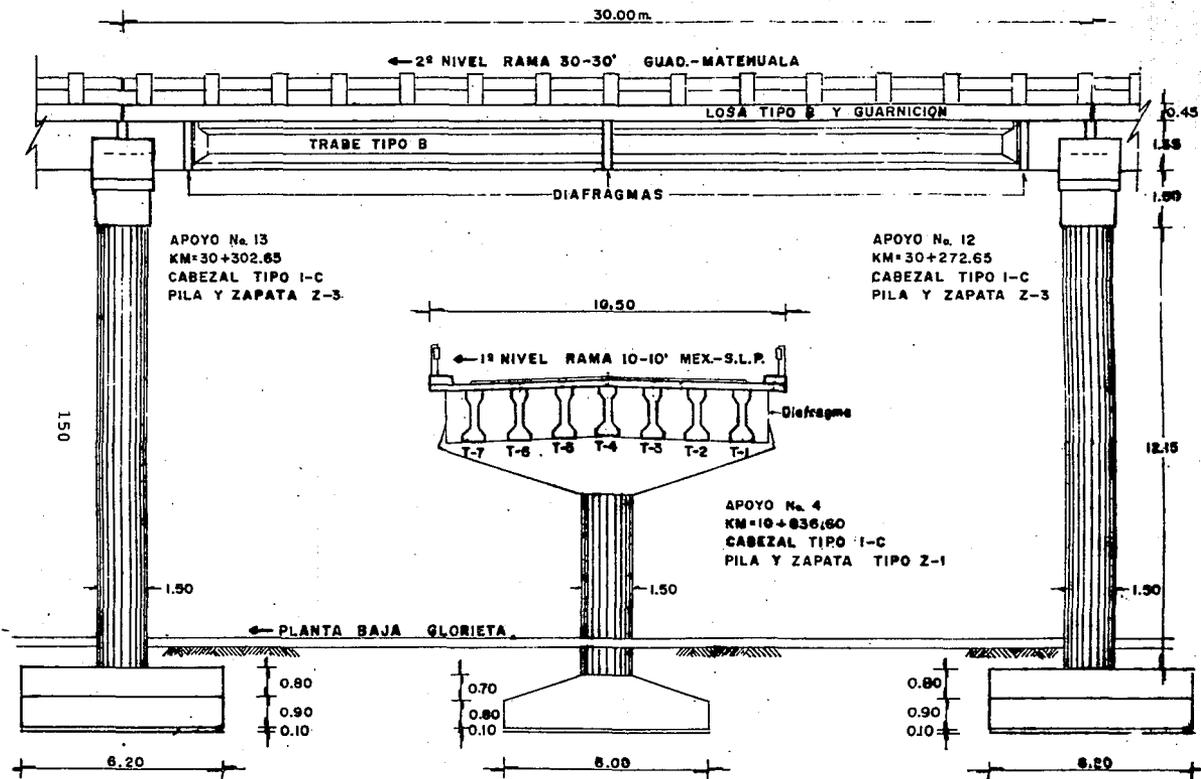


FIG. V.1.4.2.1 CORTE Y VISTA A-A' (CROQUIS V.1.4.2.1 Y V.1.4.2.2)  
ESC. 1:125

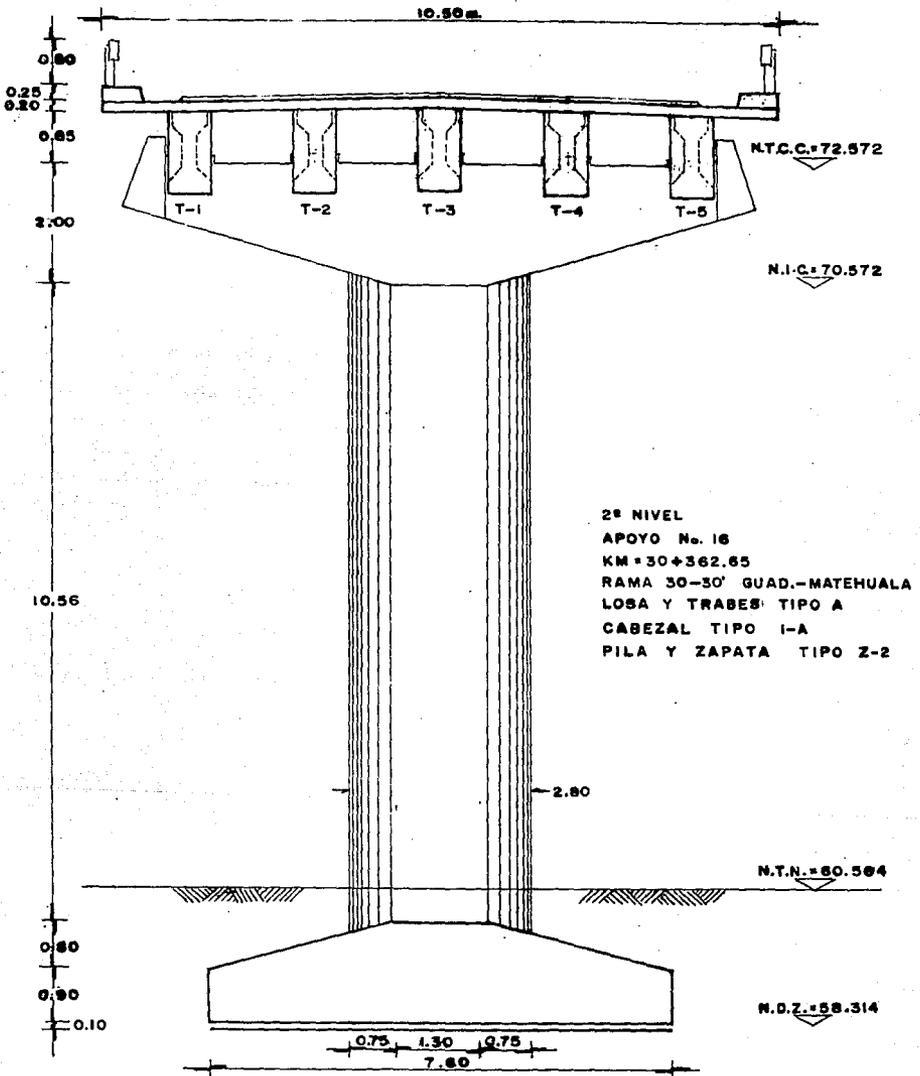
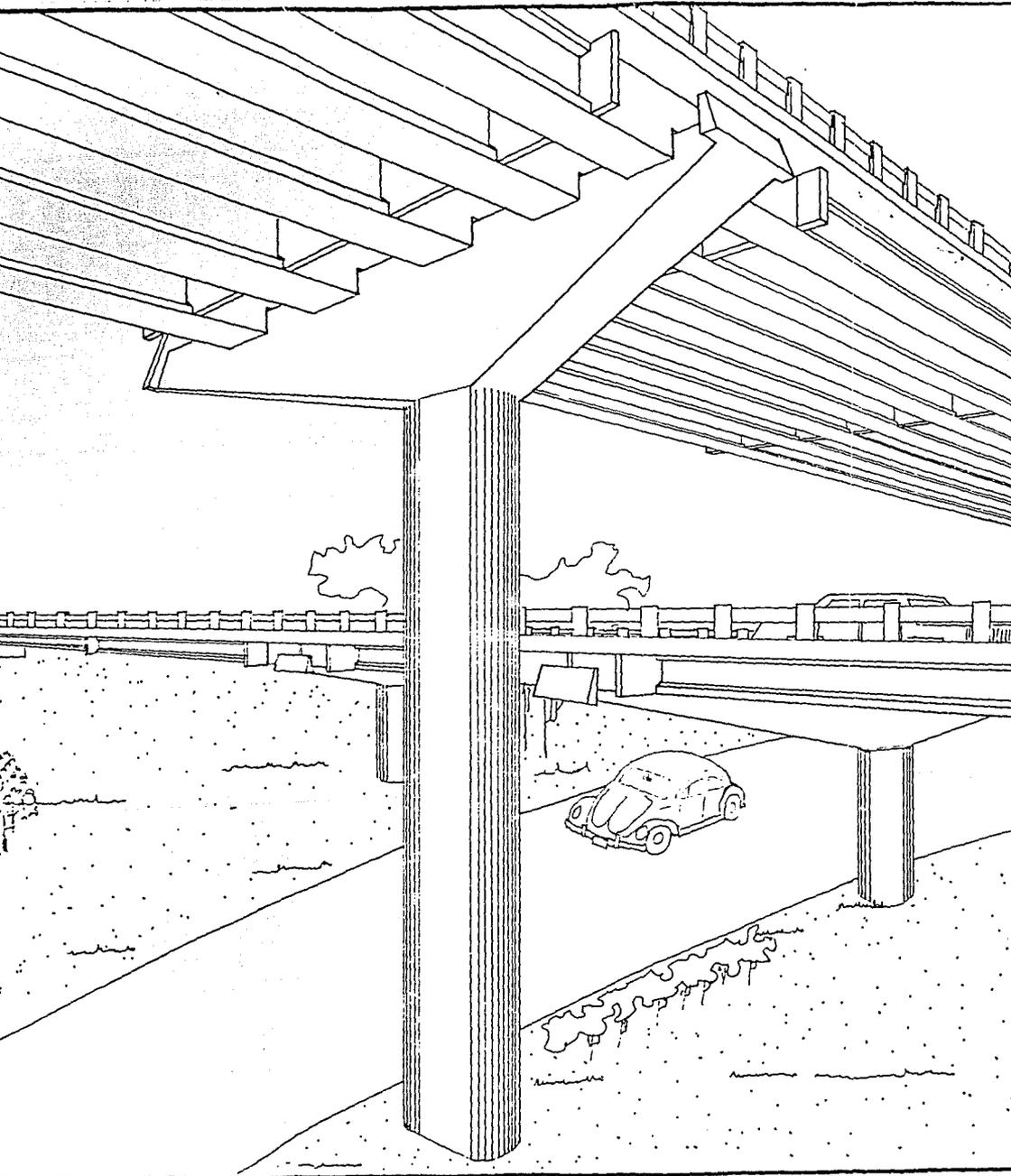
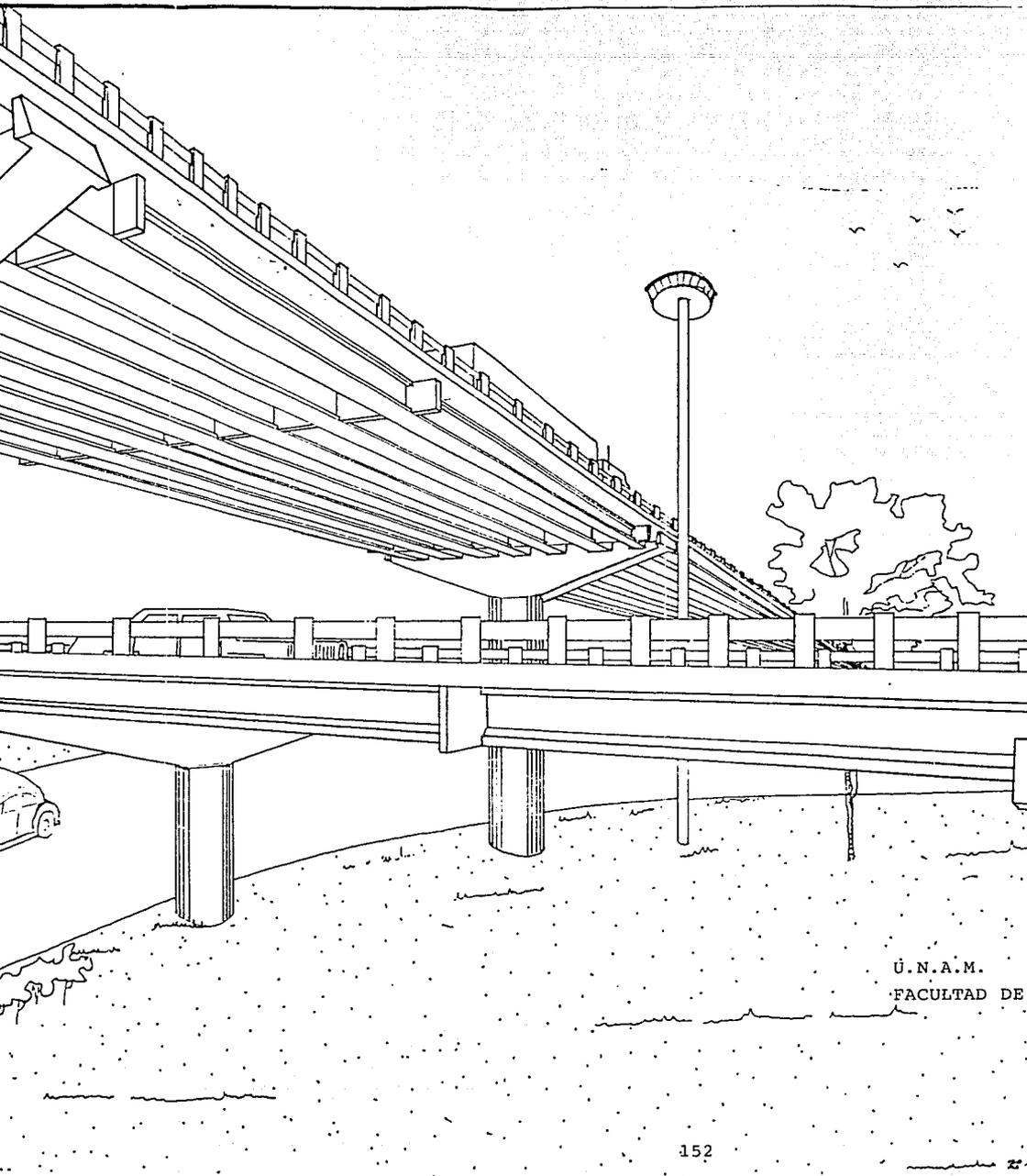


FIG. V.1.4.2.2 CORTE B-B' (CROQUIS V.1.4.2.2)





U.N.A.M.  
FACULTAD DE

#### V.1.5.1 LOSA DE PISO

La losa es el elemento estructural que recibe directamente las cargas móviles, así como las cargas permanentes de la carpeta asfáltica, el parapeto y la guarnición, además de su peso propio, su función es soportar dichas cargas y pasar estas acciones a las traveses principales.

La selección del tipo apropiado del sistema de piso de los puentes, quedó determinada por las siguientes consideraciones: calidad de la superficie de rodamiento, drenaje adecuado, peso del sistema de piso, tiempo de construcción requerido y costo total, incluyendo el de mantenimiento.

Para una mayor seguridad de los usuarios de los puentes se proyectaron las guarniciones a uno y otro lado de la calzada separando los parapetos de la misma, de manera que los conductores de los vehículos no tengan la impresión de peligro. Si sucede que un vehículo toca la guarnición instintivamente el conductor retira su vehículo y vuelve a su carril, evitando con esto que llegue hasta el parapeto. Según las especificaciones se considera prudente que cada guarnición tenga un ancho mínimo de 50 cms.

Dependiendo de los claros a salvar en los puentes en estudio, se llegó a la solución de dos tipos de losa de piso: losa tipo A para los claros de 19.70 metros; donde se tiene una losa de 20.00 m. de largo por 10.50 m. de ancho, esta losa se encuentra apoyada en cinco traveses principales, separadas entre ellas 1.95 m. a ejes, y consta además de dos volados en sus traveses principales extremas, estos volados tienen un ancho de 1.35 m. a ejes. En la losa tipo B, para los claros de 29.70 m. de largo, se tiene la losa de 30.00 m de largo por el mismo ancho que el tipo A, los volados en los extremos también son iguales al tipo A, la variación está en el número de traveses principales, ya que en este tipo son siete traveses y su separación a ejes es de 1.30 m. El espesor de la losa de piso queda definido en 20 cms., incluyendo la superficie de desgaste, que es de 2 cms., dicho espesor será igual en los dos tipos de losas. Ver figura V.1.5.1.1

En la intersección de dos losas irá una junta constructiva de acero. Esta junta absorberá los desplazamientos del sistema de piso ocasionados por los efectos de la variación de la temperatura.

Los puentes están proyectados para dos carriles de circulación en un solo sentido, por lo tanto a cada banda de circulación dentro de la calzada le corresponde un ancho de 4.00 m., con un acotamiento de 60 cms. El ancho de la guarnición y el parapeto será de 65 cm. Ver la figura V.1.5.1.1.

Por otro lado se tiene que el ancho mínimo necesario para la circulación de un vehículo es de 3.05 m., por lo tanto hay la posibilidad de tener en un momento dado tres vehículos dentro del ancho de la calzada.

El análisis de la losa en el sentido transversal del eje de los puentes, se realizó para dos y tres bandas. Las cargas de cada banda de circulación se aplicaron en varias posiciones dentro del ancho de la banda, siempre quedando las ruedas de los camiones cuando menos a 61 cm. del límite de su banda de circulación.

Para el análisis y diseño de la losa de piso se tomaron en cuenta las siguientes cargas:

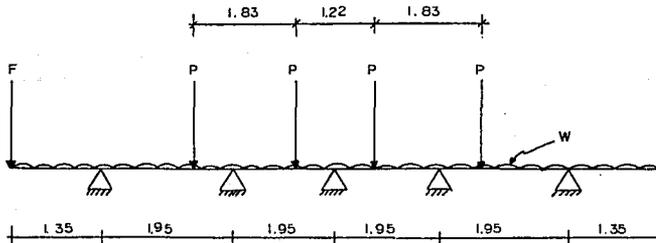
**a) CARGAS MUERTAS**

La carpeta asfáltica, peso de la losa, el parapeto y la guarnición. Para el análisis, estas cargas se suponen uniformemente distribuidas y actuando en un metro de ancho de la losa.

**b) CARGAS VIVAS**

Se usó la carga móvil tipo T3-S3 que corresponde a un tractor de tres ejes y un semiremolque también de tres ejes, ver la figura V.1.3.2.2. Para el diseño de la losa se usaron los ejes posteriores de 18,000 Kg., además de dos cargas de rueda de 9,000 Kg. espaciadas a 1.22 m. entre sí y seleccionando la que produzca efectos más desfavorables. En el caso de los voladizos se supondrá que el eje vertical del centro de la rueda queda a 30.5 cms. de la guarnición.

La siguiente figura muestra una combinación de cargas con la cual se obtienen los momentos flexionantes transversales en una losa tipo A.

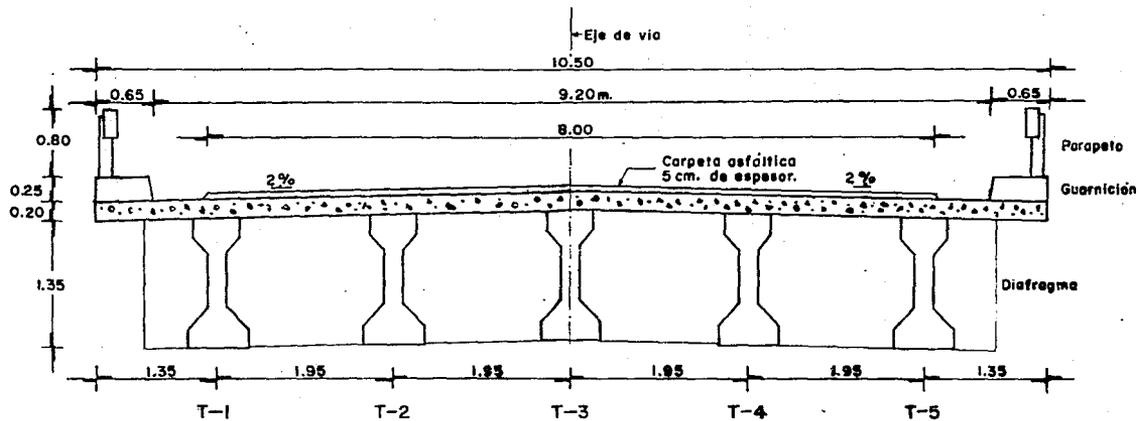


Donde:

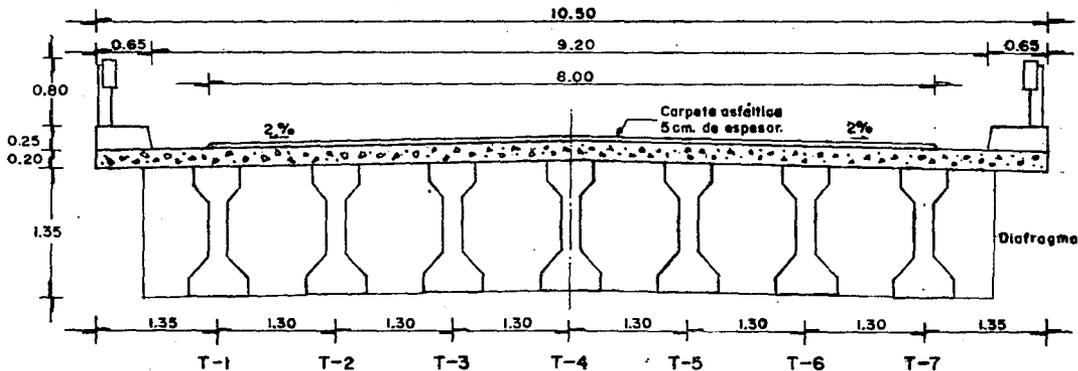
- p = carga de un semieje posterior del T3-S3
- w = carga lineal del peso de la losa y la carpeta asfáltica
- F = carga lineal del parapeto y la guarnición

Como se puede observar existen varias combinaciones de cargas P al estar variando la posición de estas dentro de la calzada. Por lo tanto en el proyecto se estudiaron las posiciones más críticas y con la envolvente de los momentos flexionantes se diseñó la losa.

Para el diseño de las losas se usó el método elástico, se consideró la losa continua trabajando en la dirección transversal al eje de los puentes.



TIPO A



TIPO B

FIG. V. I. 5.1.1 CORTES TRANSVERSALES DE LOSA Y TRABES  
ESC. 1:50

Con los momentos flexionantes de diseño, el espesor de la losa, la calidad de los materiales y las especificaciones de la AASHTO se obtuvieron: el acero principal transversal, el acero de distribución y el acero por temperatura.

Las losas fueron dimensionadas con los siguientes materiales:

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

#### V.1.5.2 TRABES PRINCIPALES.

La superestructura está resuelta en base a traveses postensados, en tramos libremente apoyados, por lo tanto su análisis fue isostático.

Se tienen dos tipos de traveses dependiendo del claro a salvar en los puentes: Traveses tipo A para los claros de 19.70 metros y los Traveses tipo B para los claros de 29.70 metros.

Los dos tipos de traveses llevarán la misma sección I tipo IV, la cual fue tomada del Manual AASHTO. En dicho manual existe una gran variedad de traveses de puente estándar. Las más comunes son los traveses estándar AASHTO, (ver fig. V.1.5.2.2) con peraltes que varían desde 71 hasta los 183 cm. Los tipos de traveses I a IV se describen mejor como vigas I asimétricas. El patín inferior grande sirve para tomar fuerzas del presfuerzo iniciales pesadas. Los claros para los tipos AASHTO I a IV varían desde más o menos 10 a 30 metros. Para claros mayores, hasta más o menos 42 metros, se pueden emplear las secciones AASHTO de los tipos V y VI.

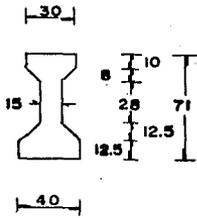
En la dirección principal (eje de los puentes) se desarrolla la acción compuesta entre los traveses principales postensados y la losa colada in situ, de tal manera que la losa proporciona la parte del área a compresión necesaria en los estados de carga de servicio y sobrecargado.

Los traveses principales tienen la función de resistir y transmitir a los apoyos de neopreno las cargas vivas y accidentales, así como su peso propio y las cargas permanentes de la superestructura.

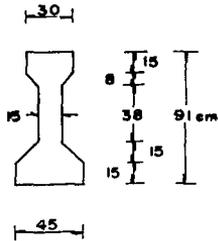
Para el análisis y diseño de los dos tipos de traveses intervinieron las siguientes acciones:

- a) Cargas permanentes.
- b) Carga móvil más impacto.
- c) Viento sobre la superestructura, transversal y longitudinal.
- d) Carga por arranque y frenaje.
- e) Fuerza centrífuga.
- f) Viento sobre la carga viva en sentido normal y paralelo al puente.
- g) Carga por cambios de temperatura.

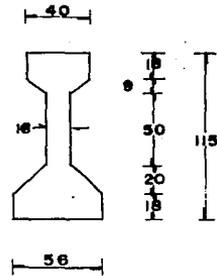
La carga viva considerada en el análisis fue la carga tipo T3-S3, (ver fig. V.1.3.2.2.), esta carga se ubicó en los claros de los puentes de



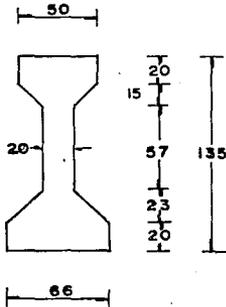
TIPO I  
10 a 13 m.



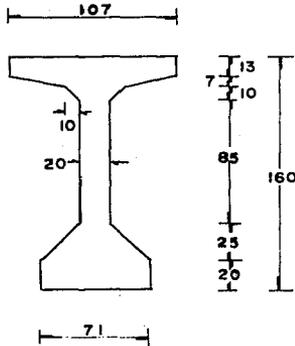
TIPO II  
12 a 15 m.



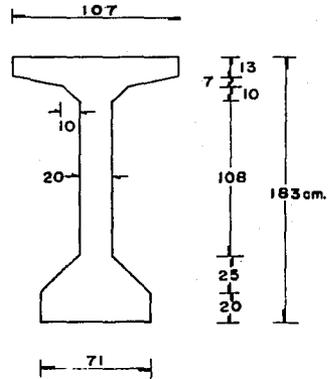
TIPO III  
16 a 24 m.



TIPO IV  
21 a 30 m.



TIPO V  
27 a 36 m.



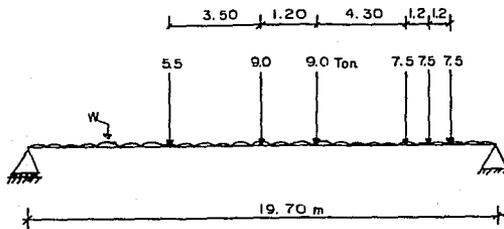
TIPO VI  
33 a 42 m.

PROPIEDADES DE SECCION DE LAS TRABES DE PUENTE AASHTO.	TIPO	h cm.	A cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	y <sub>c</sub> cm.	y <sub>s</sub> cm.	r cm <sup>2</sup>	W <sub>o</sub> Kg/m.
I	I	71	1780	946926	32	39	529	429
II	II	91	2380	2121906	40	51	890	572
III	III	115	3612	5219126	52	63	1445	868
IV	IV	135	5090	10852859	62	73	2129	1224
V	V	160	6535	21693149	81	79	3316	1570
VI	VI	183	7000	30523082	92	91	4361	1682

FIGURA V. I.5.2.2

tal forma que provocara los efectos más desfavorables en la trabe y mediante líneas de influencia se obtuvieron en las secciones más críticas del claro los valores máximos de la envolvente de momentos flexionantes y fuerza cortante.

La siguiente figura nos muestra una posible posición de la carga tipo T3-S3 en una trabe tipo A intermedia.



Donde:

$W$  = peso lineal de trabe más el peso lineal tributario de losa y carpeta asfáltica.

En el análisis del sistema de piso no se tomó en cuenta los efectos de las fuerzas sísmicas debido a que los miembros de la cubierta se ven apenas afectados por los esfuerzos sísmicos.

Los movimientos sísmicos de la superestructura (sistema de piso) en el sentido longitudinal son detenidos por los cabezales y en el sentido transversal es detenido por los topes antisísmicos ubicados en los costados de los cabezales y de los caballetes.

El criterio de diseño para momento flexionante se planteó con base en la determinación de la capacidad última del elemento y una revisión elástica.

El diseño por cortante se hizo por el criterio de resistencia última y se reforzaron los nervios de la trabe con estribos verticales.

Se tomaron precauciones especiales para evitar el deslizamiento longitudinal entre los componentes. Esto requirió que la parte superior de la unidad postensada se dejara con un escobillado rugoso mínimo de 6 mm., y que los estribos verticales colocados en la unidad postensada para el refuerzo convencional por cortante sean prolongados dentro de la losa para aumentar más la trabazón entre las partes.

Los extremos de las vigas fueron analizados y diseñados para soportar las concentraciones de esfuerzos ocasionados por la transferencia de las fuerzas del postensado a la trabe, así como por las reacciones de los apoyos de neopreno.

Una vez que se han colocado las trabes principales en su posición final, éstas proporcionarán apoyo temporal a la cimbra usada para colar la losa de piso y las trabes diafragma.

Etapas de carga consideradas en el diseño:

#### PRIMERA ETAPA

Carga por izaje.- La trabe podrá ser izada en cualquier punto, siempre y cuando éste se localice dentro de la zona marcada para dicho proceso de carga, el sistema de izaje que se utilizará, será tal que no produzca pandeo lateral o cualquier otro efecto desfavorable para las trabes. En esta etapa la trabe se analizó por peso propio, como una viga en doble voladizo y trabajando en sección simple.

#### SEGUNDA ETAPA

En esta etapa las trabes se encontrarán ya en su posición final, soportando su peso propio y el peso del área tributaria de losa que les corresponde. Aquí también las trabes trabajarán como sección simple.

#### TERCERA ETAPA

Una vez que la losa ha adquirido su resistencia, las trabes trabajarán en conjunto con la losa, dando una sección compuesta, la cual soportará las cargas de servicio y las sobrecargas que lleguen a presentarse en su vida útil.

#### DATOS GENERALES DE LAS TRABES Y PROCESO DE TENSADO

##### 1) TRABES PRINCIPALES TIPO A

Calidad de los materiales.

Acero de prefuerzo L.R. = 18,900 Kg/cm<sup>2</sup>

Se utilizarán cables de baja relajación 3.5% después de 1000 horas.

Todos los cables se tensarán por un extremo.

Concreto  $f'c = 350$  Kg/cm<sup>2</sup>

Acero de refuerzo  $f_y = 4,200$  Kg/cm<sup>2</sup>

Placas de acero estructural A-36

Soldaduras de electrodos serie Exx-60

Orden de tensado: (se presentan dos alternativas de tensado)

##### Alternativa A

a) Cuando el concreto de las trabes haya alcanzado una resistencia de 200 Kg/cm<sup>2</sup> se tensarán los cables 1 y 2 simultáneamente a 14,800 Kg/cm<sup>2</sup>.

### Alternativa B

- a) Se tensarán los cables 1 y 2 simultáneamente a 8,500 Kg/cm<sup>2</sup>, cuando el concreto alcance una resistencia mínima de 150 Kg/cm<sup>2</sup>, dejando las puntas de los cables para efectuar retensado.
- b) Se retensarán los cables 1 y 2 simultáneamente a 14,800 Kg/cm<sup>2</sup> cuando el concreto de las trabes haya alcanzado una resistencia de 300 Kg/cm<sup>2</sup>.

Las figuras V.1.5.2.3 y V.1.5.2.4 muestran el diseño final de las trabes tipo A.

### 2) TRABES PRINCIPALES TIPO B

Calidad de los materiales.

Acero de presfuerzo L.R. = 18,900 Kg/cm<sup>2</sup>  
Se utilizarán cables de baja relajación 3.5% después de 1000 horas.  
Todos los cables se tensarán por un extremo.  
Concreto f'c = 400 Kg/cm<sup>2</sup>  
Acero de refuerzo fy = 4,200 Kg/cm<sup>2</sup>  
Placas de acero estructural A-36  
Soldaduras de electrodos serie Exx-60

Orden de tensado

### 1) Cables 1 y 2 (se presentan dos alternativas)

Alternativa A

Cuando el concreto de las trabes haya alcanzado una resistencia de 300 Kg/cm<sup>2</sup> se tensarán los cables 1 y 2 simultáneamente a 15,100 Kg/cm<sup>2</sup>.

Alternativa B

- a) Se tensarán los cables 1 y 2 simultáneamente a 9,000 Kg/cm<sup>2</sup>, cuando el concreto alcance una resistencia mínima de 150 Kg/cm<sup>2</sup> dejando las puntas de los cables para efectuar retensado.
- b) Se retensarán los cables 1 y 2 simultáneamente hasta alcanzar 15,100 Kg/cm<sup>2</sup> cuando el concreto de las trabes haya alcanzado una resistencia mínima de 300 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 2) Cables 3 y 4

Se tensarán los cables 3 y 4 a 9,000 Kg/cm<sup>2</sup> cuando el concreto de la losa tenga una resistencia mayor de 200 Kg/cm<sup>2</sup>.

Las figuras V.1.5.2.5 y V.1.5.2.6 muestran el diseño final de las trabes tipo B.

### DISPOSITIVOS DE APOYO

Para recibir las trabes en los cabezales, se emplearon apoyos de neopreno reforzados con láminas de acero, el apoyo es un elemento metálico en el cual se confina el neopreno que se calcula considerándolo como un líquido de manera que funciona como tal, lo que da bastante movilidad al apoyo cuando está diseñado como móvil, cuando el apoyo es fijo tiene otras características pero gira alrededor del neopreno.

El tipo de anclaje usado para tensar los torones será freyssinet, el cual se muestra en la figura V.1.5.2.1:

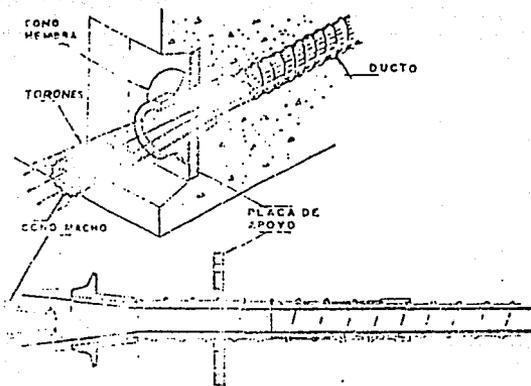
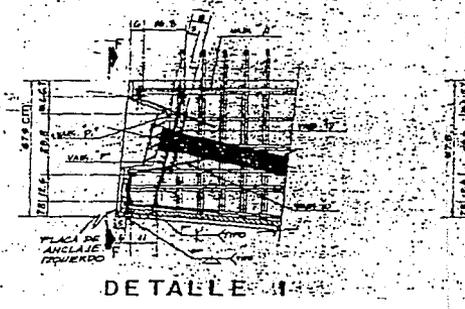
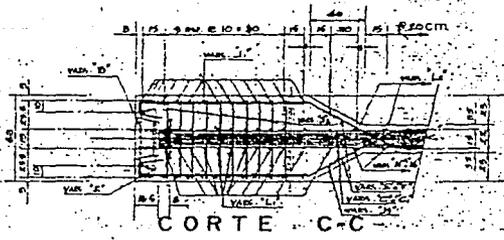
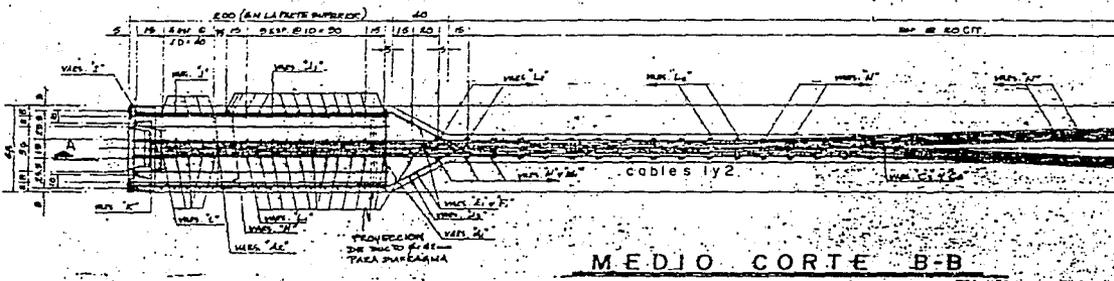
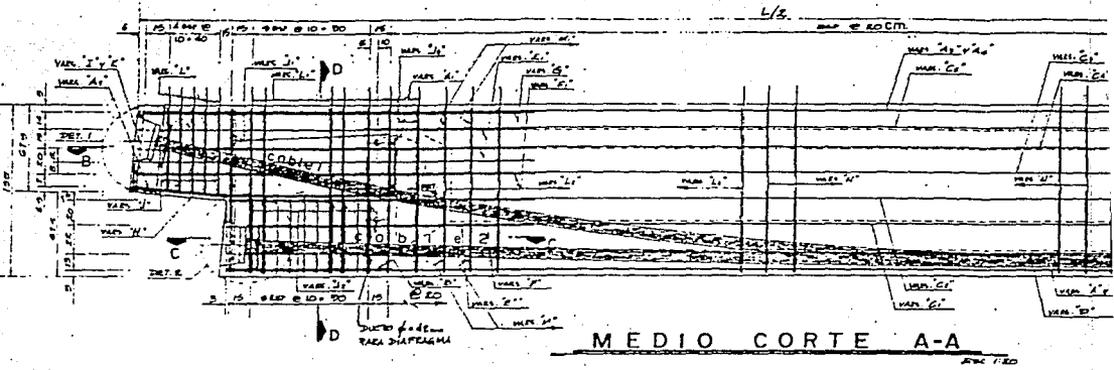


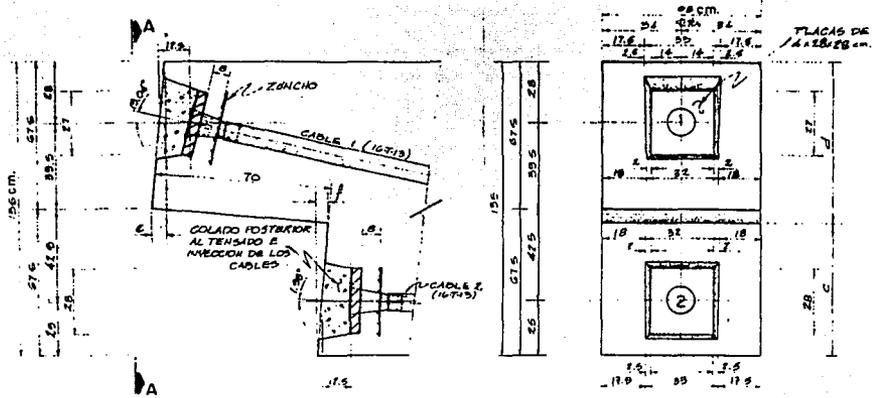
FIG. V.1.5.2.1



TRABES PRINCIPALES TIPO A

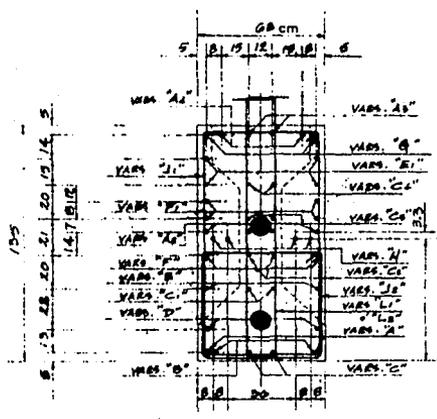
FIGURA V.1.5.2.3



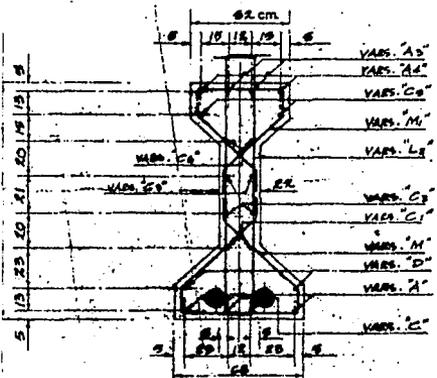


DETALLE 1y2

VISTA A-A



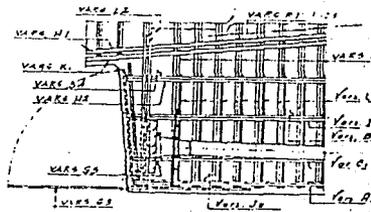
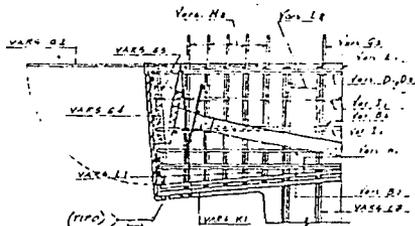
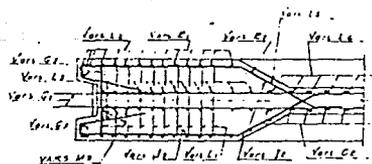
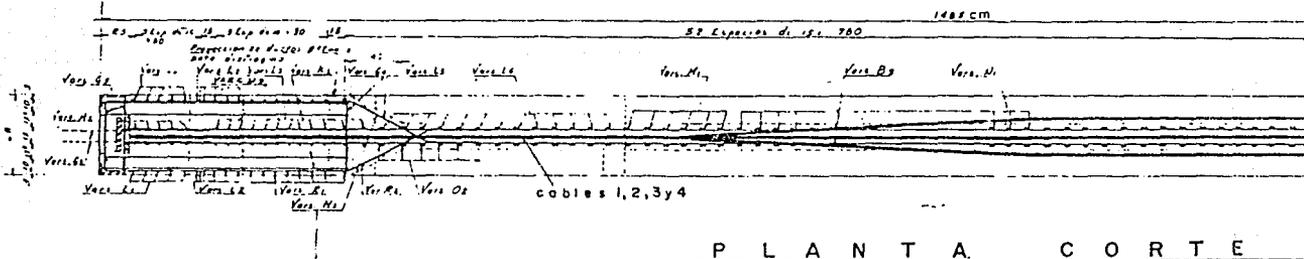
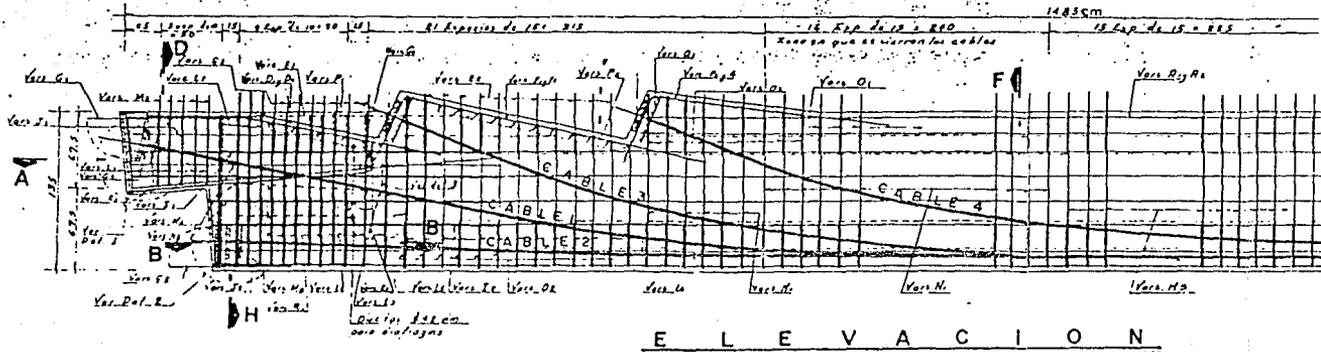
CORTE D-D



CORTE E-E

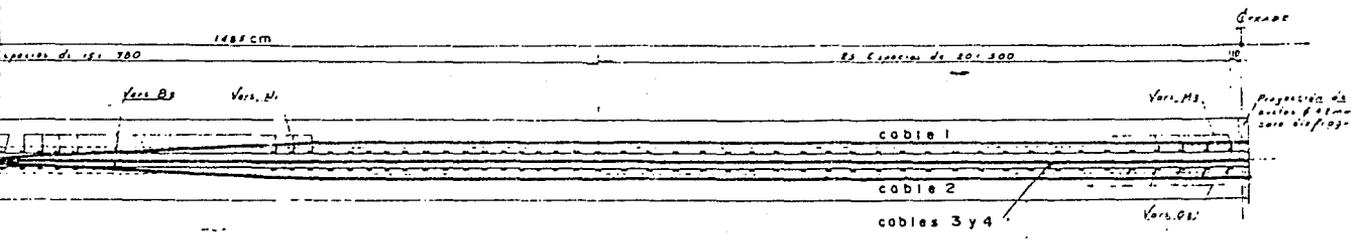
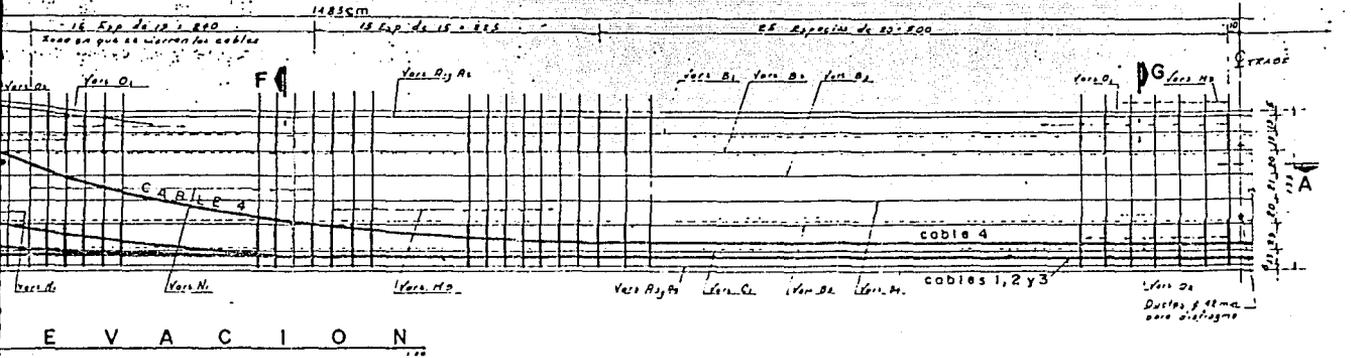
TRABES PRINCIPALES TIPO A

FIGURA V.1.5.2.4

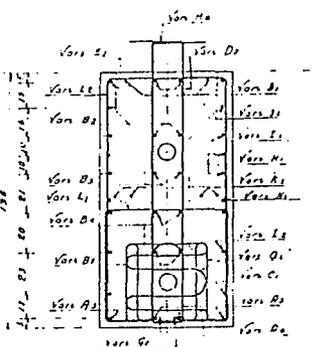
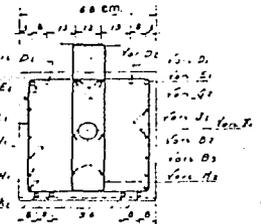
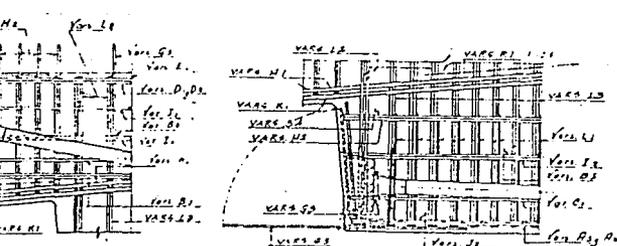


TRABES PRINCIPALES TIPO

FIGURA N.1.5.2.5

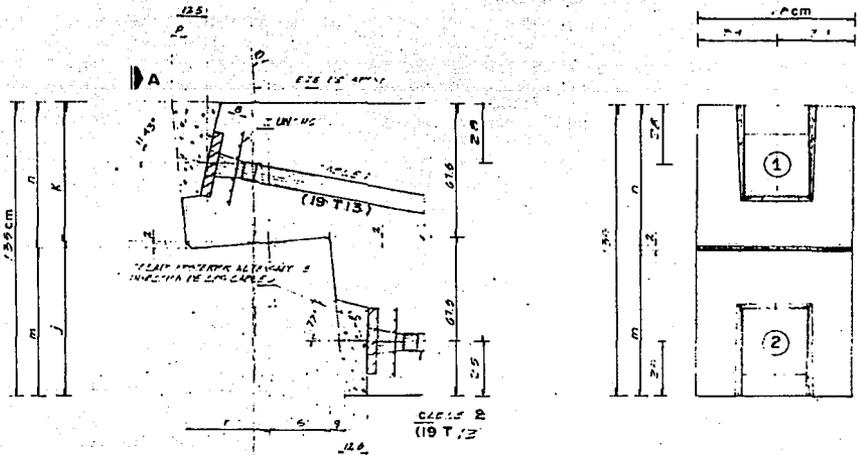


PLANTA CORTE A-A

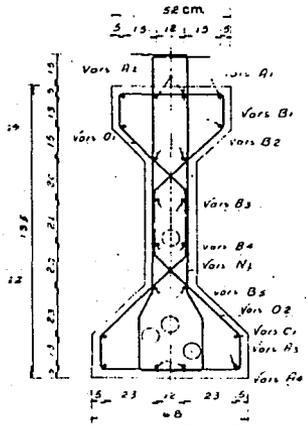


ABES PRINCIPALES TIPO B

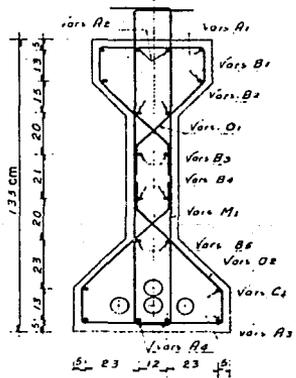
FIGURA 'V.1.5.2.5



DETALLE 1y2 VISTA A.



CORTE-F



CORTE G

TRABES PRINCIPALES TIPO B

FIGURA V.1.5.2.6

### V.1.5.3.- TRABES DIAFRAGMA

Las traves diafragma van en el sentido perpendicular a las traves principales y tienen como función hacer más eficiente el comportamiento del sistema de piso, uniformizando los desplazamientos de las traves principales, así como de darles una resistencia mayor a la torsión, además de hacer más rígido el sistema de piso.

Para los puentes en estudio se llegó a la solución de colocar tres traves diafragma postensadas por claro, tanto para las traves principales tipo A como las del tipo B. Estas se colocarán una a cada extremo de los claros de los puentes y la otra al centro. Ver figura V.1.5.3.1.

Las traves diafragma se prolongarán hacia afuera de las traves extremas principales, para ayudar a resistir el momento y la fuerza cortante producida en el voladizo por las cargas de las ruedas, el peso de la losa, la guarnición y el parapeto.

Estos diafragmas se analizaron en conjunto con las traves principales, como una retícula apoyada sobre las placas de neopreno y sujetas al peso propio, cargas adicionales y de la carga móvil de diseño en diferentes posiciones. Con la envolvente de los elementos mecánicos obtenidos de este análisis, se diseñaron estos elementos estructurales.

Después de haber sido colocadas las 5 o 7 traves principales, se procederá a colocar la cimbra y el armado de refuerzo de las traves diafragma, dejando los conductos para el postensado.

Cuando el concreto de estas traves alcance una resistencia de 300 Kg/cm<sup>2</sup> se tensarán los cables de los diafragmas simultáneamente.

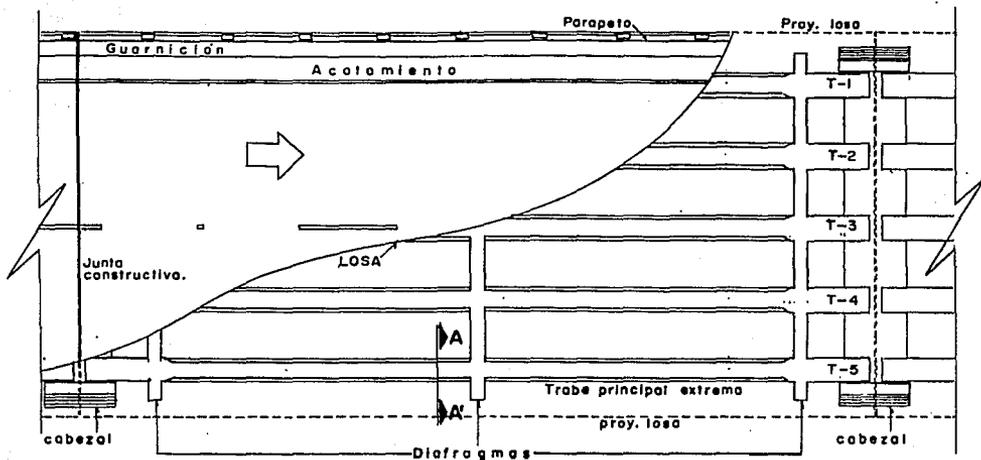
Todos los cables se tensarán por un extremo.

La calidad de los cables es la misma que la de las traves principales.

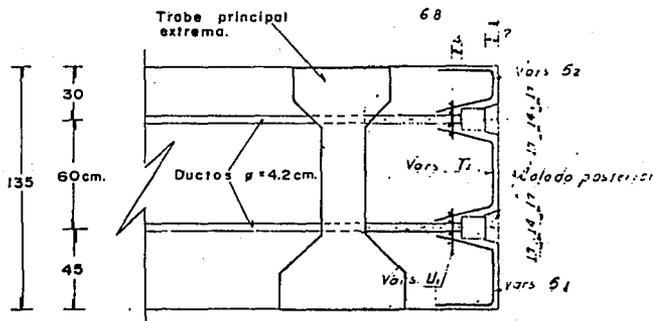
En la figura V.1.5.3.1 se muestra un detalle de uno de los extremos de una trave diafragma, este detalle también muestra la posición de los ductos del postensado.

### V.1.5.4.- CABALLETES

Los caballetes son las estructuras que tendrán por objeto transmitir al terreno las cargas que reciben de los tramos extremos de los puentes, así como resistir las fuerzas sísmicas que pudieran presentarse durante la vida útil de la estructura. En estas estructuras no se presentarán empujes de los terraplenes de acceso, ya que estos elementos serán tomados con tierra armada.



PLANTA DEL SISTEMA DE PISO  
LOSA Y TRABES TIPO A



CORTE A-A' (DETALLE DE DIAFRAGMA PARA TRABES EXTREMAS)

TRABES DIAFRAGMA

FIGURA V.1.5.3.1

#### **Partes principales del caballete:**

- 1) **Cabezal o corona:** es la parte que recibe directamente la carga de la superestructura o sistema de piso para transmitirla al cuerpo del caballete.
- 2) **Cuerpo:** su función principal es la de ligar y transmitir las cargas del cabezal a la zapata.
- 3) **Zapata:** transmite las cargas al terreno de manera que no sobrepasen el esfuerzo admisible de éste.

Los caballetes en estudio están formados en su cuerpo por cuatro columnas, ligadas en su parte superior por un cabezal recto y en la parte inferior por una zapata continua. Ver figura V.1.5.4.1

#### **FUERZAS ACTUANTES**

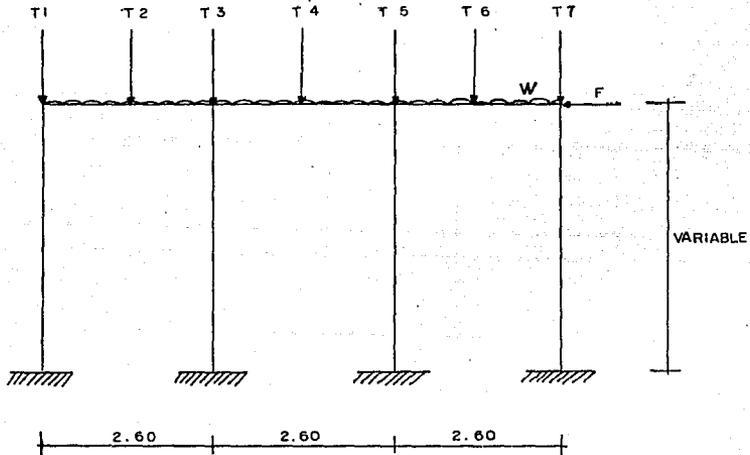
Las fuerzas que deberán ser soportadas por cualquier plano horizontal del caballete son las siguientes:

- 1) **Fuerzas verticales**
  - a) Carga muerta del sistema de piso
  - b) Carga móvil del sistema de piso
  - c) Carga por impacto
  - d) Peso propio del caballete arriba del plano considerado
- 2) **Fuerzas laterales**
  - a) Presión debido al viento normal sobre la superestructura
  - b) Presión debido al viento normal sobre la carga móvil
  - c) Fuerza sísmica
- 3) **Fuerzas longitudinales**
  - a) Arranque y frenaje
  - b) Carga por variaciones de temperatura
  - c) Fuerza sísmica

#### **ANÁLISIS DEL CABALLETE**

Para el análisis del caballete se idealizó como un marco empotrado en la cimentación y sujeto a una serie de acciones externas. Con los elementos mecánicos obtenidos en este análisis se realizó el diseño del caballete.

Para analizar el marco en el sentido transversal del puente se propuso el siguiente modelo analítico:



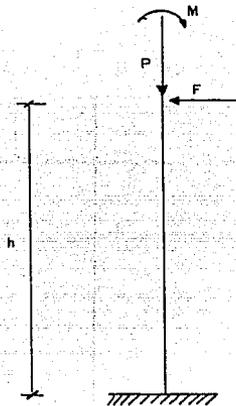
Donde:

T-1 a T-7 = Cargas transmitidas por las traves principales al cabezal del caballete.

w = Peso lineal del cabezal y de su diafragma

F = Fuerza sísmica aplicada en las dos direcciones

Para el modelo analítico longitudinal, las columnas del caballete fueron analizadas como empotradas en la zapata y con una cierta excentricidad accidental, ver la siguiente figura:



Donde:

$P$  = Carga axial canalizada por la columna  
 $M$  = Momento por excentricidad y carga accidental  
 $h$  = Altura de la columna  
 $F$  = Fuerza sismica

En la figura V.1.5.4.2 muestra el diseño final del caballete en el sentido longitudinal.

Por ser la superestructura un tablero rígido isostático tendrá cierto movimiento en el sentido perpendicular al momento de presentarse un sismo fuerte, este movimiento será impedido por medio de unos topes antisísmicos en los extremos del cabezal. Ver figura V.1.5.4.2. Los topes antisísmicos fueron diseñados de acuerdo a la magnitud de la fuerza sismica máxima esperada que se presentará en los cabezales de los puentes.

La calidad de los materiales empleados en los diferentes elementos estructurales de los caballetes, fueron los siguientes:

concreto  $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$   
acero de refuerzo  $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$





#### V.1.5.5.- PILAS

Las pilas son las estructuras de los puentes que reciben la acción de dos tramos de la superestructura y tienen como función el transmitir las cargas al terreno y repartirlas en tal forma que no excedan al esfuerzo admisible del terreno.

##### Elementos de una pila:

- 1) **Cabezal:** es la parte que recibe directamente la carga de la superestructura para transmitirla al cuerpo.
- 2) **Cuerpo:** su función principal es la de ligar y transmitir las cargas del cabezal a la zapata.
- 3) **Zapata:** transmite las cargas al terreno de manera que no sobrepasen los esfuerzos permisibles de éste.

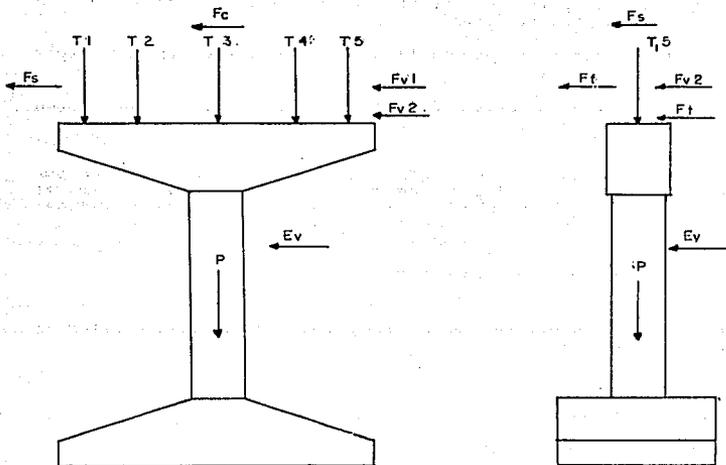
Las pilas de los puentes en estudio están formadas en su cuerpo por columnas redondas u oblongas, ligadas en su parte superior con un cabezal en doble volado y en la parte inferior con una zapata rectangular aislada.

##### FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE LAS PILAS

Las fuerzas que deberán ser soportadas por cualquier plano horizontal de una pila son las siguientes:

- 1) **Fuerzas verticales**
  - a) Carga muerta del sistema de piso
  - b) Carga móvil
  - c) Carga por impacto
  - d) Peso propio de la pila del plano considerado
- 2) **Fuerzas laterales**
  - a) Presión debida al viento normal sobre la superestructura
  - b) Presión debida al viento normal sobre la carga móvil
  - c) Presión debida al viento sobre la pila
  - d) Carga por variación de temperatura
  - e) Fuerza sísmica
  - f) Fuerza centrífuga para los casos de pilas en curva
- 3) **Fuerzas longitudinales**
  - a) arranque y frenaje
  - b) Cargas por variaciones de temperatura
  - c) Fuerza sísmica

La siguiente figura muestra un esquema de una pila con las diferentes fuerzas que intervienen en su análisis de cargas:



FRENTE

VISTA LATERAL

Donde:

- T-1 a T-5 = Peso de la superestructura más carga móvil e impacto
- P = Peso propio de la pila
- $F_c$  = Fuerza centrífuga
- $F_f$  = Fuerza de arranque o frenaje
- $F_s$  = Fuerza sísmica
- $F_t$  = Fuerza por temperatura
- $F_{v1}$  = Fuerza del viento sobre la superestructura
- $F_{v2}$  = Fuerza del viento sobre la carga móvil
- $E_v$  = Empuje del viento sobre la pila

Se hace notar que en el análisis no se tomaron en cuenta todas las fuerzas mencionadas anteriormente, ya que es nula o muy pequeña la probabilidad de que todas actúen al mismo tiempo. Para el análisis de los puentes se tomaron las siguientes combinaciones de carga: carga permanente, carga móvil más impacto y sismo; carga permanente, carga móvil más impacto y viento, resultando mayor la primera combinación, por lo tanto fue lo que rigió el diseño de las pilas. En las pilas curvas además de las anteriores cargas, intervino la acción de la fuerza centrífuga.

Como los elementos estructurales de las pilas tienen dimensiones relativamente grandes, en el diseño del acero de refuerzo, además de dimensionar el acero para soportar los elementos mecánicos de diseño, se dimensionó el acero por separación mínima entre varillas, así como el porcentaje de acero por temperatura.

Los elementos estructurales de las pilas fueron diseñados con la teoría elástica, aplicando las normas técnicas complementarias del D.D.F. en la parte correspondiente a concreto reforzado y a las especificaciones del ACI.

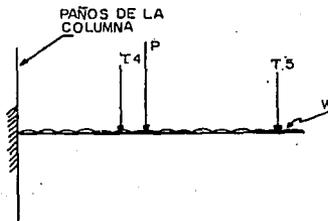
La calidad de los materiales a usar en estos elementos es en el concreto una  $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$  y en el acero  $fy = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LAS PILAS

##### 1) CABEZALES

Estos elementos estructurales deben tener la capacidad de soportar las cargas de la superestructura, su peso propio y los impactos ocasionados por la superestructura debido a un fuerte sismo, además de las fuerzas de arranque y frenaje, así como las fuerzas por temperatura que se desarrollan en los apoyos de neopreno.

La siguiente figura nos muestra un modelo analítico de uno de los volados del cabezal.

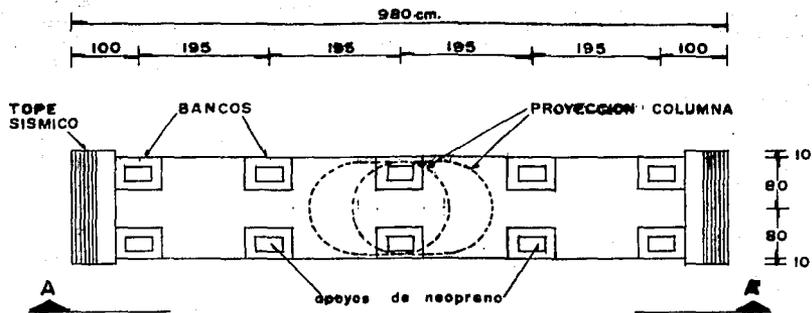


Donde:

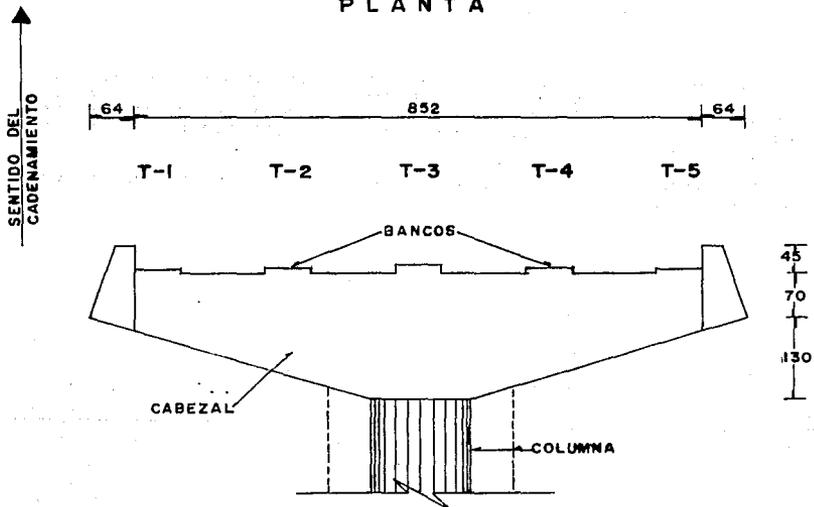
T-4 , T-5 = Cargas permanentes que las traveses principales transmiten a los cabezales

P = Carga por carril debida a la carga móvil más el impacto

W = Peso de la viga



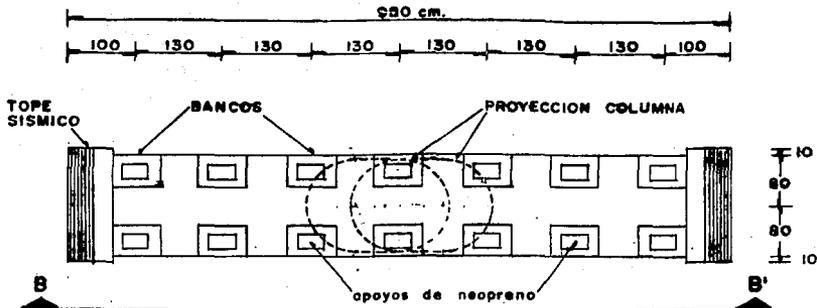
PLANTA



VISTA A-A' ELEVACION

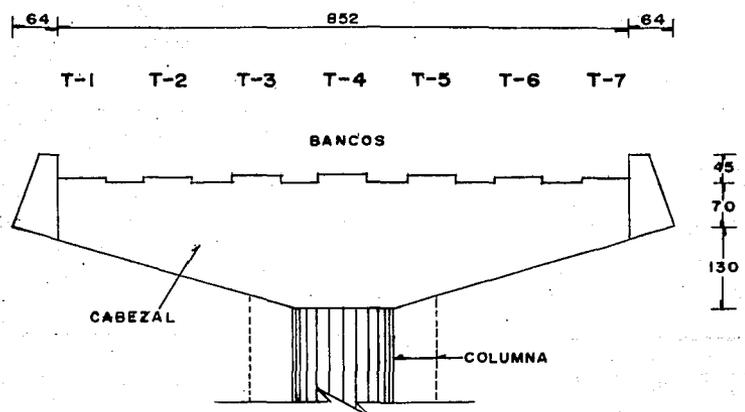
CABEZAL TIPO I-A

FIGURA V.1.5.1



PLANTA

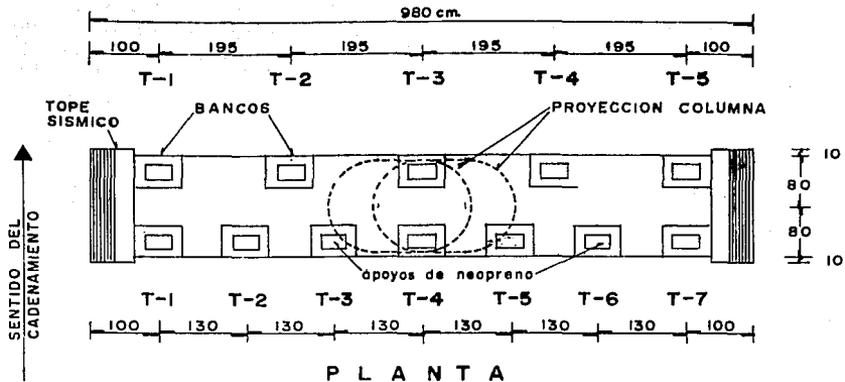
SENTIDO DEL CADENAMIENTO



VISTA B-B' ELEVACION

CABEZAL TIPO I-B

FIGURA V.1.5.5.2



CABEZAL TIPO I-C

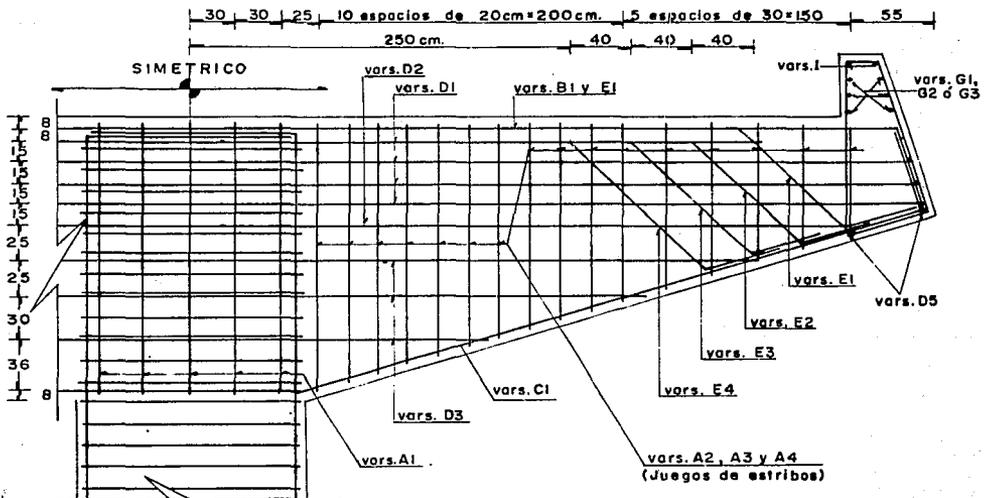
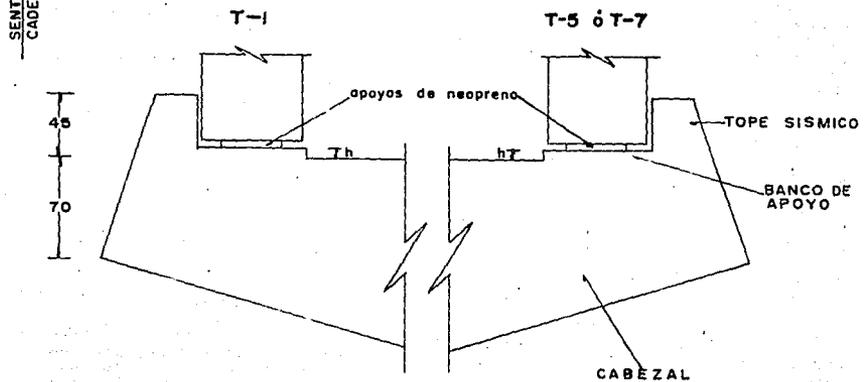
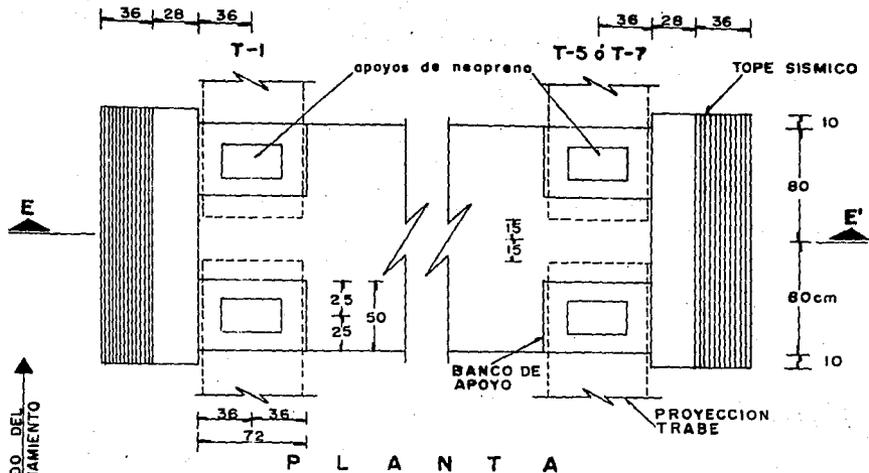


FIGURA V.1.5.5.3



DETALLE DE TOPES SISMICOS Y BANCOS

FIGURA V.1.5.5.4

La viga en voladizo se diseñó para los esfuerzos que se presenten en el paño de la columna. Como tanto el momento flexionante como el cortante máximos ocurren simultáneamente en esta sección, se investigó los esfuerzos principales de tensión. También se revisó en la parte inferior del paño de la columna los esfuerzos de compresión.

En los extremos de los cabezales se colocaron topes antisísmicos para los efectos del desplazamiento de la superestructura en el sentido transversal, ver las figuras V.1.5.5.3 y V.1.5.5.4

Todos los cabezales de las pilas de los puentes son iguales, la única variante está en las traves principales que llegan a ellos por ambos lados, para esta variante hay tres tipos de apoyos de las traves principales: 1-A, 1-B y 1-C, ver las figuras V.1.5.5.1, V.1.5.5.2 y V.1.5.5.3 respectivamente.

La forma en que se apoyaron las traves principales en los cabezales se puede observar con mayor detalle en la figura V.1.5.5.4, en ésta misma se muestran además los topes sísmicos de los cabezales.

## 2) COLUMNAS

Para el análisis y diseño de las columnas se consideró a éstas como un péndulo invertido, ya que más del 50% de su masa está concentrada en el extremo superior y basta la formación de una sola articulación plástica en la columna para producir el colapso, lo que hace que sea una estructura vulnerable a los efectos sísmicos.

El análisis sísmico de las pilas, idealizadas como un péndulo invertido, se realizó empleando el método estático establecido por las normas técnicas complementarias del reglamento de construcción para el Distrito Federal. Para éste análisis se tomó en cuenta el efecto que la inercia rotacional de la masa superior induce en la columna. De acuerdo con la ubicación, destino y tipo de la estructura, le correspondió un coeficiente sísmico de 0.04 en ambas direcciones.

Para el cálculo de la fuerza sísmica se utilizó la siguiente expresión:

$$F = CW$$

Donde:

C = Coeficiente sísmico

W = Peso del cabezal más el peso que descargan en él las traves principales.

Los efectos correspondientes de los sismos, como son la fuerza cortante y el momento flexionante se combinaron con los producidos por las cargas móviles y permanentes. Dicha combinación se hizo sumando vectorialmente los efectos de las cargas móviles y permanentes, los que resultaron al actuar el sismo en una dirección, más el 50% de los de la otra dirección de análisis.

Se analizaron varias combinaciones de cargas, resultando la más crítica la combinación de carga permanente, carga viva y sismos, además en los tramos curvos se sumó a esta combinación la fuerza centrífuga. De acuerdo con los resultados de los análisis de carga permanente, viva y sismo, la columna se diseñó para la acción combinada de carga axial y flexión en dos direcciones y fuerza cortante.

Se tomó como sección crítica la del desplante de la columna ya que en ella actúan los mayores efectos de flexión.

Por ser una columna en voladizo, se tomó en cuenta el incremento de momento flexionante por efecto de esbeltez y excentricidad accidental conforme se especifica en el reglamento.

Debido a que los puentes se encuentran en dos niveles y además de que hay tramos en curva se analizaron algunas columnas de acuerdo a su altura y a las cargas que actuarán sobre ellas y al desarrollo del proceso constructivo, llegándose al diseño de tres tipos de columnas que van a la par cada una de estas columnas con sus respectivas zapatas, como se puede ver en las figuras V.1.5.5.5, V.1.5.5.6 y V.1.5.5.7.

### 3) ZAPATAS

La cimentación es de tipo superficial a base de zapatas rectangulares aisladas, el desplante de ellas es en promedio de 2.25 m.

La capacidad de carga admisible del suelo para fines de diseño es de 40 Ton/m<sup>2</sup>, por ser un terreno tipo areno-arcilloso muy compacto.

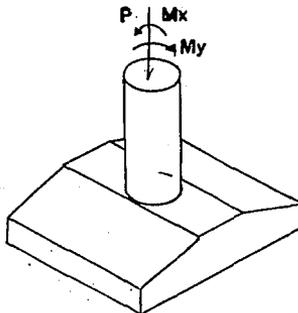
Las dimensiones de las zapatas se obtuvieron en función del tipo de suelo y de las cargas permanentes y accidentales que deberán soportar, además de la facilidad del proceso constructivo.

El espesor de las zapatas se diseñó para evitar la penetración de la columna bajo carga axial y momento flexionante en las dos direcciones de análisis, por el criterio elástico y, para evitar la falla de las zapatas por tensión diagonal, como si fuera viga ancha.

Para el proceso de diseño se realizaron los siguientes pasos:

- a) Dimensionamiento de la zapata.
- b) Revisión del peralte por penetración y tensión diagonal.
- c) Revisión del peralte por cortante como viga.
- d) Obtención del refuerzo por flexión.

En el siguiente esquema se visualizan las acciones que actúan en las zapatas:

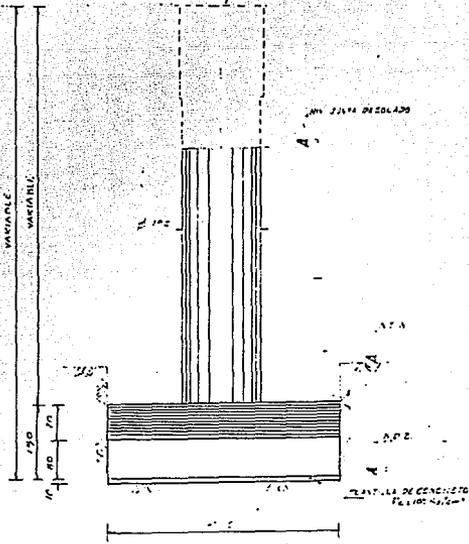


Donde:

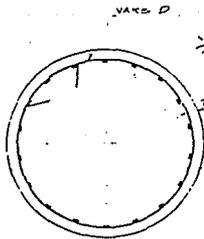
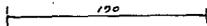
- p = Carga axial
- Mx = Momento flexionante en la dirección longitudinal.
- My = Momento flexionante en la dirección transversal.

Finalmente se llegó al diseño de tres tipos de zapatas que van a la par con sus respectivas columnas, como ya se mencionó anteriormente. Ver figs. V.1.5.5.5, V.1.5.5.6 y V.1.5.5.7.

B VEF CADENZA



VISTA A

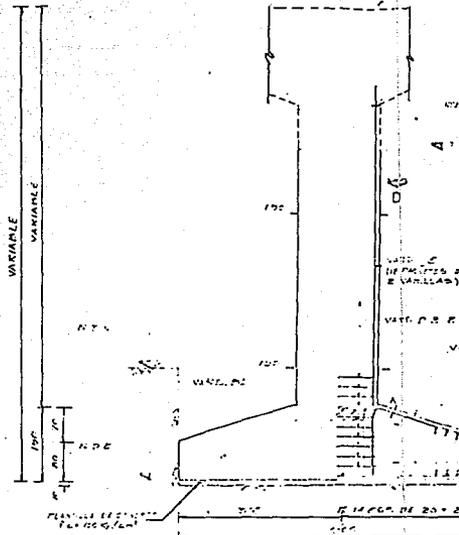


CORTE D

SIMETRICO SIMETRICO

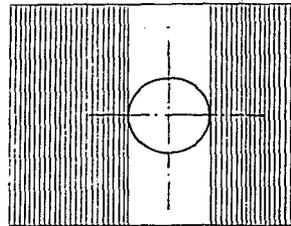
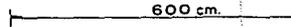
A

C



GEOMETRIA REFUERZO

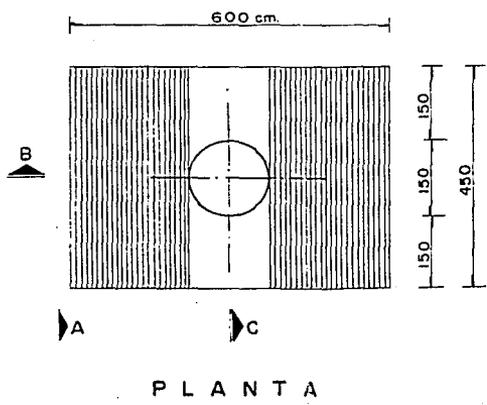
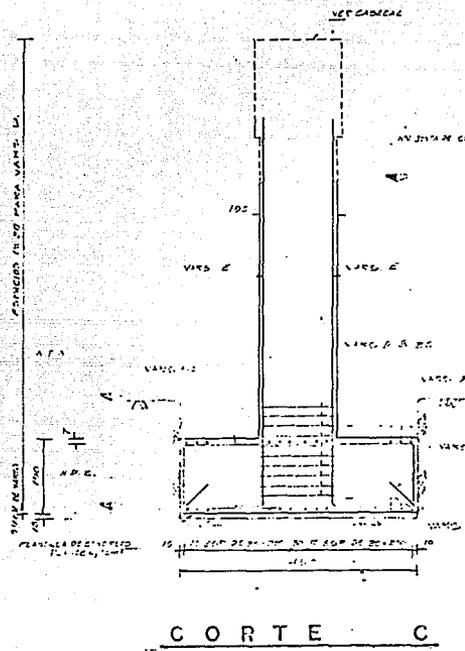
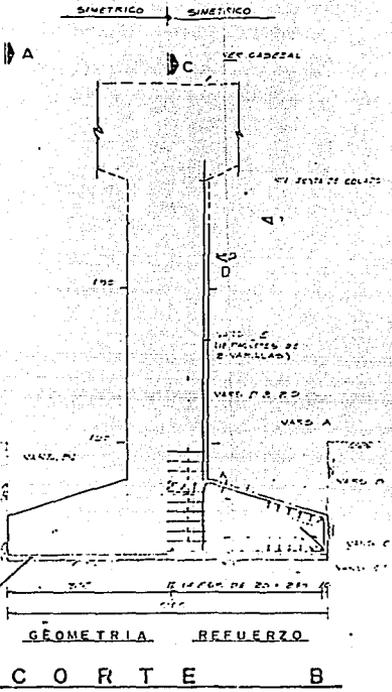
CORTE



A

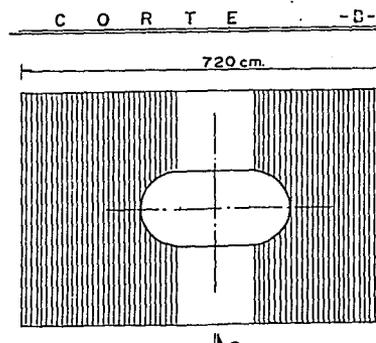
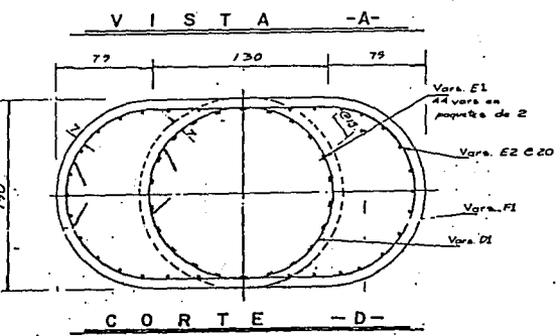
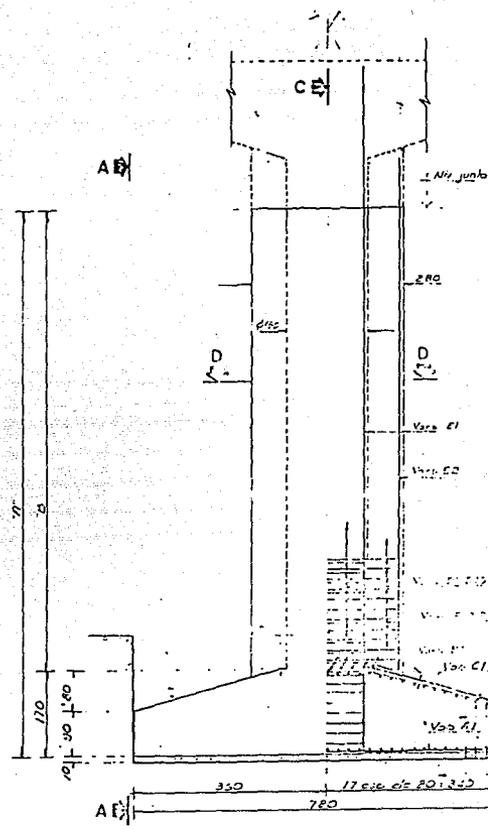
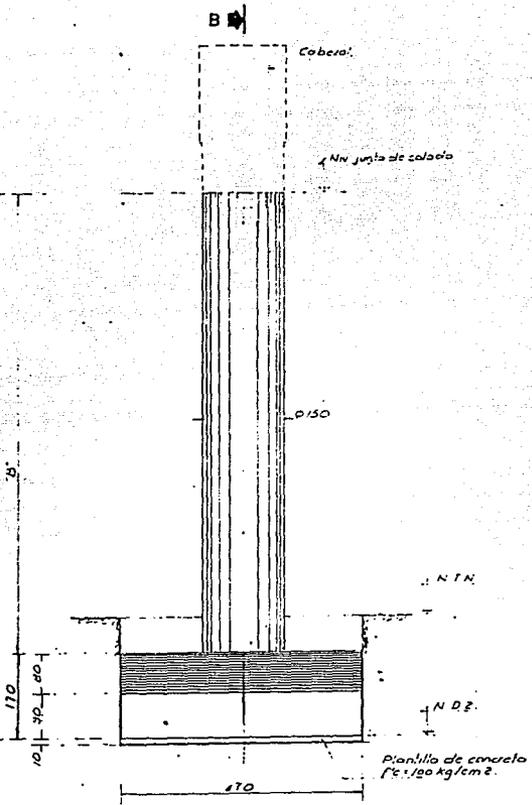
C

PLANTA

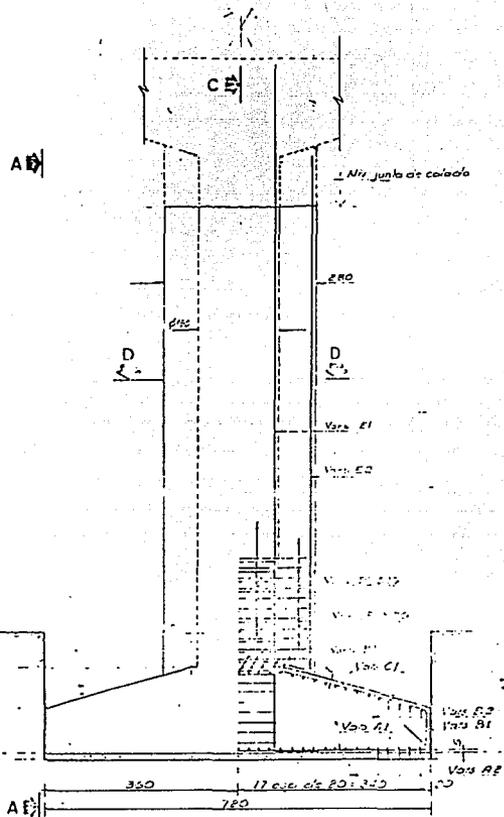


**GEOMETRIA Y ARMADO  
DE  
COLUMNAS Y ZAPATAS  
TIPO Z-I**

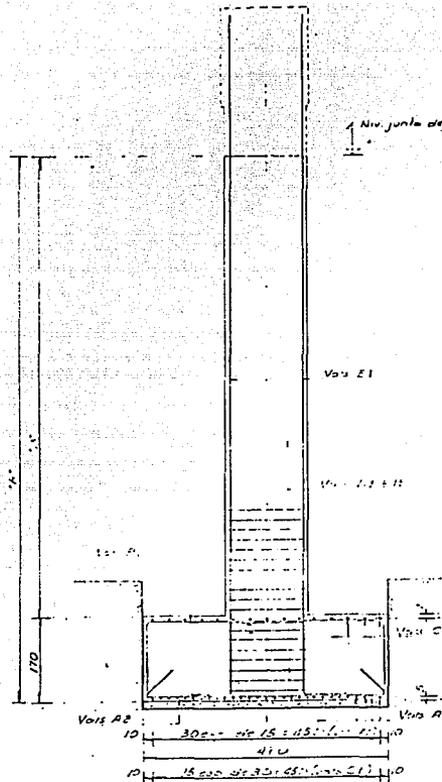
FIGURA V.1.5.5.5



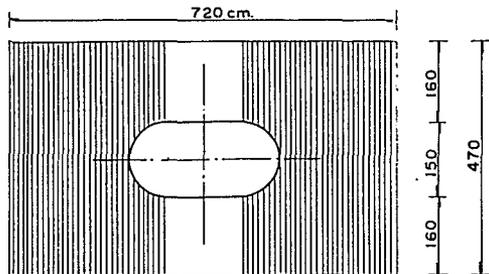
**PLANTA**



C O R T E - B -



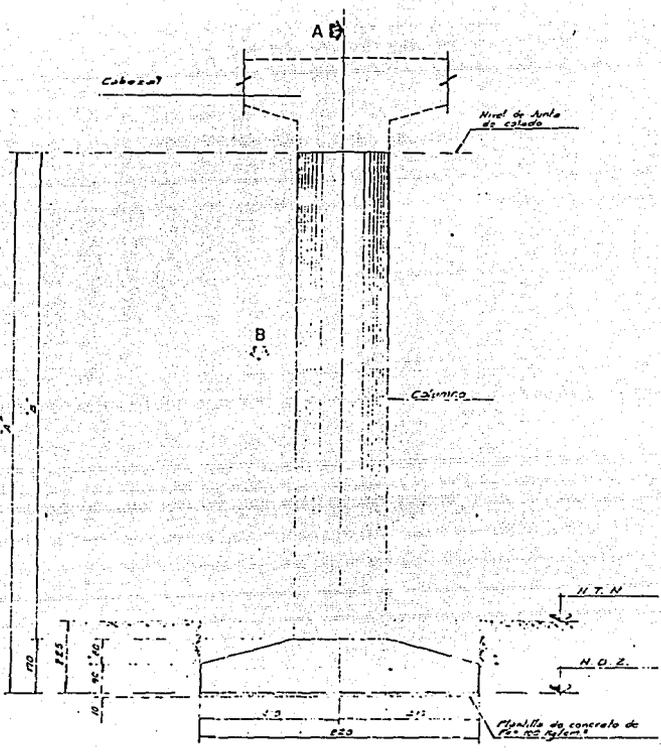
C O R T E - C -



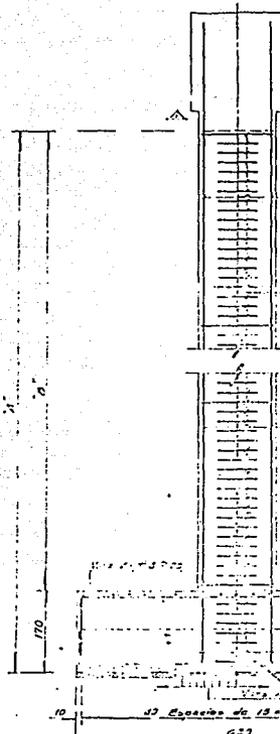
P L A N T A

GEOMETRIA Y ARMADO  
DE  
COLUMNAS Y ZAPATAS  
TIPO Z-2

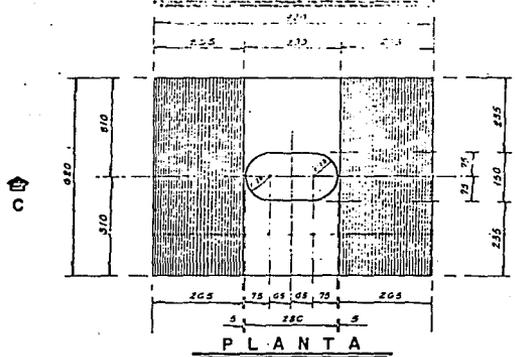
FIGURA V.1.5.5.6



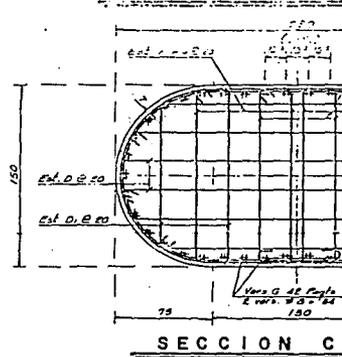
ELEVACION



ELEVACION C



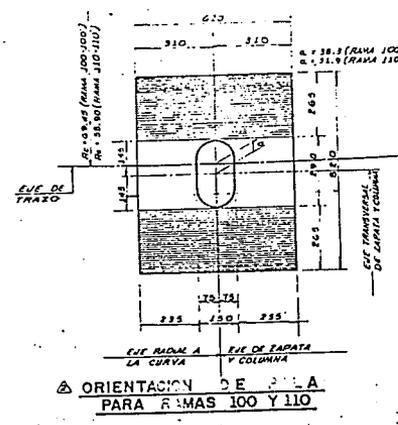
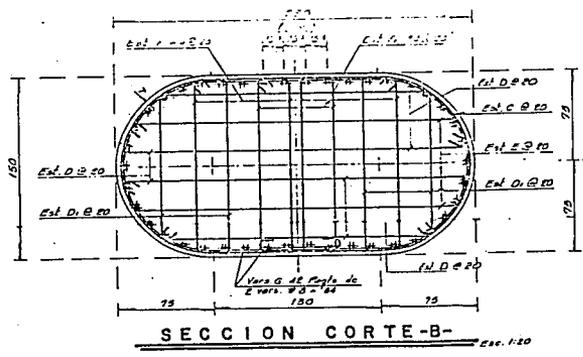
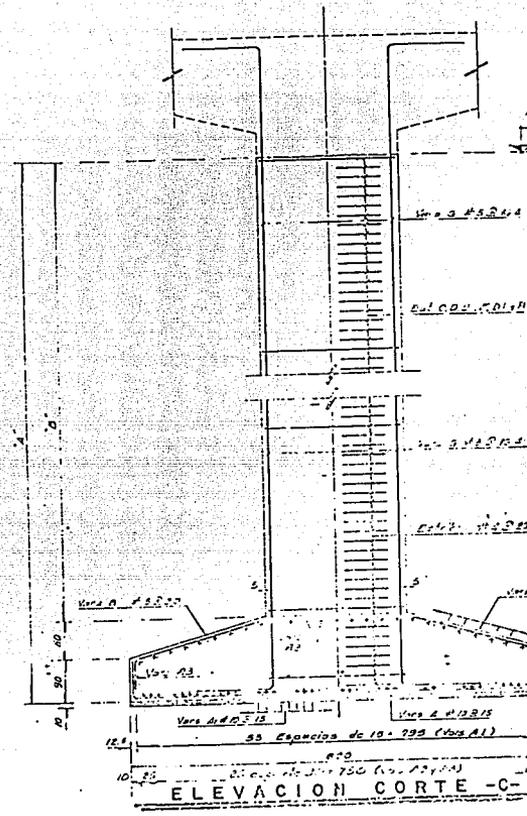
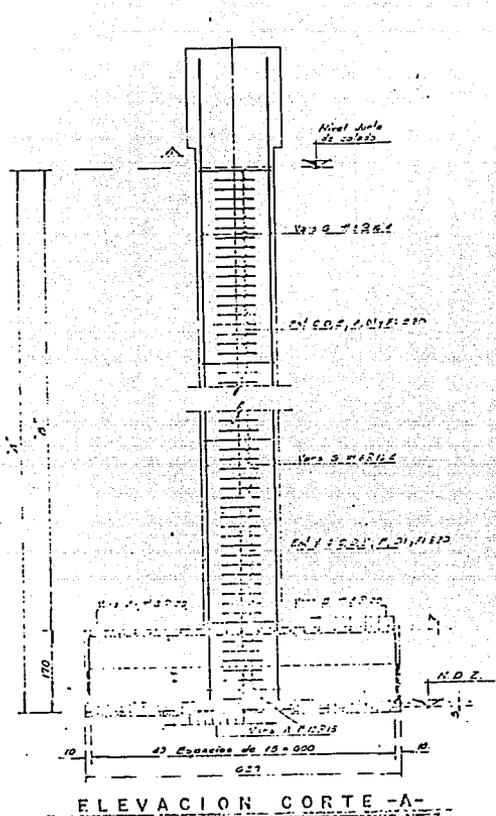
PLANTA



SECCION C

GEOMETRIA Y ARMADO DE COLUMNAS

FIGURA V.1.5.5.



MADO DE COLUMNAS Y ZAPATAS TIPO Z-3

FIGURA V.1.5.5.7

## V.2 TIERRA ARMADA

Debido a la necesidad de utilizar un procedimiento confiable, seguro y económico que permitiese la contención de los terraplenes que unen el pavimento del nivel de piso actual con el nivel de las primeras pilas de los pasos superiores, se seleccionó el sistema de Tierra Armada.

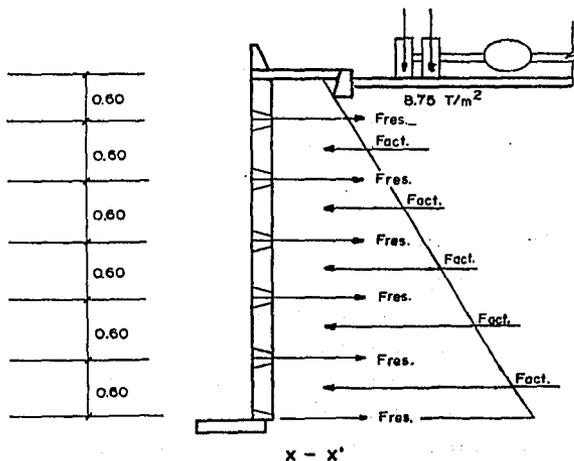
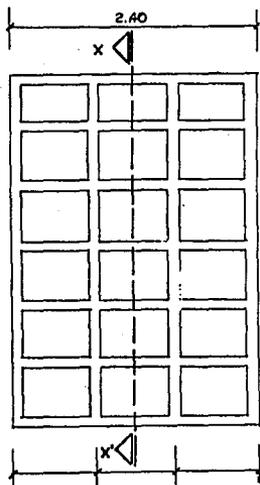
Se le llama tierra armada al conjunto de muro y anclajes que forman una estructura con el terreno que contienen, utilizando la fricción entre los anclajes y el terreno mismo como transmisor de fuerzas verticales a horizontales y tomando con estos elementos los empujes del terreno sobre el muro.

Para el diseño de la tierra armada habrá que tomar los parámetros de resistencia del suelo de los sondeos efectuados en el Banco de préstamo S\N Km 245 + 300 Carr. San Luis Potosi-Cd. Valles y del Banco Cerro Gordo, seleccionando los menores valores, a continuación se enuncian:

$$\begin{aligned}
 G &= 22\% \text{ Clasificación (SM)} \\
 S &= 49\% \\
 F &= 29\% * \quad PVSH = 1760 \text{ Kg/m}^3 \quad \phi = 32^\circ \\
 * IP &= 6\% \text{ (Baja Plasticidad)}.
 \end{aligned}$$

No se considera el nivel freático ya que según los sondeos del terreno, éste se encuentra muy por abajo y además se prevee dejar drenes.

Para facilitar la fabricación se suponen módulos de 2.40 m de ancho tipo waffle texturizados en la cara aparente conectados entre sí por tornillos galvanizados y conectados a los anclajes por un tramo de malla de polietileno de alta densidad con una área expuesta del 50% y 50% de huecos, con una capacidad de carga de servicio de 4,480 kg/m (ancho) (límite de fluencia según el fabricante).



### V.2.1 EJEMPLO DE CALCULO DE MURO PARA H = 6.0 M

#### V.2.1.1. CALCULO DE PRESIONES EN EL TERRENO

$$\sigma_v = \tau_m \times H \text{ [T/m}^2\text{]} \quad \tau_m = 1.76 \text{ T/m}^3 \quad \sigma_h = KA\sigma_v$$

$$7.25 \text{ Ton. (HS-20)} \times 1.20 \text{ F.I.} = 8.75$$

$$W_o = \text{Sobrecarga por tránsito} = 8.75 \text{ Ton/m}^2$$

Prof.

H(m)	$\sigma_v$ (Ton/m <sup>2</sup> )	$\sigma_v + W_o$	$\sigma_h$ (Ton/m <sup>2</sup> )
0	0.0	8.75	2.68
1	1.76	10.51	3.22
2	3.52	12.27	3.76
3	5.28	14.03	4.30
4	7.04	15.79	4.84
5	8.8	17.55	5.38
6	10.56	19.31	5.92

$$EA = \sigma_v KA$$

$$KA = \text{tg}^2 (45^\circ - \phi/2) = 0.307$$

#### V.2.2. CALCULO DE LA LONGITUD DEL ANCLAJE:

$$\text{Fres.} = \text{Fact.} \times \text{F.S.}$$

$$\mu = 0.8 (\tan 32^\circ)$$

$$\mu = 0.5$$

$$\bar{N} = \sigma_v \times AT \text{ (1 m ancho)}$$

$$= 19.31 \times 1.0 \times 0.5 \times L$$

$$= (9.65) L \text{ (Ton)}$$

Para un Factor de Seguridad de 2.0  
Profundidad (m)

$$6.0 \quad 2 \times 5.92 \times 0.5 \times 1.0 = 19.31 \times 1.0 \times 0.5 \times L$$

$$\text{Fres.} = 5.92 \text{ Ton} \quad L = 1.22$$

$$5.0 \quad 2 \times 5.38 \times 1.0 \times 1.0 = 17.55 \times 1.0 \times 0.5 \times L$$

$$\text{Fres} = 10.76 \quad 1.22 = L$$

$$4.0 \quad 2 \times 4.84 \times 1.0 \times 1.0 = 15.79 \times 1.0 \times 0.5 \times L$$

$$\text{Fres} = 9.68 \quad 1.22 = L$$

$$3.0 \quad 2 \times 4.30 \times 1.0 \times 1.0 = 14.03 \times 1.0 \times 0.5 \times L$$

$$\text{Fres} = 8.60 \text{ Ton.} \quad 1.22 = L$$

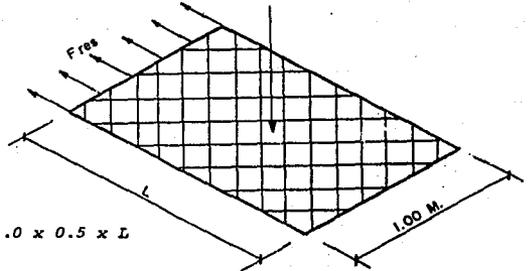
$$2.0 \quad 2 \times 3.76 \times 1.0 \times 1.0 = 12.27 \times 1.0 \times 0.5 \times L$$

$$\text{Fres} = 7.52 \text{ Ton.} \quad 1.22 = L$$

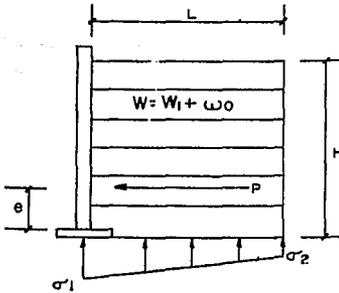
$$1.0 \quad 2 \times 3.22 \times 1.0 \times 1.0 = 10.51 \times 1.0 \times 0.5 \times L$$

$$\text{Fres} = 6.44 \text{ Ton.} \quad 1.22 = L$$

$$\bar{N} = \sigma_v \times At$$



V.2.3 ANALISIS DEL CONJUNTO DE TIERRA ARMADA. (POR VOLTEO)



$$W = W_0 + W_1 = L \{ 2 (\sigma_1 + \sigma_2) \}$$

$$P_e = (\sigma_2 - \sigma_1) L^2 \{ 12 \}$$

$$\sigma_1 = 1 \{ L (W + 6 P_e \{ L \}) \}$$

$$\sigma_2 = 1 \{ L (W - 6 P_e \{ L \}) \}$$

$$P = \frac{(5.92 + 2.68) 6 \times 1.0}{2} = 25.8 \text{ Ton/m ancho}$$

$$e = 6 \{ 3 \} = 2.0 \text{ m}$$

$$W = 6 \times 1.76 \times L \times 1.0 = 10.56 L$$

para  $L = 3.0 \text{ m}$        $W = 31.68 \text{ Ton}$        $W_0 = 8.75 \text{ Ton/m}^2 \times 1 \text{ m}^2$

$$W = W_1 + W_0 = 40.43 \text{ T}$$

$$\sigma_1 = 1 \{ 3 [40.43 + 6 \frac{(25.8)(2.0)}{3.0}] \} = 47.87$$

$$\sigma_2 = 1 \{ 3 [40.43 - 6 \frac{(25.8)(2.0)}{3.0}] \} = < 0 \text{ No es aceptable}$$

CAMBIAR A  $L = 6.0 \text{ m}$        $W_1 = 63.36 \text{ Ton.}$        $W_0 = 8.75 \text{ Ton.}$        $W = 72.11 \text{ Ton.}$

$$\sigma_1 = 1 \{ 3 [72.11 + 6 \frac{(25.8)(2.0)}{6}] \} = 41.23$$

$$\sigma_2 = 1 \{ 3 [72.11 - 6 \frac{(25.8)(2.0)}{6}] \} = 6.83$$

NO HAY VOLTEO

Revisión por deslizamiento.

Para el terreno natural  $\phi = 27^\circ$  (Dato del Estudio de Mecánica de Suelos).

$$F_{res} = \mu W = \tan 27^\circ \times 72.11 = 36.74 \text{ T}$$

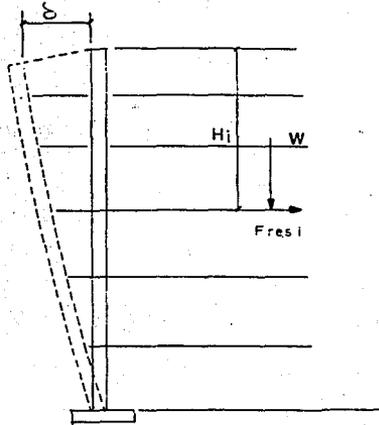
$$F. S. = \frac{36.74}{25.8} = 1.42$$

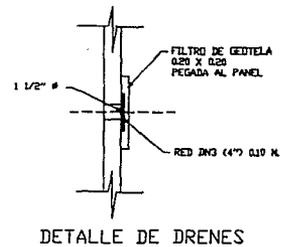
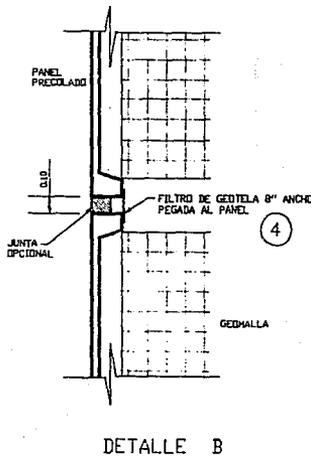
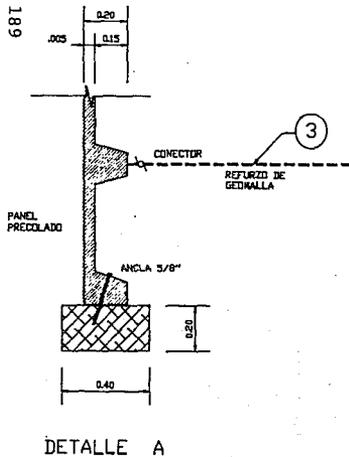
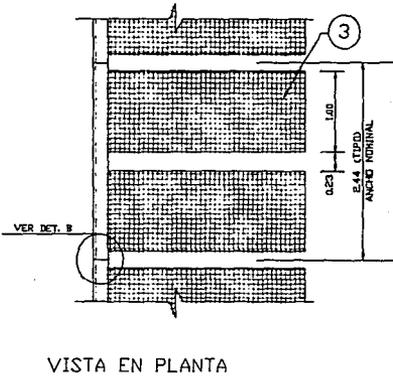
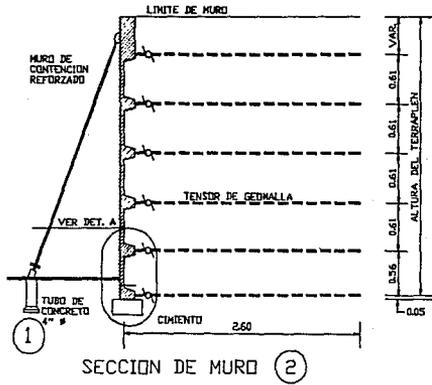
REVISION DE LOS ANCLAJES ENTRE SI:

$$F. S. = \frac{Fres.i}{Fact.i} = \frac{Fres.5}{Fact.5} = \frac{52.65}{5.38} = 9.7$$

$$Fres.5 = 17.55 \times 1.0 \times 0.5 \times 6.0 = 52.65 \text{ Ton.}$$

$$Fact.5 = 5.38 \text{ Ton.}$$





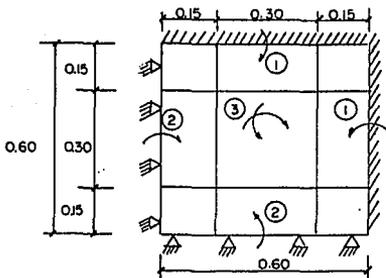
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA

SISTEMA DE TIERRA ARMADA PROPUESTA  
PARA LOS TALUDES DEL DISTRIBUIDOR  
VIAL "BENITO JUAREZ" S.L.P.  
FIG. V.1.1

**ANALISIS DE CELDAS DE MURO DE CONTENCIÓN**

Primero se analizarán celdas de 0.60 x 0.60 x diferentes espesores.

Tomando un tablero de esquina con dos lados discontinuos.



Datos de Diseño:

$W' = 5.92 \text{ Ton/m}^2$

$h = 6.0 \text{ m}$  (profundidad del muro).

$f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Espesor 5 cm.

Caso I. Colado monolíticamente con sus apoyos. Utilizando el método del Reglamento DDF con los coeficientes de momentos desarrollados por Sless y Newmark, para una relación lado corto a largo  $m = a1/a2 = 0.60/0.60 = 1$

Tenemos que:

POSICION		COEFICIENTE	MOMENTO TON-m
Negativo en bordes interiores	1	* 324	- 0.069
Negativo en bordes discontinuos	2	* 190	- 0.0405
Positivo	3	* 137	0.0292
$\begin{matrix} -4 & 2 \\ * \text{ Los coeficientes multiplicados por } K = 10 & \text{Wa} & \text{dan momentos por unidad} \\ & & \text{de ancho. } (K = 10 \times 5.92 \times 0.6) = 2.13 \times 10 \end{matrix}$			

**DISEÑO PARA MOMENTO MAXIMO NEGATIVO.**

$M_u = 0.069 \times 100,000 \times 1.4 = 9,660 \text{ Kg - cm}$

Revisando con las ayudas de diseño del Reglamento del DDF.

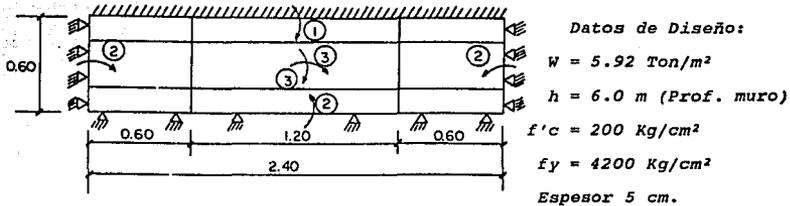
$\frac{9.660}{100 \times 3.5^2} = 7.88 \text{ ACERO MINIMO}$

$A_s \text{ min} = \left[ \frac{0.7 \sqrt{200}}{4200} = 0.0024 \right] 100 \times 3.5 = 0.84 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots I$

$A_s \text{ min}/\text{m} = \frac{450 \times 5}{4200 (5+100)} = 0.005 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots II$

Se tomará la expresión de I.

A continuación se revisará el tablero sin nervaduras intermedias de 0.60 m x 2.40 m.



Caso II. Colado monolíticamente con sus apoyos. Coeficientes de Sless y Newmark para una relación de lado corto a largo  $m = 0.6/2.4 = 0.25$

P O S I C I O N			COEFICIENTE	MOMENTO
Negativo en bordes interiores	Corto	1	829	- 0.1766
	Largo	1	537	- 0.1144
Negativo en bordes discontinuos	Corto	2	506	- 0.1078
	Largo	2	292	- 0.0622
Positivo	Corto	3	554	0.118
	Largo	3	171	0.0364
$K = 10^{-4} \times 5.92 \times (0.6)^2 = 2.13 \times 10^{-4}$				

**DISEÑO PARA MOMENTO MAXIMO NEGATIVO:**

$$M_u = 0.1766 \times 100,000 \times 1.4 = 24,724 \text{ Kg - cm}$$

Revisando con las ayudas de Diseño del Reglamento del DDF.

$$\frac{24,724}{100 \times 3.5^2} = 20.1 \quad p = 0.006$$

$$A_s = 0.006 \times 3.5 \times 100 = 2.10 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 0.006 \times 3.5 \times 100 = 2.10 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Malla electrosoldada 66 - 1/4  $\phi$  ó 33 - 66

**REVISION DE MOMENTO MAXIMO NEGATIVO EN LADO LARGO**

$$M_u = 0.0622 \times 100,000 \times 1.4 = 8,708 \text{ Kg - cm}$$

**ACERO MINIMO.**

**REVISION DEL MOMENTO POSITIVO**

$$M_u = 0.118 \times 100,000 \times 1.4 = 16,520 \text{ Kg - cm}$$

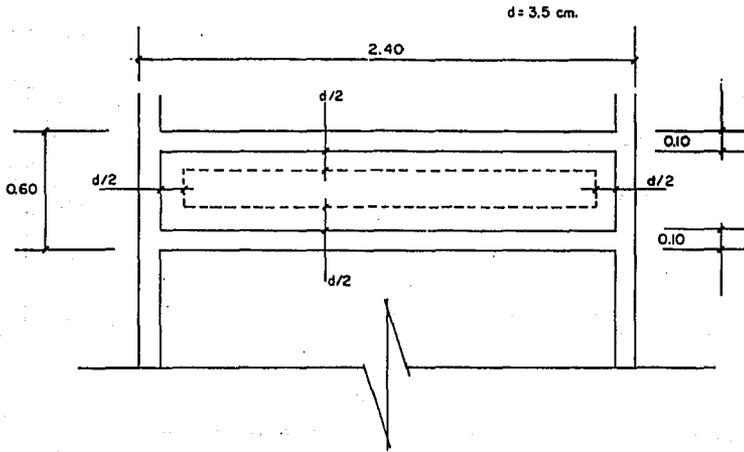
$$\frac{16,520}{100 \times 3.5^2} = 13.48 \quad p = 0.004$$

$$A_s = 0.004 \times 3.5 \times 100 = 1.40 \text{ cm}^2$$

Malla electrosoldada 66 - 55 ó 55 - 66

**REVISION POR ESFUERZO CORTANTE.**

Para el cálculo de Esfuerzo cortante se considera que se forma una grieta a todo lo ancho de la celda a una distancia  $d/2$  del apoyo siendo  $d$  el peralte efectivo de la losa.



**EL PERIMETRO DE LA SECCION CRITICA ES:**

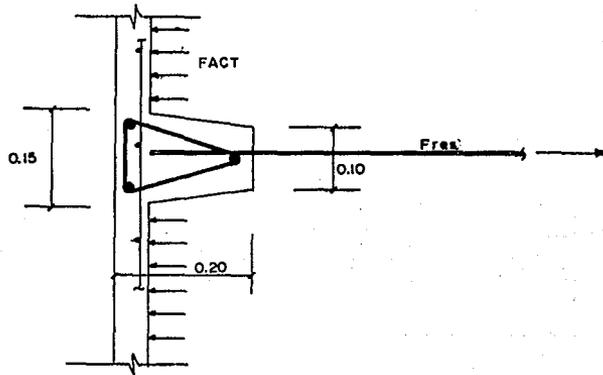
$$b_o = (2.40 - 0.035)2 + (0.50 - 0.035)2 = 5.66 \text{ m} = 566 \text{ cm}$$

$$V_a = \frac{V_u}{b_o d} = \frac{5,920 \times 0.6 \times 2.4}{566 \times 3.5} = 4.30 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_{cr} = 0.8 \sqrt{0.7(200)} = 9.46 \text{ Kg/cm}^2$$

Como se observará  $V_{cr} > V_u$  por lo que se acepta el espesor por cortante y ya que el perímetro de esta opción es menor que el de  $0.60 \times 0.60$  comparado con el área se tomará como válido para ambos casos.

Finalmente analizaremos las nervaduras.

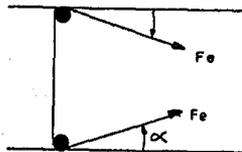


Como se podrá observar en la Figura, no existen prácticamente momentos flexionantes, por lo que se usarán armados por temperatura.

$$p = 0.004$$

$$A_s = 12.5 \times 17 \times 0.004 = 0.85 \text{ cm}^2$$

En los estribos de la nervadura se tomarán las fuerzas del polietileno de alta densidad.



$$2 F_e \cos \alpha = F_{res}$$

$$\alpha = 22^\circ$$

Tomando la mayor fuerza a resistir que corresponde a la profundidad  $h = 5.0$  m y para una longitud de desarrollo de  $L = 6.0$  m  $F_{res} = 4,480$  Kg/m (max. separación).

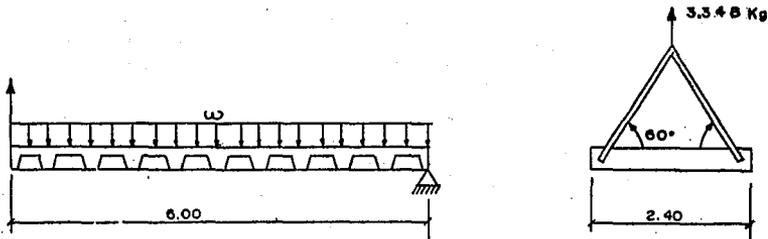
$$4,480 = 2 \times F_e \cos 22$$

$$F_e = 2,415 \text{ Kg}$$

$$A_{s/m} = \frac{2,415 \times 1.4}{2,400} = 1.40 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Por lo que se usarán estribos de  $1/4"$   $\phi$  cada 20 cm.

Finalmente se revisarán las placas tipo waffle bajo la condición de estiba para manejo y montaje.



Peso de una pieza de 6.0 m de altura.

$$\text{Losa plana: } 0.05 \times 2.40 \times 6.0 \times 2,400 = 1,728 \text{ Kg}$$

$$\text{Nervaduras: } [10 \times 0.125 \times 0.15 \times 2.40 + 6 \times 0.125 \times 0.15 \times 2] \times 2,400 = 1,620 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso Total} = 3,348 \text{ Kg}$$

$$3,348 = 2 T \sin 60^\circ$$

$$T = 1,932 \text{ Kg}$$

La nervadura superior estará expuesta una fuerza de compresión igual a  $T \cos 60^\circ = 1,932 \cos 60^\circ = 966 \text{ Kg}$ .

$$Kl/\tau = 41.5$$

$$\sigma_{act} = \frac{966}{250} = 3.86 \text{ Kg/cm}^2 \ll \sigma \text{ admisible}$$

**REVISION DE LA PIEZA POR MOMENTO FLEXIONANTE EN EL IZAJE.**

$$W = 3,348 / 2.4 \times 6.0 = 232.5 \text{ Kg/m}^2 \quad W = 232.5 \times 2.4 = 558.0 \text{ Kg.}$$

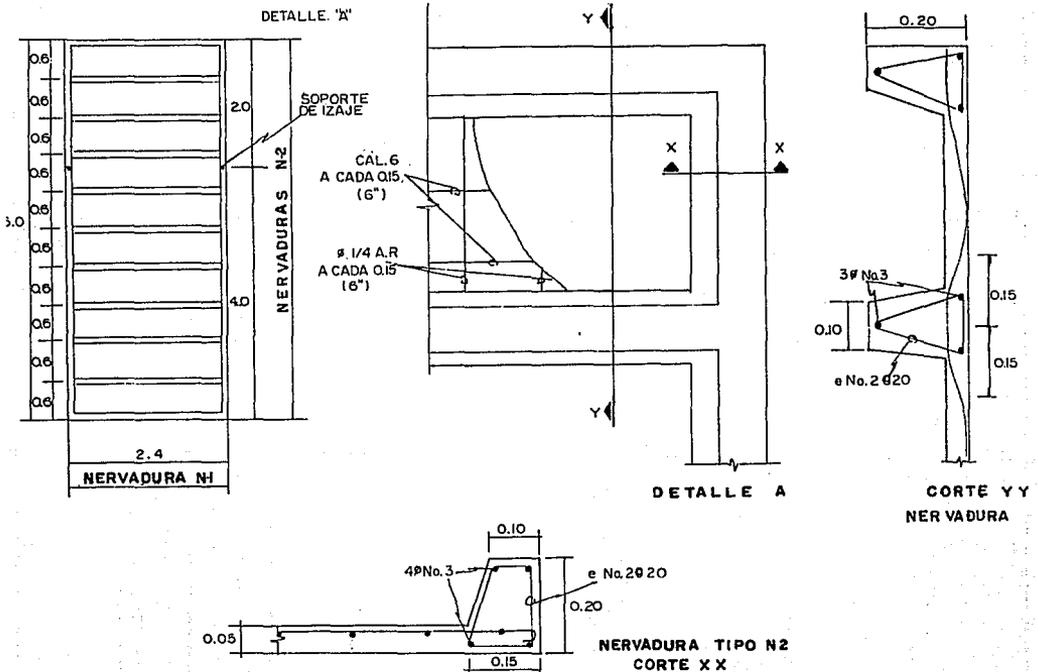
$$M_{max} = \frac{Wl^2}{8} = \frac{558 \times 4^2 \times 1.1}{8} = 1.227.6 \text{ Kg-m}$$

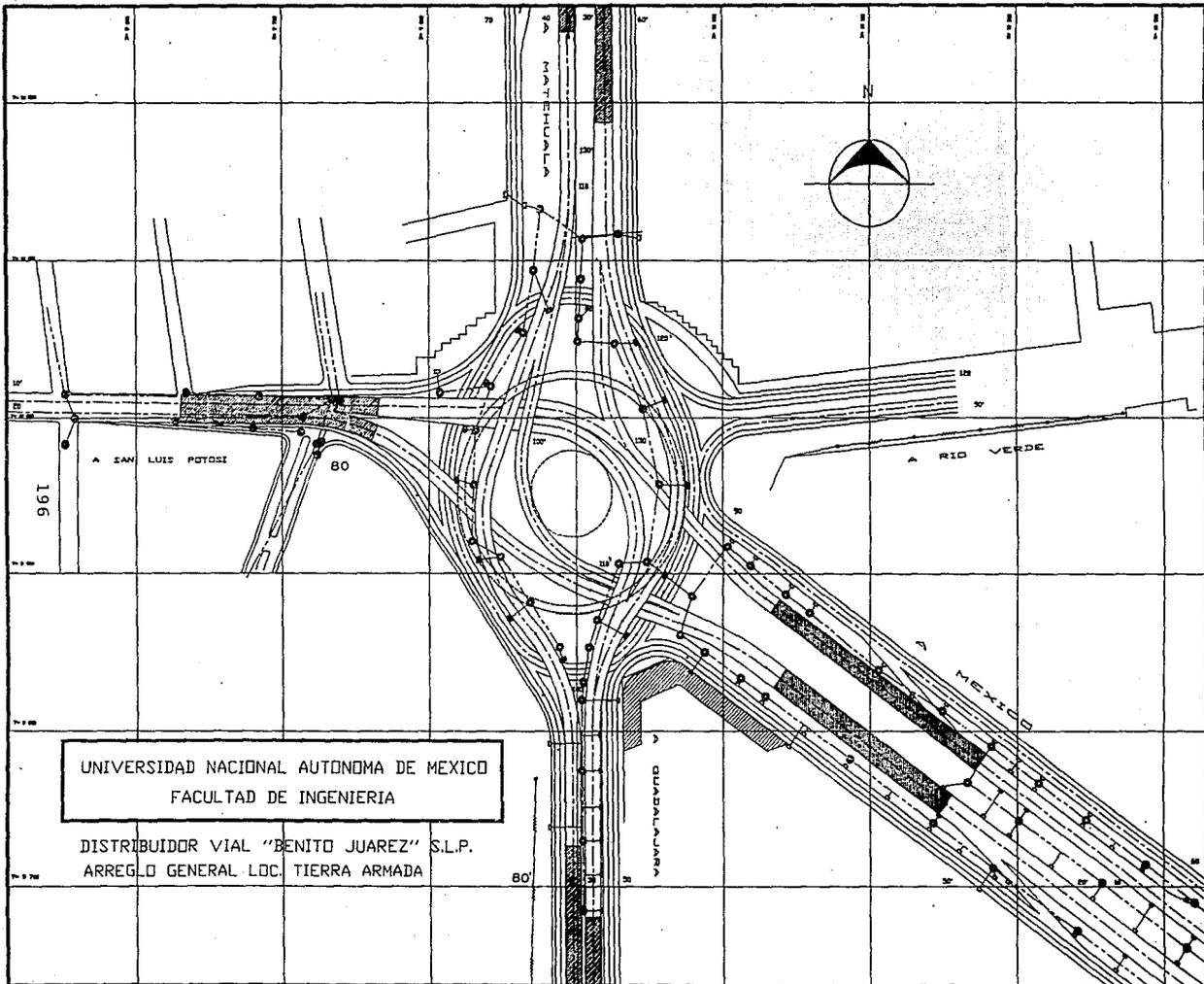
Este momento será tomado por las nervaduras perimetrales. (Usando las ayudas de Diseño del Reglamento del DDF).

$$\frac{122,760}{2 \times 15 \times 17^2} = 14.19 \quad p = 0.0042 \quad A_s = 1.07 \text{ cm}^2$$

Habrà que usar dos nervaduras verticales.

Finalmente:





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

- ov - *Presión Efectiva Vertical*
- $\tau_m$  - *Peso Volumétrico Húmedo*
- oh - *Presión Efectiva Horizontal*
  
- KA - *Empuje Activo*
  
- Fres - *Fuerza Resistente*
  
- Fact - *Fuerza Actuante*
  
- F.S. - *Factor de Seguridad*
  
- $\mu$  - *Coefficiente de fricción estático*
  
- $\tilde{N}$  - *Fuerza normal a la sup. ref. Ley Coulomb*
  
- AT - *Area Transversal*
  
- W - *Peso Total = Peso Terreno (W1) + Sobrecarga Wo*
  
- e - *Excentricidad*
  
- $\sigma_1$   $\sigma_2$  - *Presión efectiva mayor y menor sobre el terreno*
  
- P - *Resultante del Empuje Horizontal Activo*
  
- Fres - *Fuerza resistente para revisión por deslizamiento en base*
  
- Va - *Esfuerzo cortante Actuante en concreto*
  
- Vcr - *Esfuerzo cortante Resistente en concreto*

### V.3 DISEÑO DEL PAVIMENTO

Con la finalidad de construir una superficie de rodamiento segura durante su vida útil, se diseñó, para la modificación de la vialidad del Distribuidor en San Luis Potosí, 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 con 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 proceso constructivo, las cuales están basadas 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 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 isotrópico 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 deformabilidad 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.*

## METODO DEL INSTITUTO DE INGENIERIA

En la década de los 70's el Instituto de Ingeniería de la UNAM llevó a cabo un estudio muy interesante basado en tramos de prueba de diferentes caminos del país y en ocasiones de pista circular, para mejorar la técnica de proyecto, haciendo uso de los últimos conceptos acerca de su equivalencia, ejes basados en factores de daño y utilizando como prueba para evaluar la resistencia, la directa de valor relativo de soporte o prueba VRS en el lugar.

Se destacan los conceptos del comportamiento de fatiga de las diferentes capas que constituyen la estructura y el tratamiento probabilístico para establecer niveles de confianza respecto a la falla.

El criterio de diseño está limitado al caso típico de las estructuras empleadas en México, donde el espesor de proyecto de las carpetas de concreto asfáltico rara vez excede de 7.5 cm. y las demás capas están construidas por materiales granulares o suelos finos estabilizados mecánicamente por compactación.

Para este método se emplea la teoría de distribución de esfuerzos de Boussinesq, deducida por una capa estática circular, y en la tipificación del tránsito y en los coeficientes de daño de los diferentes tipos de vehículos que puedan obtenerse a partir de las pruebas de la AASHTO.

Las variables que intervienen en su diseño son:

- A). Vida del Proyecto del Pavimento
- B). Tasa de crecimiento anual
- C). Coeficiente de Acumulación de Tránsito
- D). Tránsito medio diario anual
- E). Suma de ejes equivalentes
- F). Valor relativo de soporte

### TRANSITO

En el mercado existe una gran diversidad de vehículos que se pueden agrupar en: automóviles, autobuses, camiones de carga: ligeros medianos y pesados además de tractores, y remolques de diferentes tipos; cada uno de los cuales tienen diferentes capacidades de carga, que es transmitida al pavimento de acuerdo con la presión de las llantas; así se pueden tener llantas sencillas, dobles y tandem.

En el caso particular de los pavimentos las características que es necesario conocer de los vehículos son:

Tipos de vehículos.

Peso de vehículos sin carga.

Peso de vehículos con carga.

Número de vehículos de cada tipo en tanto por ciento.

Tasa de crecimiento anual.

La vida útil que se le ha considerado a la obra.

**CALCULO DE ESPESOR EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE.**

En base a los estudios socio-económicos, es necesario construir un Distribuidor Vial en la Cd. de S.L.P., de la Carretera: México-Piedras Negras, Tramo: Querétaro-S.L.P., Sub-tramo: Distribuidor Vial "Benito Juárez", con una longitud total de: 12,068.20 mts., de los cuales, están compuestos básicamente por viaductos, tierra armada y terracerías, en donde cada cuerpo alojará dos carriles de circulación en un solo sentido.

El distribuidor tendrá en su parte de terracería secciones de terraplén alojados sobre el terreno natural y variable para la tierra armada.

**DATOS DE PROYECTO:**

Periodo de Diseño (n) = 10 años

Tasa de Crecimiento (r) = 3%

TDPA = 27,650 vehículos/día en ambos sentidos

La composición del tránsito, según los datos viales de la SCT. (1992) es como sigue:

TIPO	A2'	A'2	B2	B3	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3	T3S1R2	T3S2R3	T3S2R4
%	27.9	19.1	7.6	0.4	19.4	6.2	0.4	0.4	0.1	8.0	0.1	0.1	1.4

**DATOS DE LABORATORIO**

	V. R. S.	Compactación	Préstamo de:
Terreno Natural	VRS Modif. = 15%	90%	Banco No. 3
Cuerpo de Terraplén	VRS Modif. = 24%	95%	Banco No. 3
Capa Subrasante	VRS Stand. = 24%	100%	Banco No. 3
Sub-base	VRS Stand. = 108%	100%	Banco Cerro Gordo
Base	VRS Stand. = 108%	100%	Banco Cerro Gordo

Ya determinados los Valores Relativos de soporte para cada capa de transición en el pavimento, procederemos a encontrar los Espesores de Diseño, conociendo también el tránsito acumulado de ejes equivalentes, siguiendo los siguientes pasos:

- A) Col. 1 Multiplicar el TDPA por cada uno de los % (en decimal) de la composición del tránsito.
- B) Col. 2 Multiplicar la Col. 1 por el coeficiente de distribución para el carril de proyecto.
- C) Col. (7,8, 9,10) Multiplicar la Col. 2 por el coeficiente de daño por tránsito (Col. 3,4,5,6), para obtener el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas para la capa de C.A., base y sub-base, subrasante y terreno natural.
- D) Realizar las sumas de las columnas 7,8,9,10 para obtener el tránsito equivalente, T1, T2, T3, T4.
- E) Calcular el coeficiente de acumulación del tránsito de acuerdo a la tasa de crecimiento r y a los años de servicio n.
- $$C = 365 \left[ \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right]$$
- F) Calcular el tránsito acumulado Ln1, Ln2, Ln3, Ln4, multiplicando el tránsito equivalente (T1,T2,T3,T4) por el coeficiente de acumulación C.
- G) Con los valores de tránsito acumulado Ln y los valores del VRS de las capas, obtener los espesores equivalentes sobre la capa considerada, en cm. entrando en la gráfica No. 1, para el diseño estructural de carreteras con pavimento flexible según el nivel de confianza requerido.
- H) Utilizando un factor de confianza Qu = 0.9 y la gráfica No. 1 se obtienen los siguientes espesores:

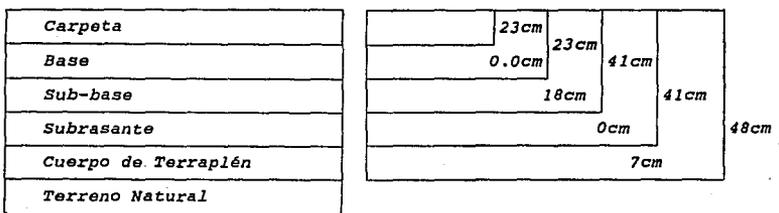


- No. 1 = 48 cm. T. natural Z = 60 cm. (VRS = 15% CT4 = 1.7 x 10)<sup>8</sup>
- No. 2 = 41 cm. C. terraplén Z = 60 cm. (VRS = 24% CT4 = 1.7 x 10)<sup>8</sup>
- No. 3 = 41 cm. C. subrasante Z = 30 cm. (VRS = 24% CT3 = 1.4 x 10)<sup>8</sup>
- No. 4 = 23 cm. Sub-base Z = 30 cm. (VRS = 108% CT3 = 1.4 x 10)<sup>8</sup>
- No. 5 = 23 cm. Base Z = 15 cm. (VRS = 108% CT2 = 1.39 x 10)<sup>8</sup>
- No. 6 = 20 cm. C.A. Z = 15 cm. (VRS = 120% CT1 = 1.5 x 10)<sup>8</sup>

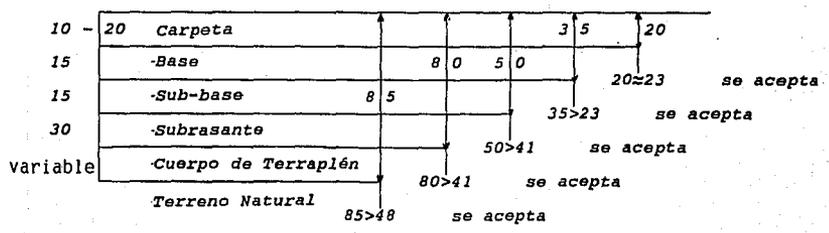
**ESTRUCTURACION PROPUESTA**

	Teórico	Práctico
C.A.	23.0	10
B.H.	00.0	15
Sub-base	18.0	15
Subrasante	0.0	30
C.terraplén	7.0	variable

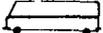
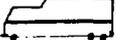
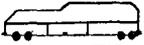
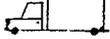
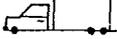
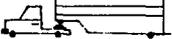
Veamos el croquis de la estructuración:



Comprobación:



$$TDPA (1+r)^n = 27,560 (1+0.03)^{10} = 37,159$$

CARRETERA		TRAMO:								T3S3=8.0 %	
TDPA (2002) 37,159		COMPOSICION: A <sub>2</sub> = 27.9 % A' <sub>2</sub> 19.1 % B <sub>2</sub> =7.6 % B <sub>3</sub> =0.4 % C <sub>2</sub> =19.4 % C <sub>3</sub> =6.2 % C <sub>4</sub> =0.4 %		T <sub>2</sub> S <sub>1</sub> =0.1 % T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> =9.3 %							
TIPO DE VEHICULO	NP DE VEHICULOS EN AMBOS LADOS	NP DE VEHICULOS EN EL CARRIL DE PROYECTO	COEFICIENTE DE DAÑO POR TRANSITO				NUMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS				
			Z = 0 cms.	Z = 15 cms.	Z = 30 cms.	Z = 60 cms.	Z = 0 cms.	Z = 15 cms.	Z = 30 cms.	Z = 60 cms.	
A <sub>2</sub> 	CARGADOS 10,367,361 VACIOS	5183.680	0.004	0.000	0.000	0.000	20.734				
A' <sub>2</sub> 	CARGADOS 7097,369 VACIOS	3548.684	0.536	0.064	0.023	0.015	1902.094	227.115	81.619	53.230	
B <sub>2</sub> 	CARGADOS 2824,084 VACIOS	1412.042	2.000	1.890	2.457	2.939	2824.084	2668.759	3469.387	4149.991	
B <sub>3</sub> 	CARGADOS 148,636 VACIOS	74.318	1.999	1.369	0.877	0.852	148.561	101.741	65.176	63.318	
B <sub>4</sub> 	CARGADOS VACIOS		1.999	0.321	0.091	0.058					
S <sub>2</sub> 	CARGADOS 7208,846 VACIOS	3604.423	2.666	1.219	0.752	0.753	7208.846	6812.359	8856.067	10,593.399	
C <sub>3</sub> 	CARGADOS 2303,858 VACIOS	1151.929	2.666	0.252	0.063	0.040	2303.858	2.000	0.123	0.028	
C <sub>4</sub> 	CARGADOS 148,636 VACIOS	74.318	3.000	2.817	2.457	2.940	148.636	3.000	0.154	0.039	
T <sub>2</sub> S <sub>1</sub> 	CARGADOS 37,159 VACIOS	18,579	4.000	2.771	2.456	2.937	37.159	4.000	0.271	0.084	
T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> 	CARGADOS VACIOS		3.000	3.431	4.747	5.759		3.000	0.199	0.044	
T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> 	CARGADOS 345,787 VACIOS	1727.893	4.000	4.358	4.747	5.760	345.787	4.000	4.358	4.747	
T <sub>3</sub> S <sub>3</sub> 	CARGADOS 2972,72 VACIOS	1486,36	4.000	0.222	0.057	0.032	2972.72	4.000	0.222	0.057	
			5.000	5.285	4.747	5.761	8639.465	5.000	5.285	4.747	
			5.000	0.160	0.040	0.023	9131.914	5.000	0.160	0.040	
			6.000	5.239	4.746	5.758	8918.16	6.000	5.239	4.746	
			6.000	0.154	0.040	0.023	7,054.264	6.000	0.154	0.040	

$$C = 365 \left( \frac{1+r}{r} - 1 \right) = 4184.31$$

CARRETERA \_\_\_\_\_ TRAMO: \_\_\_\_\_  
 TOPA (2002) 37.159 COMPOSICIÓN: T3S1R2= 0.1 % T3S2R3=0.1 % T3S2R4=1.4 %

TIPO DE VEHICULO	Nº DE VEHICULOS EN AMBOS LADOS	Nº DE VEHICULOS EN EL CARRIL DE PROYECTO	COEFICIENTE DE DAÑO POR TRANBITO				NUMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS			
			Z = 0 cms.	Z = 15 cms.	Z = 30 cms.	Z = 60 cms.	Z = 0 cms.	Z = 15 cms.	Z = 30 cms.	Z = 60 cms.
C <sub>2</sub> R <sub>2</sub>			4.000	4.972	7.037	8.579				
C <sub>3</sub> R <sub>2</sub>			8.000	8.899	7.037	8.580				
C <sub>3</sub> R <sub>3</sub>			8.000	6.828	7.037	8.581				
T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> R <sub>2</sub>			5.000	6.513	9.327	11.399				
T <sub>2</sub> S <sub>2</sub> R <sub>2</sub>			6.000	7.440	9.327	11.400				
T <sub>3</sub> S <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	37,159(0.001)= 37.159	18.579	6.000	7.440	9.327	11.400	111.474	138.227	173.286	211.800
T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> R <sub>2</sub>			7.000	8.367	9.327	11.401				
T <sub>3</sub> S <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	37,159(0.001)= 37.159	18.579	8.000	9.294	9.327	11.401	148.632	177.673	173.286	211.819
T <sub>3</sub> S <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	37,159(0.014)= 520.226	260.103	9.000	10.221	9.327	11.403	2341.017	2658.615	2426.074	2966.068
<b>TOTAL</b>		18,579.497	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub> T <sub>3</sub> T <sub>4</sub> = Tránsito equivalente inicial =				36,071.863	33,213.106	33,602.475	40,474.414

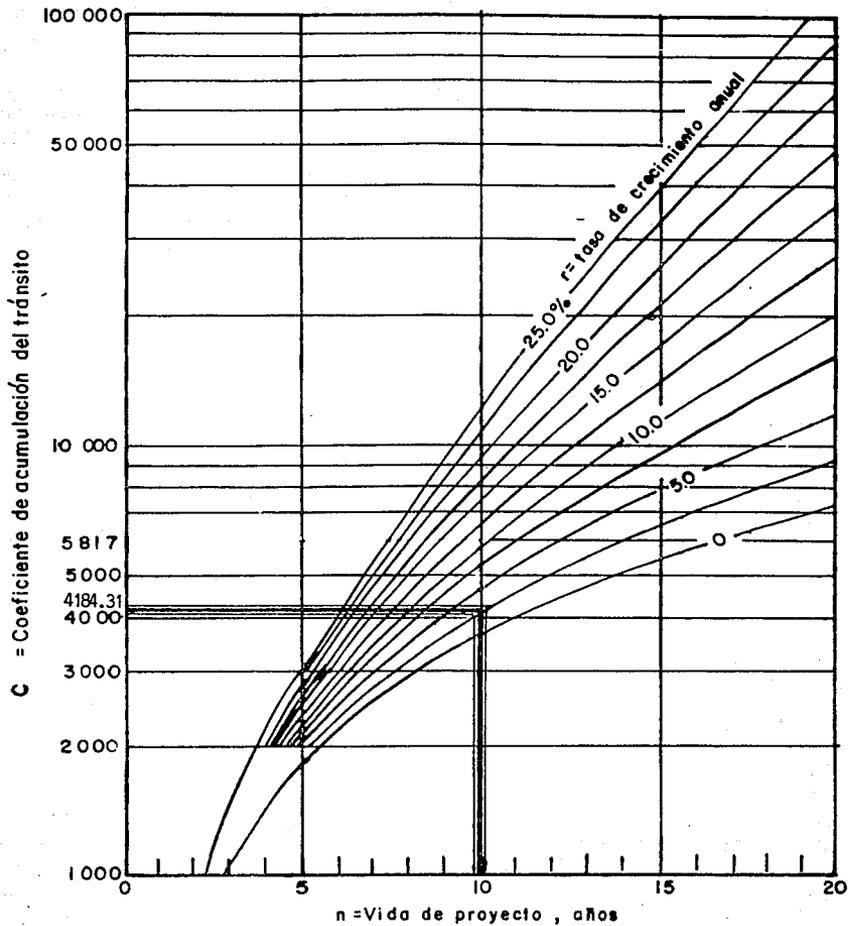
Nº de carriles en ambos direcciones	Coefficiente de distribución para el carril de proyecto (%)
2	50
4	40 — 50
6 o más	30 — 40

Años de servicio, n = 10 Tasa de crecimiento anual, r = 3.0 %  
 Coeficiente de acumulación del tránsito, C = 4184.31  
 Tránsito acumulado:  $\sum L_n = CT_1 \cdot 4184.31(36,071.863) = 1.5 \times 10^8$   
 $\sum L_n = CT_2 \cdot 4184.31(33,213.106) = 1.4 \times 10^8$   
 $\sum L_n = CT_3 \cdot 4184.31(33,602.475) = 1.4 \times 10^8$   
 $\sum L_n = CT_4 \cdot 4184.31(40,474.414) = 1.7 \times 10^8$

Coef. de distribución por carril 50%

**TABLA PARA CALCULO DEL TRANBITO ACUMULADO EN FUNCION DE EJES SENCILLOS EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS.**

206



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



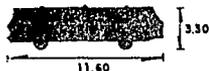
## A2 Automóvil

Conjunto	Peso, en ton		p, kg/cm <sup>2</sup>	d <sub>m</sub> = Coeficiente daño bajo carga máxima				d <sub>v</sub> = Coeficiente de daño vacío				
	Carga máxima	Vacío		z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	
Camión A, B, C	1 <sup>a</sup>	1.0	0.6	2.0	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.005	0.050
	2 <sup>a</sup>	1.0	0.8	2.0	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.050
Σ	2.0	1.6			0.004	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000



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

Conjunto	Peso, en ton		p, kg/cm <sup>2</sup>	d <sub>m</sub> = Coeficiente daño bajo carga máxima				d <sub>v</sub> = Coeficiente de daño vacío				
	Carga máxima	Vacío		z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	
Camión A, B, C	1 <sup>a</sup>	1.7	1.3	4.6	0.268	0.003	0.000	0.000	0.268	0.001	0.000	0.000
	2 <sup>a</sup>	3.8	1.2	4.6	0.268	0.061	0.023	0.015	0.268	0.001	0.000	0.000
Σ	5.5	2.5			0.536	0.064	0.023	0.015	0.536	0.002	0.000	0.000

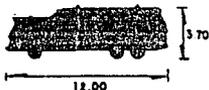


## B2 Autobús de dos ejes

Conjunto	Peso, en ton		p, kg/cm <sup>2</sup>	d <sub>m</sub> = Coeficiente daño bajo carga máxima				d <sub>v</sub> = Coeficiente de daño vacío				
	Carga máxima	Vacío		z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	
Camión A	1 <sup>a</sup>	5.5	3.5	5.8	1.000	0.349	0.167	0.119	1.000	0.079	0.001	0.010
	2 <sup>a</sup>	10.0	7.0	5.8	1.000	1.541	2.290	2.820	1.000	0.679	0.501	0.433
	Σ	15.5	10.5		2.000	1.890	2.457	2.939	2.000	0.757	0.502	0.443
Camión B	1 <sup>a</sup>	5.0	3.5	5.8	1.000	0.261	0.106	0.071	1.000	0.079	0.001	0.010
	2 <sup>a</sup>	9.0	6.5	5.8	1.000	1.234	1.483	1.630	1.000	0.558	0.359	0.292
	Σ	14.0	10.0		2.000	1.495	1.589	1.701	2.000	0.637	0.360	0.302
Camión C	1 <sup>a</sup>	4.0	3.0	5.8	1.000	0.126	0.002	0.021	1.000	0.044	0.009	0.004
	2 <sup>a</sup>	8.0	6.0	5.8	1.000	0.944	0.900	0.878	1.000	0.448	0.249	0.190
	Σ	12.0	9.0		2.000	1.070	0.902	0.899	2.000	0.492	0.258	0.194

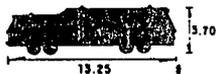
+ Cargas máximas de acuerdo con el "Proyecto de Actualización del Capítulo XI del Reglamento de Explotación de camiones de la Ley de Vías Generales de Comunicación, SCT", México, D F, 1978.

- \*EJE SENCILLO
- \*\*EJE TANDEM
- \*\*\*EJE TRIPLE



**B3** - Autobús de tres ejes

Camino	Conjunto	Peso, en ton		p, kg/cm <sup>2</sup>	+d <sub>m</sub> = Coeficiente daño bajo carga máxima				d <sub>v</sub> = Coeficiente de daño vacío			
		+Carga máxima	Vacío		z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	z = 0	z = 15	z = 30	z = 60
		Σ			z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	z = 0	z = 15	z = 30	z = 60
Camino A	1 <sup>st</sup>	5,5	4,0	5,4	0,666	0,286	0,155	0,116	0,666	0,197	0,034	0,021
	2 <sup>nd</sup>	14,0	8,0	5,4	1,333	1,083	0,722	0,735	1,333	0,214	0,057	0,037
	Σ	19,5	12,0		1,999	1,369	0,877	0,852	1,999	0,321	0,091	0,058
Camino B	1 <sup>st</sup>	5,0	4,0	5,4	0,666	0,216	0,099	0,070	0,666	0,107	0,034	0,021
	2 <sup>nd</sup>	14,0	7,5	5,4	1,333	1,083	0,722	0,735	1,333	0,172	0,042	0,026
	Σ	19,0	11,5		1,999	1,299	0,821	0,805	1,999	0,279	0,076	0,047
Camino C	1 <sup>st</sup>	4,0	3,5	5,4	0,666	0,107	0,034	0,021	0,666	0,068	0,018	0,010
	2 <sup>nd</sup>	14,0	7,5	5,4	1,333	1,083	0,722	0,735	1,333	0,172	0,042	0,026
	Σ	18,0	11,0		1,999	1,190	0,756	0,756	1,999	0,240	0,060	0,036

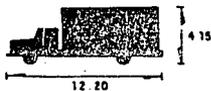


**B4** - Autobús de cuatro ejes

Camino	Conjunto	Peso, en ton		p, kg/cm <sup>2</sup>	+d <sub>m</sub> = Coeficiente daño bajo carga máxima				d <sub>v</sub> = Coeficiente de daño vacío			
		+Carga máxima	Vacío		z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	z = 0	z = 15	z = 30	z = 60
		Σ			z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	z = 0	z = 15	z = 30	z = 60
Camino A	1 <sup>st</sup>	7,0	5,0	5,4	1,333	0,136	0,030	0,018	1,333	0,038	0,006	0,003
	2 <sup>nd</sup>	14,0	8,0	5,4	1,333	1,083	0,722	0,735	1,333	0,214	0,057	0,037
	Σ	21,0	13,0		2,666	1,219	0,752	0,753	2,666	0,252	0,063	0,040
Camino B	1 <sup>st</sup>	7,0	5,0	5,4	1,333	0,136	0,030	0,018	1,333	0,038	0,006	0,003
	2 <sup>nd</sup>	14,0	8,0	5,4	1,333	1,083	0,722	0,735	1,333	0,214	0,057	0,037
	Σ	21,0	13,0		2,666	1,219	0,752	0,753	2,666	0,252	0,063	0,040
Camino C	1 <sup>st</sup>	7,0	5,0	5,4	1,333	0,136	0,030	0,018	1,333	0,038	0,006	0,003
	2 <sup>nd</sup>	14,0	8,0	5,4	1,333	1,083	0,722	0,735	1,333	0,214	0,057	0,037
	Σ	21,0	13,0		2,666	1,219	0,752	0,753	2,666	0,252	0,063	0,040

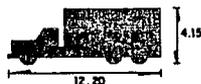
+Cargas máximas de acuerdo con el "Proyecto de Actualización del Capítulo XI del Reglamento de Explotación de caminos de la Ley de Vías Generales de Comunicación, SCT", México, D F, 1978.

- \*EJE SENCILLO
- \*\*EJE TANDEM
- \*\*\*EJE TRIPLE



**C2** - Camión de dos ejes

Camión	Conjunto	Peso, en ton			P, kg/cm <sup>2</sup>	+d <sub>m</sub> = Coeficiente daño bajo carga máxima				d <sub>v</sub> = Coeficiente de daño vacío			
		+Carga máxima	Vacío	5,8		z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	z = 0	z = 15	z = 30	z = 60
						10,0	3,0	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,044
Camión A	1 <sup>a</sup>	5,5	3,5	5,8	1,000	0,349	0,167	0,119	1,000	0,079	0,019	0,010	
	2 <sup>a</sup>	10,0	3,0	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,044	0,009	0,004	
	Σ	15,5	6,5		2,000	1,890	2,457	2,939	2,000	0,123	0,028	0,014	
Camión B	1 <sup>a</sup>	5,0	3,0	5,8	1,000	0,261	0,106	0,071	1,000	0,044	0,009	0,004	
	2 <sup>a</sup>	9,0	3,0	5,8	1,000	1,234	1,483	1,630	1,000	0,044	0,009	0,004	
	Σ	14,0	6,0		2,000	1,495	1,589	1,701	2,000	0,088	0,018	0,008	
Camión C	1 <sup>a</sup>	4,0	2,5	5,8	1,000	0,126	0,036	0,021	1,000	0,022	0,003	0,002	
	2 <sup>a</sup>	8,0	2,5	5,8	1,000	0,944	0,900	0,878	1,000	0,022	0,003	0,002	
	Σ	12,0	5,0		2,000	1,070	0,936	0,899	2,000	0,044	0,006	0,004	



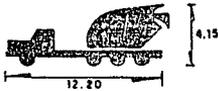
**C3** Camión de tres ejes

Camión	Conjunto	Peso, en ton			P, kg/cm <sup>2</sup>	+d <sub>m</sub> = Coeficiente daño bajo carga máxima				d <sub>v</sub> = Coeficiente de daño vacío			
		+Carga máxima	Vacío	5,8		z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	z = 0	z = 15	z = 30	z = 60
						18,0	4,5 <td>5,8</td> <td>1,000</td> <td>2,468</td> <td>2,290</td> <td>2,821</td> <td>2,000</td> <td>0,028</td> <td>0,003</td> <td>0,002</td>	5,8	1,000	2,468	2,290	2,821	2,000
Camión A	1 <sup>a</sup>	5,5	4,0	5,8	1,000	0,349	0,167	0,119	1,000	0,126	0,036	0,021	
	2 <sup>a</sup> **	18,0	4,5	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,028	0,003	0,002	
	Σ	23,5	8,5		3,000	2,817	2,457	2,940	3,000	0,154	0,039	0,023	
Camión B	1 <sup>a</sup>	5,0	3,8	5,8	1,000	0,261	0,106	0,071	1,000	0,106	0,028	0,016	
	2 <sup>a</sup> **	15,0	4,2	5,8	2,000	1,615	1,072	1,089	2,000	0,021	0,002	0,001	
	Σ	20,0	8,0		3,000	1,876	1,178	1,160	3,000	0,127	0,030	0,017	
Camión C	1 <sup>a</sup>	4,0	3,5	5,4	0,666	0,107	0,034	0,021	0,566	0,068	0,018	0,010	
	2 <sup>a</sup> **	14,0	4,0	5,4	1,333	1,083	0,722	0,735	1,333	0,015	0,002	0,001	
	Σ	18,0	7,5		1,999	1,190	0,756	0,756	1,999	0,083	0,020	0,011	

+Cargas máximas de acuerdo con el "Proyecto de Actualización del Capítulo XI del Reglamento de Explotación de camiones de la Ley de Vías Generales de Comunicación, SCT", México, D F, 1978.

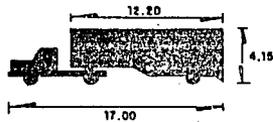
- \*EJE SENCILLO
- \*\*EJE TANDEM
- \*\*\*EJE TRIPLE

Fig Coeficientes de daño



**C4** Camión de cuatro ejes

Camino A	Conjunto	Peso, en ton		$p$ , kg/cm <sup>2</sup>	$d_m$ = Coeficiente daño bajo carga máxima				$d_v$ = Coeficiente de daño vacío			
		+Carga máxima	Vacío		$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$	$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$
	1 <sup>A</sup>	5,5	4,5	5,8	1,000	0,349	0,167	0,119	1,000	0,187	0,064	0,040
	2 <sup>A**</sup>	22,5	0,0	5,8	3,000	2,422	2,289	2,818	3,000	0,084	0,020	0,011
	$\Sigma$	28,0	12,5		4,000	2,771	2,456	2,937	4,000	0,271	0,084	0,051



**T2-S1** Tractor de dos ejes con semirremolque de un eje

Camino A	Conjunto	Peso, en ton		$p$ , kg/cm <sup>2</sup>	$d_m$ = Coeficiente daño bajo carga máxima				$d_v$ = Coeficiente de daño vacío				
		+Carga máxima	Vacío		$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$	$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$	
	1 <sup>A</sup>	5,5	3,2	5,0	1,000	0,349	0,167	0,119	1,000	0,057	0,012	0,006	
	2 <sup>A</sup>	10,0	3,4	5,0	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,071	0,016	0,009	
	3 <sup>A</sup>	10,0	3,4	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,071	0,016	0,009	
	$\Sigma$	25,5	10,0		3,000	3,431	4,747	5,759	3,000	0,199	0,044	0,024	
Camino B	Conjunto	Peso, en ton		$p$ , kg/cm <sup>2</sup>	$d_m$ = Coeficiente daño bajo carga máxima				$d_v$ = Coeficiente de daño vacío				
		+Carga máxima	Vacío		$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$	$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$	
		1 <sup>B</sup>	5,0	3,0	5,0	1,000	0,261	0,106	0,071	1,000	0,044	0,009	0,004
		2 <sup>B</sup>	9,0	3,0	5,8	1,000	1,234	1,483	1,630	1,000	0,044	0,009	0,004
	3 <sup>B</sup>	9,0	3,0	5,8	1,000	1,234	1,483	1,630	1,000	0,044	0,009	0,004	
	$\Sigma$	23,0	9,0		3,000	2,729	3,072	3,331	3,000	0,132	0,027	0,012	

†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", México, D F, 1978.

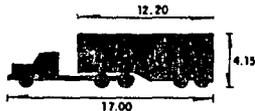
- \*EJE SENCILLO
- \*\*EJE TANDEM
- \*\*\*EJE TRIPLE

Fig Coeficientes de daño



**T2-S2** Tractor de dos ejes con semirremolque de dos ejes

	Conjunto	Peso, en ton			$\phi_m$ = Coeficiente de daño bajo carga máxima				$\phi_v$ = Coeficiente de daño vacío			
		+Carga máxima	Vacío	$\rho, \text{kg/cm}^2$	$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$	$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$
					$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$	$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$
Camino A	1 <sup>**</sup>	5.5	4.0	5.8	1.000	0.349	0.167	0.119	1.000	0.126	0.036	0.021
	2 <sup>**</sup>	10.0	3.5	5.8	1.000	1.541	2.290	2.820	1.000	0.079	0.019	0.010
	3 <sup>**</sup>	18.0	4.0	5.8	2.000	2.468	2.290	2.821	2.000	0.017	0.002	0.001
	$\Sigma$	33.5	11.5		4.000	4.358	4.747	5.760	4.000	0.222	0.057	0.032
Camino B	1 <sup>**</sup>	5.0	3.4	5.8	1.000	0.261	0.106	0.071	1.000	0.071	0.016	0.009
	2 <sup>**</sup>	9.0	3.4	5.8	1.000	1.234	1.483	1.630	1.000	0.071	0.016	0.009
	3 <sup>**</sup>	15.0	3.7	5.8	2.000	1.615	1.072	1.089	2.000	0.012	0.001	0.001
	$\Sigma$	29.0	10.5		4.000	3.110	2.661	2.790	4.000	0.154	0.033	0.019



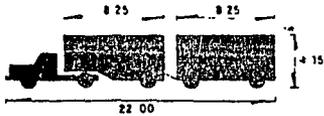
**T3-S2** Tractor de tres ejes con semirremolque de dos ejes

	Conjunto	Peso, en ton			$\phi_m$ = Coeficiente de daño bajo carga máxima				$\phi_v$ = Coeficiente de daño vacío			
		+Carga máxima	Vacío	$\rho, \text{kg/cm}^2$	$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$	$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$
					$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$	$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$
Camino A	1 <sup>**</sup>	5.5	4.0	5.8	1.000	0.349	0.167	0.119	1.000	0.126	0.036	0.021
	2 <sup>**</sup>	18.0	4.0	5.8	2.000	2.468	2.290	2.821	2.000	0.017	0.002	0.001
	3 <sup>**</sup>	18.0	4.0	5.8	2.000	2.468	2.290	2.821	2.000	0.017	0.002	0.001
	$\Sigma$	41.50	12.0		5.000	5.285	4.747	5.761	5.000	0.160	0.040	0.023
Camino B	1 <sup>**</sup>	5.0	3.5	5.0	1.000	0.261	0.106	0.071	1.000	0.079	0.019	0.010
	2 <sup>**</sup>	15.0	4.0	5.8	2.000	1.615	1.072	1.089	2.000	0.017	0.002	0.001
	3 <sup>**</sup>	15.0	4.0	5.8	2.000	1.615	1.072	1.089	2.000	0.017	0.002	0.001
	$\Sigma$	35.0	11.5		5.000	3.491	2.250	2.249	5.000	0.113	0.023	0.012

+Cargas máximas de acuerdo con el "Proyecto de Actualización del Capítulo XI del Reglamento de Explotación de camiones de la Ley de Vías Generales de Comunicación, SCT", México, D.F., 1978.

- \*EJE SENCILLO
- \*\*EJE TANDEM
- \*\*\*EJE TRIPLE

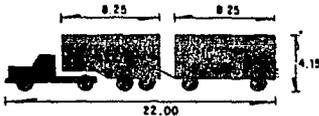
Fig Coeficientes de daño



### T2 - S1 - R2

Tractor de dos ejes con semirremolque de un eje y remolque de dos ejes

Conjunto	Peso, en ton		$p_i$ , kg/cm <sup>2</sup>	$\phi d_m$ = Coeficiente daño bajo carga máxima				$d_v$ = Coeficiente de daño vacío				
	Carga máxima	Vacío		z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	
Camión A	1 <sup>a</sup>	5,5	3,2	5,8	1,000	0,349	0,167	0,119	1,000	0,057	0,012	0,004
	2 <sup>a</sup>	10,0	3,4	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,071	0,010	0,009
	3 <sup>a</sup>	10,0	2,4	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,018	0,003	0,001
	4 <sup>a</sup>	10,0	2,3	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,015	0,002	0,001
	5 <sup>a</sup>	10,0	2,2	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,013	0,002	0,001
$\Sigma$	45,5	13,5			5,000	6,513	9,327	11,399	5,000	0,174	0,035	0,018



### T2 - S2 - R2

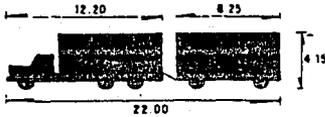
Tractor de dos ejes con semirremolque de dos ejes y remolque de dos ejes

Conjunto	Peso, en ton		$p_i$ , kg/cm <sup>2</sup>	$\phi d_m$ = Coeficiente daño bajo carga máxima				$d_v$ = Coeficiente de daño vacío				
	Carga máxima	Vacío		z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	z = 0	z = 15	z = 30	z = 60	
Camión A	1 <sup>a</sup>	5,5	4,0	5,8	1,000	0,349	0,167	0,119	1,000	0,126	0,036	0,021
	2 <sup>a</sup>	10,0	4,0	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,126	0,036	0,021
	3 <sup>a</sup>	18,0	3,5	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,009	0,001	0,000
	4 <sup>a</sup>	10,0	2,3	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,015	0,002	0,001
	5 <sup>a</sup>	10,0	2,2	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,013	0,004	0,001
$\Sigma$	53,5	16,0			6,000	7,440	9,327	11,400	6,000	0,289	0,077	0,044

+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", México, D F, 1978.

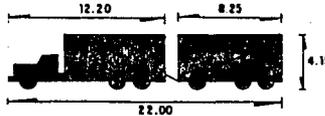
- \*EJE SENCILLO
- \*\*EJE TANDEM.
- \*\*\*EJE TRIPLE

Fig Coeficientes de daño



**C3-R2** Camión de tres ejes con remolque de dos ejes

Camión A	Conjunto	Peso, en ton		p, kg/cm <sup>2</sup>	+ d <sub>m</sub> = Coeficiente daño bajo carga máxima				d <sub>v</sub> = Coeficiente de daño vacío			
		+Carga máxima	Vacío		z=0	z=15	z=30	z=60	z=0	z=15	z=30	z=60
					1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	Σ			
	1 <sup>a</sup>	5,5	4,0	5,8	1,000	0,349	0,167	0,119	1,000	0,126	0,036	0,021
	2 <sup>a</sup>	18,0	4,5	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,028	0,003	0,002
	3 <sup>a</sup>	10,0	2,0	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,009	0,001	0,000
	4 <sup>a</sup>	10,0	2,0	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,009	0,001	0,000
	Σ	43,5	12,5		5,000	5,899	7,037	8,580	5,000	0,172	0,041	0,023

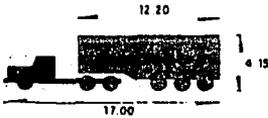


**CR-R3** Camión de tres ejes con remolque de tres ejes

Camión A	Conjunto	Peso, en ton		p, kg/cm <sup>2</sup>	+ d <sub>m</sub> = Coeficiente daño bajo carga máxima				d <sub>v</sub> = Coeficiente de daño vacío			
		+Carga máxima	Vacío		z=0	z=15	z=30	z=60	z=0	z=15	z=30	z=60
					1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	Σ			
	1 <sup>a</sup>	5,5	4,0	5,8	1,000	0,349	0,167	0,119	1,000	0,126	0,036	0,021
	2 <sup>a</sup>	18,0	4,5	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,028	0,003	0,002
	3 <sup>a</sup>	10,0	2,0	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,009	0,001	0,000
	4 <sup>a</sup>	18,0	3,0	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,005	0,000	0,000
	Σ	51,5	13,5		6,000	6,826	7,037	8,581	6,000	0,168	0,040	0,023

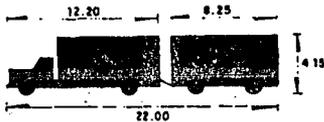
+Cargas máximas de acuerdo con el "Proyecto de Actualización del Capítulo XI del Reglamento de Explotación de caminos de la Ley de Vías Generales de Comunicación, SCT", México, D F, 1978.

- \*EJE SENCILLO
- \*\*EJE TANDEM
- \*\*\*EJE TRIPLE



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

Camión A	Conjunto	Peso, en ton			$\pm d_m$ = Coeficiente daño bajo carga máxima				$d_v$ = Coeficiente de daño vacío			
		+Carga máxima	Vacío	p, kg/cm <sup>2</sup>	z=0	z=15	z=30	z=60	z=0	z=15	z=30	z=60
					1.000	0.349	0.167	0.119	1.000	0.126	0.036	0.021
1 <sup>a</sup>	5.5	4.0	5.8	2.000	2.468	2.290	2.821	2.000	0.017	0.002	0.001	
2 <sup>a</sup>	18.0	4.0	5.8	3.000	2.422	2.289	2.818	3.000	0.011	0.002	0.001	
3 <sup>a</sup>	22.5	5.0	5.8	6.000	5.239	4.746	5.750	6.000	0.154	0.040	0.023	
$\Sigma$	46.0	13.0										

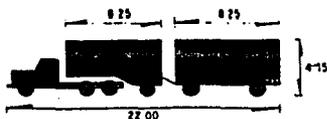


**C2-R2** Camión de dos ejes con remolque de dos ejes

Camión A	Conjunto	Peso, en ton			$\pm d_m$ = Coeficiente daño bajo carga máxima				$d_v$ = Coeficiente de daño vacío			
		+Carga máxima	Vacío	p, kg/cm <sup>2</sup>	z=0	z=15	z=30	z=60	z=0	z=15	z=30	z=60
					1.000	0.349	0.167	0.119	1.000	0.079	0.019	0.010
1 <sup>a</sup>	5.5	3.5	5.8	1.000	1.541	2.290	2.820	1.000	0.044	0.009	0.004	
2 <sup>a</sup>	10.0	3.0	5.8	1.000	1.541	2.290	2.820	1.000	0.009	0.001	0.000	
3 <sup>a</sup>	10.0	2.0	5.8	1.000	1.541	2.290	2.820	1.000	0.009	0.001	0.000	
4 <sup>a</sup>	10.0	2.0	5.8	1.000	1.541	2.290	2.820	1.000	0.009	0.001	0.000	
$\Sigma$	35.5	10.5		4.000	4.972	7.037	8.579	4.000	0.141	0.030	0.014	

+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", México, D F, 1978.

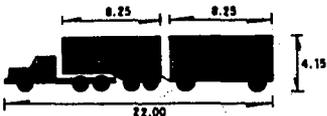
- \*EJE SENCILLO
- \*\*EJE TANDEM
- \*\*\*EJE TRIPLE



### T3-S1-R2

Tractor de tres ejes con semirremolque de un eje y remolque de dos ejes

Conjunto	Peso, en ton		$P$ , kg/cm <sup>2</sup>	$d_m$ = Coeficiente daño bajo carga máxima				$d_v$ = Coeficiente de daño vacío			
	+Carga máxima	Vacío		z=0	z=15	z=30	z=60	z=0	z=15	z=30	z=60
	1 <sup>a</sup>	5,5		4,0	5,8	1,000	0,349	0,167	0,119	1,000	0,126
2 <sup>da</sup>	18,0	4,0	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,017	0,002	0,001
3 <sup>ra</sup>	10,0	2,5	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,022	0,003	0,002
4 <sup>a</sup>	10,0	2,3	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,015	0,002	0,001
5 <sup>a</sup>	10,0	2,2	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,013	0,002	0,001
$\Sigma$	53,5	15,0		6,000	7,440	9,327	11,400	6,000	0,193	0,045	0,024



### T3-S2-R2

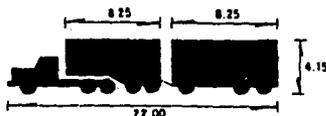
Tractor de tres ejes con semirremolque de dos ejes y remolque de dos ejes

Conjunto	Peso, en ton		$P$ , kg/cm <sup>2</sup>	$d_m$ = Coeficiente daño bajo carga máxima				$d_v$ = Coeficiente de daño vacío			
	+Carga máxima	Vacío		z=0	z=15	z=30	z=60	z=0	z=15	z=30	z=60
	1 <sup>a</sup>	5,5		4,0	5,8	1,000	0,349	0,167	0,119	1,000	0,126
2 <sup>da</sup>	18,0	4,0	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,017	0,002	0,001
3 <sup>ra</sup>	18,0	3,5	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,009	0,001	0,000
4 <sup>a</sup>	10,0	2,3	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,015	0,002	0,001
5 <sup>a</sup>	10,0	2,2	5,8	1,000	1,541	2,290	2,820	1,000	0,013	0,002	0,001
$\Sigma$	61,5	16,0		7,000	8,387	9,327	11,401	7,000	0,180	0,043	0,024

+Cargas máximas de acuerdo con el "Proyecto de Actualización del Capítulo XI del Reglamento de Explotación de camiones de la Ley de Vías Generales de Comunicación, SCT", México, D F, 1978.

- \*EJE SENCILLO
- \*\*EJE TANDEM
- \*\*\*EJE TRIPLE

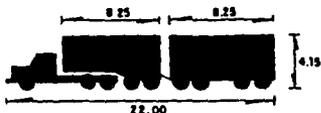
Fig Coeficientes de daño



### T3-S2-R3

Tractor de tres ejes con semirremolque de dos ejes y remolque de tres ejes

Conjunto	Peso, en ton		$P_0$ , kg/cm <sup>2</sup>	$+d_m$ = Coeficiente daño bajo carga máxima				$d_v$ = Coeficiente de daño vacío				
	+Carga máxima	Vacío		$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$	$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$	
	Carrión A	1 <sup>ra</sup>		5,5	4,0	5,8	1,000	0,349	0,167	0,119	1,000	0,126
2 <sup>da</sup>		18,0	4,0	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,017	0,002	0,001
3 <sup>ra</sup>		18,0	3,5	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,009	0,001	0,000
4 <sup>a</sup>		10,0	2,3	5,8	1,000	1,541	2,290	2,821	1,000	0,015	0,002	0,001
5 <sup>a</sup>		18,0	3,2	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,006	0,001	0,000
$\Sigma$	69,5	17,0		6,000	9,294	9,327	11,401	6,000	0,173	0,042	0,023	



### T3-S2-R4

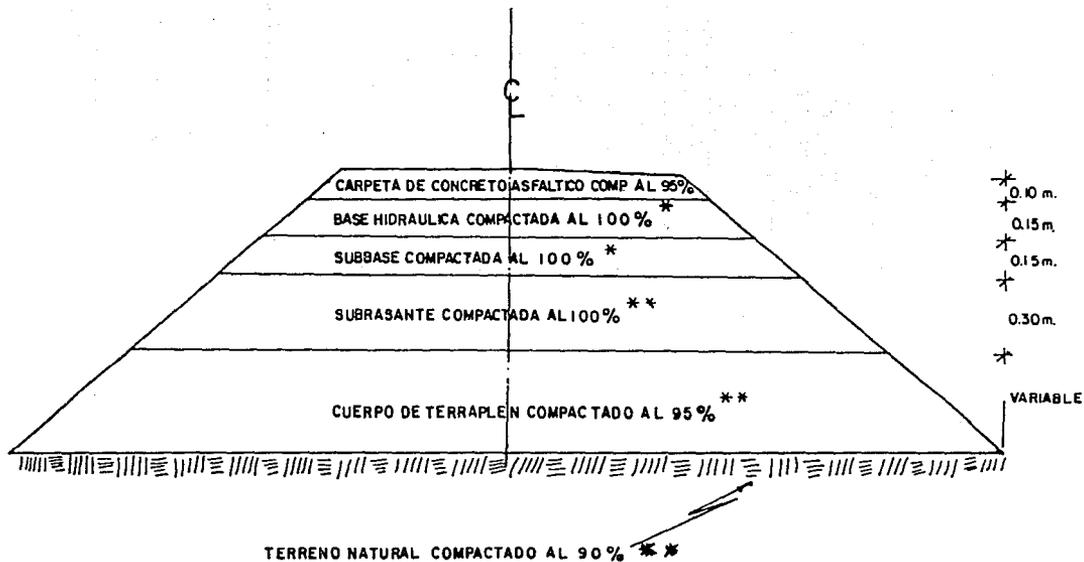
Tractor de tres ejes con semirremolque de dos ejes y remolque de cuatro ejes

Conjunto	Peso, en ton		$P_0$ , kg/cm <sup>2</sup>	$+d_m$ = Coeficiente daño bajo carga máxima				$d_v$ = Coeficiente de daño vacío				
	+Carga máxima	Vacío		$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$	$z=0$	$z=15$	$z=30$	$z=60$	
	Carrión A	1 <sup>ra</sup>		5,5	4,0	5,8	1,000	0,349	0,167	0,119	1,000	0,126
2 <sup>da</sup>		18,0	4,0	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,017	0,002	0,001
3 <sup>ra</sup>		18,0	3,5	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,009	0,001	0,000
4 <sup>a</sup>		18,0	3,3	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,007	0,001	0,000
5 <sup>a</sup>		18,0	3,2	5,8	2,000	2,468	2,290	2,821	2,000	0,006	0,001	0,000
$\Sigma$	77,5	18,0		9,000	10,221	9,327	11,403	9,000	0,165	0,041	0,022	

+Cargas máximas de acuerdo con el "Proyecto de Actualización del Capítulo XI del Reglamento de Explotación de cadenas de 1ª Ley de Vías Generales de Comunicación, SCT", México, D.F., 1978.

- \*EJE SENCILLO-
- \*\*EJE TANDEM-
- \*\*\*EJE TRIPLE-

**SECCION ESTRUCTURAL PROPUESTA**



\* Del P.V.S.M. A.A.S.H.T.O. MODIFICADO

\*\* Del P.V.S.M. A.A.S.H.T.O. ESTANDAR

SECCION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROPUESTA PARA  
LAS VIALIDADES DEL DISTRIBUIDOR VIAL

**CUADRO DE BANCOS DE MATERIAL**

CUADRO DE BANCOS DE MATERIALES PARA EL DISTRIBUIDOR " BENITO JUAREZ ", LOCALIZADO EN SAN LUIS POTOSI

No. DE BANCO	NOMBRE Y LOCALIZACION	CLASIFICACION	UTILIZACION	TRATAMIENTO (S)	DIST.DE ACARREO EN Kms.	VOLUMEN M <sup>3</sup>	OBSERVACIONES.
1	" EL ZAPOTE " Km. 11+000 D/I 300 MTS. DE LA CARR. SAN LUIS POTOSI-MATEHUALA.	LIMO ARENOSO Y ARENA, CAFE CLARO. (ML Y SP).	CUERPO DE TERRAPLEN Y SUBRASANTE	NINGUNO	11.3	100000	SE USARA SOLO
2	" SIN NOMBRE " Km. 245+300 D/I 2,500 MTS. DE LA CARR. CD. - VALLES-SAN LUIS POTOSI	LIMO ARENOSO Y ARENA LIMO-SA, COLOR CAFE (ML Y SM).	CUERPO DE TERRAPLEN Y SUBRASANTE	NINGUNO	19.1	80400	SE USARA SOLO
3	" PEÑASCO " Km. 7+400 D/I 8,500 MTS. DE LA CARR. SAN LUIS POTOSI-MATEHUALA.	ARENA ARCILLO-SA, COLOR CAFE CLARO (SC)	CUERPO DE TERRAPLEN Y SUBRASANTE.	NINGUNO	15.9	120000	SE USARA SOLO
4	" CERRO GORDO " Km. 177+000 D/D 2,600 MTS. DE LA CARR. QUERETARO-SAN LUIS POTOSI.	ROCA RIOLITA (Rie), POCO ALTERADA, CON EMPACAMIENTOS DE ARCILLA, - COLOR GRIS.	SUB-BASE Y BASE HIDRAULICA	TRITURACION TOTAL Y CRIBADO A T.M. DE 1 1/2".	27.3	+100000	ESTE BANCO LO EXPLOTA UNCONCESIONARIO
			CONCRETO ASFALTICO	TRITURACION TOTAL Y CRIBADO A T.M. DE 3/4".			

CUADRO DE BANCOS DE MATERIALES PARA EL DISTRIBUIDOR " BENITO JUAREZ ", LOCALIZADO EN SAN LUIS POTOSI

9

No. DE BANCO	NOMBRE Y LOCALIZACION	CLASIFICACION	UTILIZACION	TRATAMIENTO (S)	DIST. DE ACARREO, EN KMS.	VOLUMEN M <sup>3</sup>	OBSERVACIONES.
5	" CANTERA REGIONAL " Km. 24+050 D/D 3,200 MTS. DE LA CARR. SAN LUIS POTOSI-MATEHUALA	ROCA CALIZA - SANA (Rsq), COLOR GRIS.	SUB-BASE Y BASE HIDRAU LICA	TRITURACION TOTAL Y CRI BADO A T.M. DE 1 1/2".	27.3	+ 100000	ESTE BAN- CO LO EX- PLOTA UN- CONCESIO- NARIO.
			CONCRETO AS FALTICO	TRITURACION TOTAL Y CRI BADO A T.M. DE 3/4".			
6	" CANDIDO NAVARRO " Km. 24+050 D/D 5000 MTS. DE LA CARR. SAN LUIS POTOSI-MATEHUALA	ROCA CALIZA SANA (Rsq), COLOR GRIS.	SUB-BASE Y BASE HIDRAU LICA	TRITURACION TOTAL Y CRI BADO A T.M. DE 1 1/2".	29.1	+ 50000	ESTE BAN- CO LO EX- PLOTA UN- CONCESIO- NARIO.
			CONCRETO AS FALTICO	TRITURACION TOTAL Y CRI BADO A T.M. DE 3/4".			

222

CUADRO DE BANCOS DE MATERIALES PARA EL DISTRIBUIDOR " BENITO JUAREZ ", LOCALIZADO EN SAN LUIS POTOSI

No. DE BANCO	NOMBRE Y LOCALIZACION	CLASIFICACION	UTILIZACION	TRATAMIENTO (S)	DIST.DE ACARREO EN Kms.	VOLUMEN M <sup>3</sup>	OBSERVACIONES.
7	" VENTURA " Km. 34+100 D/I 600 MTS. DE LA CARR. SAN LUIS -- POTOSI-MATEHUALA.	ROCA CALIZA (Rsq), POCO ALTERADA, -- CON EMPACA-- MIENTOS DE - ARCILLA, CO- LOR GRIS.	SUB-BASE Y BASE HIDRAU LICA	TRITURACION TOTAL Y CRI BADO A T.M. DE 1 1/2".	34.7	+ 100000	ESTE BAN- CO LO EX- PLOTA UN- CONCESIO- NARIO
223			CONCRETO AS FALTICO	TRITURACION TOTAL Y CRI BADO A T.M. DE 3/4".			
8	" MANGALARA " Km. 9+800 D/I 5,200 -- MTS. DE LA CARR. SAN - LUIS POTOSI-MATEHUALA	ROCA RIOLITA (Rie), POCO ALTERADA, CON EMPACAMIENTOS DE ARCILLA, - COLOR GRIS.	SUB-BASE Y BASE HIDRAU LICA.	TRITURACION TOTAL Y CRI BADO A T.M. DE 1 1/2".	15.0	+ 50000	EN SU EX- PLOTAION SERA NECE SARIO ELI MINAR LOS FINOS AR- CILLOSOS, MEDIANTE- UNA CRIBA DE RIELES ANTES DEL PRIMARIO.
			CONCRETO AS FALTICO	TRITURACION TOTAL Y CRI BADO A T.M. DE 3/4".			

CUADRO DE BANCOS DE MATERIALES PARA EL DISTRIBUIDOR "BENITO JUAREZ", LOCALIZADO EN SAN LUIS POTOSI

---

- NOTAS. a).- LAS DISTANCIAS DE ACARREO SON APROXIMADAS; EL INTERESADO EN CONCURSAR DEBERA VERIFICARLAS.
- b).- SE INCLUYEN LOS CROQUIS DE LOCALIZACION DE LOS BANCOS, SUS CLASIFICACIONES PARA PRESUPUESTO Y LOS RESULTADOS DE CALIDAD RESPECTIVOS.

**TABLAS CON DATOS DE BANCOS PARA CUERPO DE TERRAPLEN Y  
CAPA SUBRASANTE**

**S. C. T.**  
**DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS**  
**SERVICIOS TECNICOS Y CONCESIONES**  
**DEPARTAMENTO DE TERRACERIAS Y PAVIMENTOS**  
**CROQUIS DE LOCALIZACION DE PRESTAMO DE**  
**MATERIALES**

CARRETERA : DISTRIBUIDOR "BENITO JUAREZ"

TRAMO \_\_\_\_\_

SUBTRAMO \_\_\_\_\_

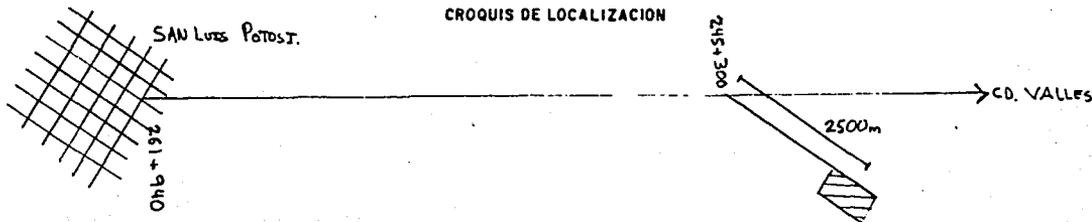
ORIGEN SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

PRESTAMO DE MATERIAL PARA CUERPO DE TERRAPLEN Y SUBRASANTE DENOMINACION SIN HOMBRE

UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO		
	Nº	ESPESOR metros			90%	95%	100%	BANDEADO	A B C		
KM. 245+300 D/I 2,500 MTS.	1	0.30	Tierra Vegetal	Despalme							100-00-00
De la Carr. Cd. Valles-San Luis Potosí.	2	2.00	Limo arenoso compacto, color - café obscuro(ML)..	Compactado	1.05	1.00	0.95				40-60-00
	3	4.70	Arena limosa, con gravas, medianamente compacta, color café - claro (SM).	Compactado	0.92	0.87	0.82				70-30-00

DIMENSIONES LARGO <u>150</u> mts. ANCHO <u>80</u> mts. ESPESOR <u>6.7</u> mts.	VOLUMEN APROVECHABLE  80,400 m <sup>3</sup>	OBSERVACIONES <u>G= 22%, S= 49%, F= 29% E.A.= 21% L.L.= 24%</u>
		<u>I.P.= 6% P.E.S.M.= 1760 Mont= 20.1% V.R.S. Estd.= 26%</u>
		<u>Expansión = 0.2%</u> <u>Se recomienda usar el segundo estrato para cuerpo de terraplén y - el tercero para ambas capas.</u>

**CROQUIS DE LOCALIZACION**



**S. C. T.**  
**DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS**  
**SERVICIOS TECNICOS Y CONCESIONES**  
**DEPARTAMENTO DE TERRACERIAS Y PAVIMENTOS**  
**CROQUIS DE LOCALIZACION DE PRESTAMO DE**  
**MATERIALES**

CARRETERA: DISTRIBUIDOR "BENITO JUAREZ"

TRAMO \_\_\_\_\_

SUBTRAMO \_\_\_\_\_

ORIGEN \_\_\_\_\_

SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

PRESTAMO DE MATERIAL PARA \_\_\_\_\_

CUERPO DE TERRAPLEN Y SUBRASANTE

DENOMINACION \_\_\_\_\_

PERASCO

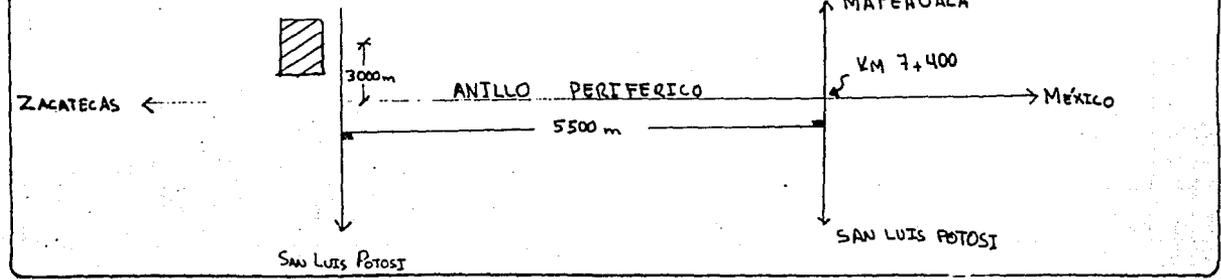
UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO		
	Nº	ESPESOR metros			90%	95%	100%	BANDEADO	A	B	C
KM. 7+400 D/I 8,500 Mts.	1	0.40	Tierra vegetal	Despalme							100-00-00
de la Carr. San Luis Potosí Matehuala	2	4.00	Arena arcillosa compacta, color café claro. (SC).	Compactado	1.03	0.98	0.93				40-60-00

**DIMENSIONES**  
 LARGO 200 m. ANCHO 150 m.  
 ESPESOR 4 m.

**VOLUMEN APROVECHABLE**  
 120,000 m<sup>3</sup>

**OBSERVACIONES** G= 3% S= 48% F= 49% E.A. = 21% L.L. = 27%  
 I.P. = 10% P.E, S.M. = 1849 Wopt= 15,8% V.R.S. Std. = 24% Expansión= 1,3  
 Presenta frente de ataque y cuenta con acceso pavimentado.

**CROQUIS DE LOCALIZACION**



227

**S. C. T.**  
**DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS**  
**SERVICIOS TECNICOS Y CONCESIONES**  
**DEPARTAMENTO DE TERRACERIAS Y PAVIMENTOS**  
**CROQUIS DE LOCALIZACION DE PRESTAMO DE**  
**MATERIALES**

CARRETERA; DISTRIBUIDOR "RENTO JUAREZ"

TRAMO \_\_\_\_\_

SUBTRAMO \_\_\_\_\_

ORIGEN SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

PRESTAMO DE MATERIAL PARA CUERPO DE TERRAPIEN Y SUBRASANTE DENOMINACION EL ZAPOTE

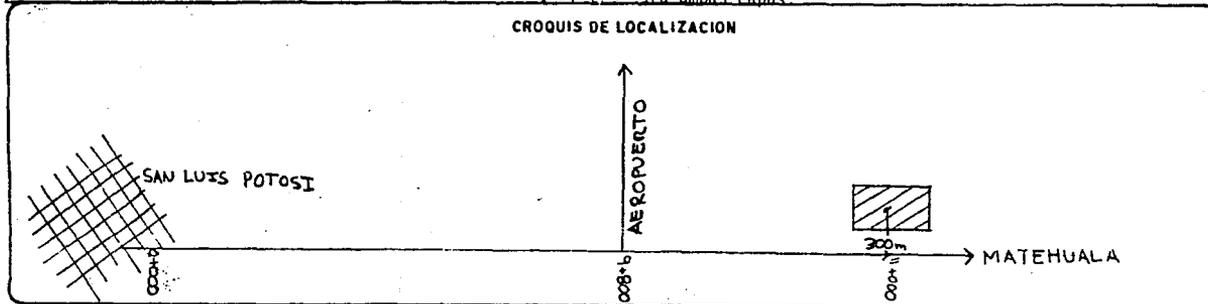
UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO		
	Nº	ESPESOR metros			90%	95%	100%	BANDEADO	A	B	C
KM. 11+000 D/I 300 M	1	0.20	Tierra vegetal	Despalme							100-00-00
Carr. San Luis Potosí - Matehuala	2	2.50	Limo arenoso compacto, café -- claro (ML)	Compactado	1.00	0.95	0.90				40-60-00
	3	INDEF.	Arena mal graduada suelta, ca- fé claro (SP).	Compactado	0.95	0.90	0.85				60-40-00

**DIMENSIONES**  
 LARGO 200 mts. ANCHO 100 mts.  
 ESPESOR 5 mts.

**VOLUMEN APROVECHABLE**  
 100,000 m<sup>3</sup>

**OBSERVACIONES** G= 29% S= 67% F= 4% E.A. = 81% I.L= 25%  
L.P.= N.P. P.F.S.M. = 1850 wopt= 10.5% V.R.S. std= 42% --  
Expansión = 0.0  
Se recomienda usar el segundo estrato para cuerpo de terraplén y el  
tercero para ambas capas.

**CROQUIS DE LOCALIZACION**



**DATOS DE BANCOS PARA PAVIMENTO**

### DATOS GENERALES DEL BANCO

Denominación " MANGALARGA "

Ubicación Km. 9+800 D/I 5200 W DE LA CARR. SAN LUIS POTOSI-MATEHUALA

Capacidad del Banco en m<sup>3</sup> + 50,000

Vol. de material aprov. estudio de m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

Empleo del material. SB-B-CA

Tratamiento TRITURACION TOTAL Y CRIBADO

Tamaño maximo de las particulas \_\_\_\_\_

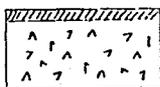
% de particulas > 2" \_\_\_\_\_

% de particulas > 1 1/2" \_\_\_\_\_

% de particulas > 3/4" \_\_\_\_\_

Observaciones: ROCA RIOLITICA (Rie)  
POCO ALTERADA, CON EMPACAMIENTOS  
DE ARCILLA, COLOR GRIS.

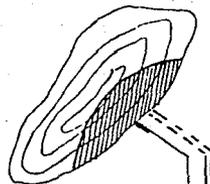
PERFIL		ESTRATIGRAFICO	
ESTRATO		CLA SIFICACION	
No.	ESPESOR	GEOLOGICA	PRESUPUESTO
1	0.5	DESPALME	100-00-00
2	15.0	RIOLITA	00-00-100



0.5 m

15.0 m

P.E.S.M. = 1944 Kg/m<sup>3</sup>  
 V.R.S. Est. = 106%  
 Exp = 1.8% E.A. = 81.3% L.L = 25%  
 I.P. = N.P Absorción = 5.0%  
 Desgaste = 31% Part. Alargadas = 38.4%  
 Part. Lajeadas = 8%  
 G = 56%  
 S = 38%  
 F = 6%



0.200 m.

DISTRIBUIDOR  
"JUAREZ"

MATEHUALA

0.800 m.

CROQUIS DEL BANCO

CARRETERA: DISTRIBUIDOR JUAREZ TRAMO: \_\_\_\_\_

SUB-TRAMO: \_\_\_\_\_ ORIGEN: SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

S.C.T. DGPSTC  
 DEPARTAMENTO DE TERRACERIAS  
 Y PAVIMENTOS  
 CROQUIS DE BANCOS

### DATOS GENERALES DEL BANCO

Denominación " CANDIDO NAVARRO "  
 Km. 24+050 D/D 5000 M. DE LA  
 Ubicación CARR. SAN LUIS POTOSI-MATEHUALA  
 Capacidad del Banco en m<sup>3</sup> + 50,000  
 Vol. de material aprov. estudiado m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

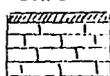
Empleo del material. SB-B-CA  
 Tratamiento TRITURACION TOTAL Y CRIBADO  
 Tamaño maximo de las partículas \_\_\_\_\_

% de partículas > 2" \_\_\_\_\_  
 % de partículas > 1 1/2" \_\_\_\_\_  
 % de partículas > 3/4" \_\_\_\_\_

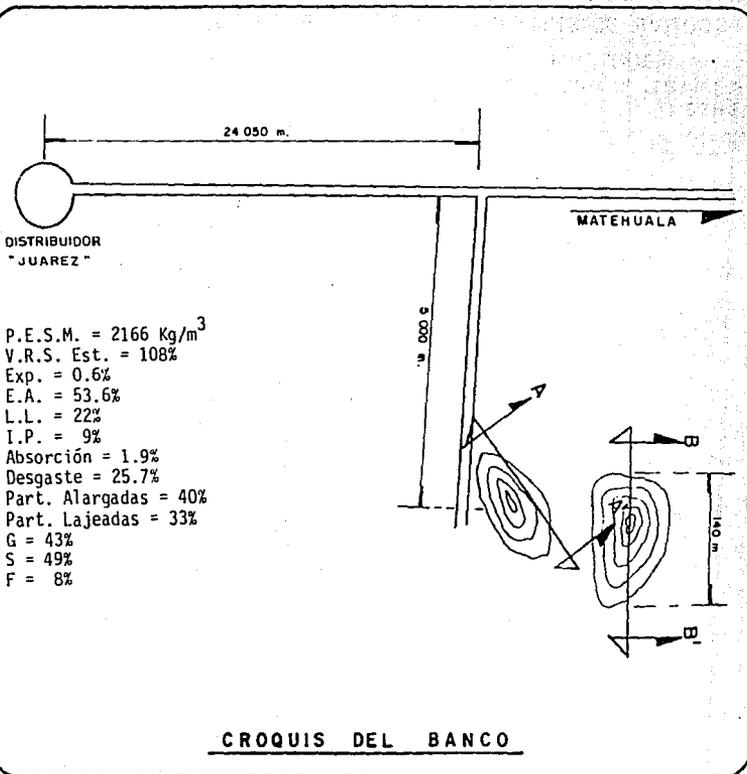
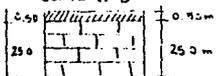
Observaciones: ROCA CALIZA SANA (Rsq)  
 231 COLOR GRIS

PERFIL		ESTRATIGRAFICO	
ESTRATO		CLASIFICACION	
No.	ESPESOR	GEOLOGICA	PRESUPUESTO
1	0.5	DESPALME	100-00-00
2	25.0	CALIZA	00-00-100

CORTE A-A'



CORTE B-B'



DISTRIBUIDOR  
 "JUAREZ"

P.E.S.M. = 2166 Kg/m<sup>3</sup>  
 V.R.S. Est. = 108%  
 Exp. = 0.6%  
 E.A. = 53.6%  
 L.L. = 22%  
 I.P. = 9%  
 Absorción = 1.9%  
 Desgaste = 25.7%  
 Part. Alargadas = 40%  
 Part. Lajeadas = 33%  
 G = 43%  
 S = 49%  
 F = 8%

CROQUIS DEL BANCO

CARRETERA: DISTRIBUIDOR JUAREZ TRAMO: \_\_\_\_\_  
 SUB-TRAMO: \_\_\_\_\_ ORIGEN: SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

S.C.T. DGPSTC  
 DEPARTAMENTO DE TERRACERIAS  
 Y PAVIMENTOS  
 CROQUIS DE BANCOS

### DATOS GENERALES DEL BANCO

Denominación " VENTURA "  
 Km. 34+100 D/1 600 M. DE LA  
 Ubicación CARR. SAN LUIS POTOSI-MATEHUALA  
 Capacidad del Banco en m<sup>3</sup> + 100,000  
 Vol. de material aprov. estudiado en m<sup>3</sup>

Empleo del material. SB-B-CA  
 Tratamiento TRITURACION TOTAL Y CRIBADO

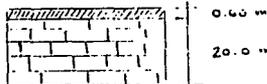
Tamaño máximo de las partículas \_\_\_\_\_  
 % de partículas > 2" \_\_\_\_\_  
 % de partículas > 1 1/2" \_\_\_\_\_  
 % de partículas > 3/4" \_\_\_\_\_

Observaciones: ROCA CALIZA (Rsq)  
 POCO ALTERADA, CON EMPACIAMIENTOS DE  
 ARCILLA, COLOR GRIS.

232

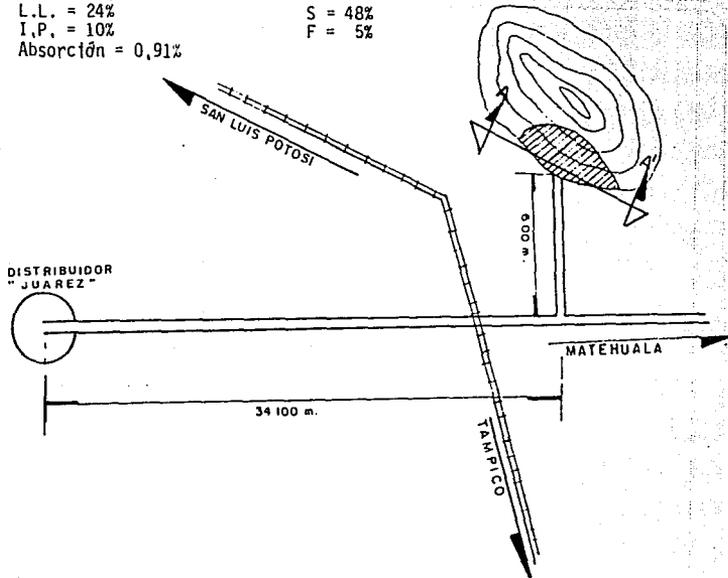
PERFIL		ESTRATIGRAFICO	
ESTRATO		CLASIFICACION	
No.	ESPESOR	GEOLOGICA	PRESUPUESTO
1	0.6	DESPALME	100-00-00
2	20.0	CALIZA	00-00-100

CORTE A-A'



P.E.S.M. = 1950 Kg/m<sup>3</sup>  
 V.R.S. Est. = 110%  
 Exp. = 0,35%  
 E.A. = 68,1%  
 L.L. = 24%  
 I.P. = 10%  
 Absorción = 0,91%

Desgaste = 21%  
 Part. Alargadas = 26%  
 Part. Lajeadas = 35%  
 G = 47%  
 S = 48%  
 F = 5%



CROQUIS DEL BANCO

CARRERA: DISTRIBUIDOR JUAREZ TRAMO: \_\_\_\_\_  
 SUB-TRAMO: \_\_\_\_\_ ORIGEN: SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

CENTRO S.C.T. SAN LUIS POTOSI  
 UNIDAD DE LABORATORIOS

BANCOS DE MATERIALES

### DATOS GENERALES DEL BANCO

Denominación " CANTERA REGIONAL "

Ubicación Km. 24+050 D/D 3200 M. DE LA CARR. SAN LUIS POTOSI-MATEHUALA

Capacidad del Banco en m<sup>3</sup> + 100,000

Vol. de material aprov. estudiado m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

Empleo del material. SB-B-CA

Tratamiento TRITURACION TOTAL Y CRIBADO

Tamaño máximo de las partículas \_\_\_\_\_

% de partículas > 2" \_\_\_\_\_

% de partículas > 1 1/2" \_\_\_\_\_

% de partículas > 3/4" \_\_\_\_\_

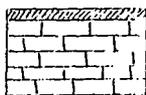
Observaciones: ROCA CALIZA SANA

(Rsq) COLOR GRIS

233

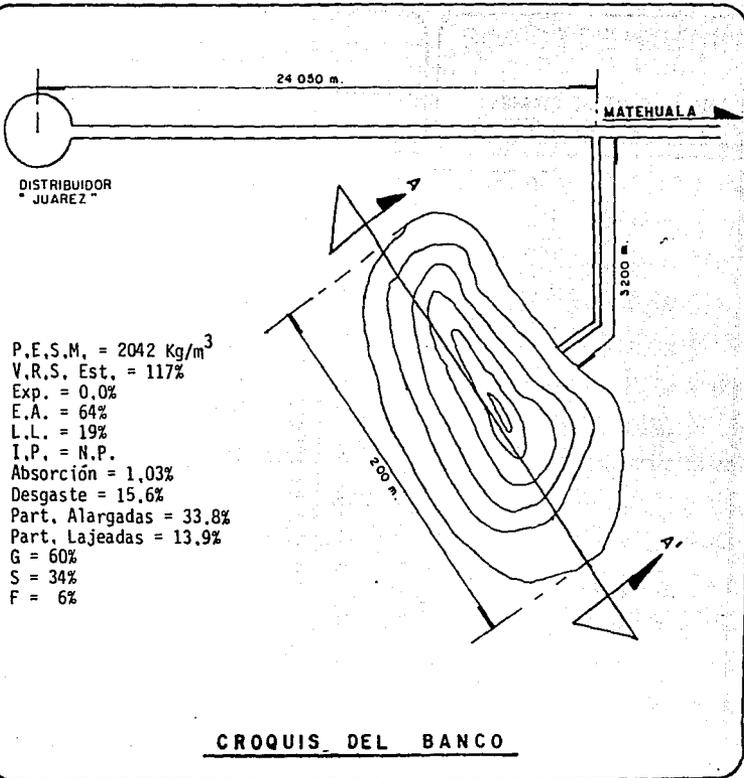
PERFIL		ESTRATIGRAFICO	
ESTRATO		CLASIFICACION	
No.	ESPESOR	GEOLÓGICA	PRESUPUESTO
1	0.5	DESPALME	100-00-00
2	20.0	caliza	00-00-100

CORTE A-A'



0.50 m

20.0 m



CARRERA: DISTRIBUIDOR JUAREZ TRAMO: \_\_\_\_\_

SUB-TRAMO: \_\_\_\_\_ ORIGEN: SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

S.C.T. DGPSTC  
 DEPARTAMENTO DE TERRACERIAS  
 Y PAVIMENTOS  
 CROQUIS DE BANCOS

### DATOS GENERALES DEL BANCO

Denominación " CERRO GORDO "

Km. 177+000 D/D 2600 N. DE LA

Ubicación CARR. QUERETARO-SAN LUIS POTOSI

Capacidad del Banco en m<sup>3</sup> + 100,000

Vol. de material aprov. estudiado m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

Empleo del material. SB-B-CA

Tratamiento TRITURACION TOTAL Y CRIBADO

Tamaño maximo de las partículas \_\_\_\_\_

% de partículas > 2" \_\_\_\_\_

% de partículas > 1 1/2" \_\_\_\_\_

% de partículas > 3/4" \_\_\_\_\_

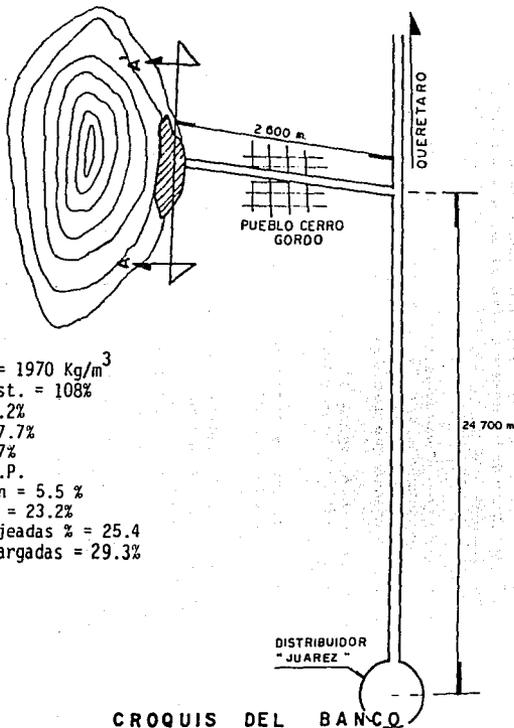
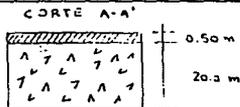
Observaciones: ROCA RIOLITICA (Rie)

POCO ALTERADA, CON EMPACAMIENTOS DE

ARCILLA, COLOR GRIS

234

PERFIL		ESTRATIGRAFICO	
ESTRATO		CLASIFICACION	
No.	ESPESOR	GEOLOGICA	PRESUPUESTO
1	0.5	DESPALME	100-00-00
2	20.0	RIOLITA	00-00-100



P.E.S.M = 1970 Kg/m<sup>3</sup>

V.R.S. Est. = 108%

Exp. = 0.2%

E.A. = 57.7%

L.L. = 27%

I.P. = N.P.

Absorción = 5.5 %

Desgaste = 23.2%

Part. Lajeadas % = 25.4

Part. Alargadas = 29.3%

G = 37%

S = 57%

F = 6%

CARRETERA: DISTRIBUIDOR JUAREZ TRAMO: \_\_\_\_\_

SUB-TRAMO: \_\_\_\_\_ ORIGEN: SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

S.C.T. DGPSTC

DEPARTAMENTO DE TERRACERIAS

Y PAVIMENTOS

CROQUIS DE BANCOS

#### V.4.1 GENERALIDADES

De manera sintetizada se puede decir que San Luis Potosí, es el lugar donde convergen cuatro tramos de carretera de jurisdicción federal y una arteria que comunica al centro de la ciudad, además la importancia del sistema carretero que comunica a esta ciudad con el resto del país, tema que ya se describió con detalle en capítulos anteriores.

Sabemos que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes está modernizando los ramales antes mencionados con la construcción del proyecto del DISTRIBUIDOR VIAL BENITO JUAREZ, que integran adecuadamente los tramos de carreteras federales y las vías urbanas que inciden en ella.

Dentro de los trabajos que tienen ingerencia en este proyecto y que son parte complementaria del mismo, están las obras Hidráulicas, obras que tienen como objetivos los siguientes:

- a) Dar salida inmediata al agua que por cualquier motivo cruza o llega a sus inmediaciones, encausando también las acumuladas ya existentes.
- b) Eliminar los encharcamientos que se pueden formar en la calzada y evitar la destrucción del pavimento.
- c) Emplear defensas eficientes que impidan que se produzcan deslaves y erosiones.
- d) Construir obras auxiliares que reduzcan la humedad en las terracerías y los camellones.
- e) Disminuir la posible infiltración del subsuelo.

Para llevar a cabo estos objetivos, es necesario considerar dos tipos de drenaje que son:

- 1.- Drenaje superficial
- 2.- Drenaje subterráneo

Para nuestro caso, únicamente nos interesa el primer aspecto, y se emplea para desalojar en forma expedita el agua existente en la superficie, la cual es producida por las lluvias de la región, y que pueden perjudicar la estructura de la superficie de rodamiento haciendo más costosa su conservación.

Los estudios de topografía realizados en esta ciudad nos indican que esta zona es prácticamente plana.

La ciudad de San Luis, es una ciudad urbana que cuenta con sistema de red de drenaje.

Para el desalojo de los escurrimientos superficiales se construirán líneas secundarias y obras de captación, como lo son, coladeras de banqueta, coladeras de tormenta, cajas desarenadoras, cunetas etc.

En cada ramal de carretera se construye un colector ubicado en las laterales o en los camellones, las aguas que conducen las descargan al colector principal de la red existente de esta ciudad.

#### V.4.2 CONSIDERACIONES HIDROLOGICAS

San Luis Potosí está situado a 22° 9' 10" de latitud norte, 100° 58' 38" de latitud oeste y a 1877 MSLM. de altitud.

El clima es templado con temperatura media anual de 17.6° C la máxima extrema es de 36° C y la mínima extrema es de 2.4° C. La humedad media del aire es de 0.64%.

El clima en esta entidad presenta grandes contrastes debido a la conformación variada del relieve y a la influencia de masas de agua, tanto marítimas como lacustres.

Se encuentran variantes de climas semisecos hacia el norte y noroeste de la ciudad, y climas cálidos a lo largo de toda la costa.

La lluvia es escasa con un promedio de precipitación anual de 365 mm, y precipitación máxima de 494 mm.

La mayor incidencia de lluvias se registran en el mes de julio, con un rango que fluctúa entre 224 y 250 mm, los casos más críticos los originan excepcionalmente los ciclones que se abaten en el Golfo, provocando inundaciones.

En esta ciudad se han presentado las siguientes inundaciones: En 1924, se presentó la primera, en 1933 se presentó una inundación, posteriormente, dos en el mes de septiembre de 1955, las cuales fueron de forma muy irregular.

Geográficamente, la ciudad de San Luis ocupa una extensión de 1353.30 Km. en la extensa faja de la planicie de esta región en la que se asienta la capital, esta planicie se encuentra limitada al sur por las derivaciones de la sierra de San Miguelito, al oeste por la sierra Escalerillas y las lomas de la presa de San José, y al norte por la sierra de Bocas. A continuación se dan los siguientes datos hidrológicos:

PRECIPITACION MAXIMA mm	NO. DE DIAS CON PRECIPITACION	NO. DE DIAS NUBLADOS	INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/hr)	ESCURRIMIENTO PROMEDIO VOLUMEN (m3/seg.)
24 Hr. 1.0 Hr.	> 1 > 10			
100 38.2	76 16	103	347	379.9

Se definen los siguientes términos hidrológicos:

##### V.4.2.1 PRECIPITACION PLUVIAL

Por precipitación pluvial se entiende la altura del agua que proporciona la lluvia en un lugar determinado y se mide en mm de lámina de agua.

##### V.4.2.2 ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

Es la cantidad de agua que arroja una superficie determinada.

### V.4.3 CLASIFICACION DEL DRENAJE

Como sabemos, para el diseño de una carretera es de suma importancia la consideración del elemento agua, como el principal causante de problemas a caminos y carreteras, ya que la filtración de la misma produce disminución de la resistencia de los suelos, acción que involucra fallas en los terraplenes, en cortes y superficies de rodamiento.

Lo anterior exige obras de drenaje que den solución a este tipo de problemas.

Antes de entrar al análisis de los colectores de cada ramal del DISTRIBUIDOR VIAL; es necesario hacer recalcar la importancia que tiene el interceptar el agua que escurre de la corona de una carretera o camino, del talud de corte y lo del terreno natural adyacente, para conducirla hacia una corriente natural obra transversal u obra longitudinal, con el objeto de alejar lo mas que se pueda los escurrimientos superficiales, por lo que es determinante mencionar que el drenaje es el alma de un camino o carretera.

Las obras de drenaje en general se forman de la siguiente manera:

- Bombeo
- Guarniciones
- Cunetas
- Contracunetas
- Alcantarillas
- Lavaderos
- Bordillos
- Coladeras de banqueta
- Coladeras de tormenta
- Cajas desarenadoras
- Pozos de visita

Para nuestro caso las obras que más influyen en los escurrimientos, son el bombeo y las guarniciones, obras que se derivan por la configuración de nuestro DISTRIBUIDOR VIAL, el cual es de tipo elevado y está integrado por el circuito local, el primer y segundo nivel, combinado éste con una estructura de tierra armada, como ya se hizo mención en los capítulos anteriores.

La captación de agua para nuestro caso es a través de la corona de la vialidad y el escurrimiento se realiza por la guarnición de la misma (Fig. V.4.3.1).

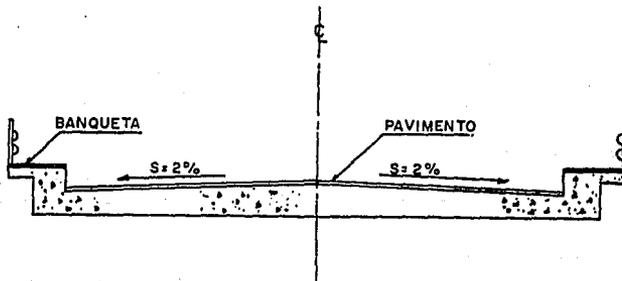


FIG. V.4.3.1

## BOMBEO

Es la pendiente transversal que se le dió a los ramales del distribuidor, permite que el agua que escurre de la misma viaje hacia los hombros.

La pendiente que se utilizó para este caso es del orden del 2% (Fig. V.4.3.1)

Para el caso de curva el bombeo se dió con la sobre elevación, de manera que el escurrimiento transversal ocurre sin discontinuidades, desde el hombro más elevado al más bajo.

Nuestro escurrimiento es hacia uno de los hombros según el sentido de la curva, (Fig. V.4.3.2).

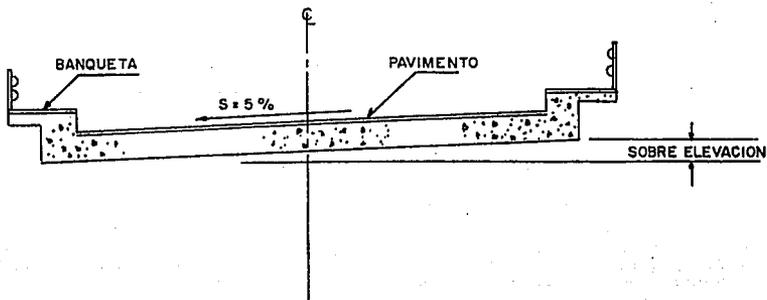


FIG. V.4.3.2

#### V.4.3.1 GUARNICIONES

Las guarniciones se construyen en las orillas de las banquetetas, éstas tienen la función de contener a las mismas y evitar que deslicen sobre la superficie de rodamiento, a la vez, tienen la función de proteger a las banquetetas contra la acción del tránsito; por otra parte tienen relación con el drenaje, aunque ese no sea su objetivo principal, pues canalizan el agua que escurre en la superficie de rodamiento, guiándola hacia salidas especialmente dispuestas (Fig.V.4.3.1.1)

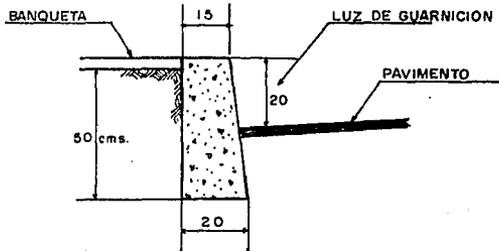


FIG. V.4.3.1.1

La forma trapezoidal se dispone para dar mayor resistencia a la sección al vuelco, el mismo objetivo se busca con la esbeltez de la sección, que permite una longitud de empotramiento conveniente.

De acuerdo a las normas de la S.C.T., la construcción de éstas se deberá realizar con un concreto de  $F'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$  y debe utilizarse cimbra metálica para darle un acabado aparente. El agua que escurre de los ramales 10-60, 20-50, 40-140, 10-70 y 20-80, será captado a través de coladeras de banqueteta. (Fig.IV.4.3.1.2)

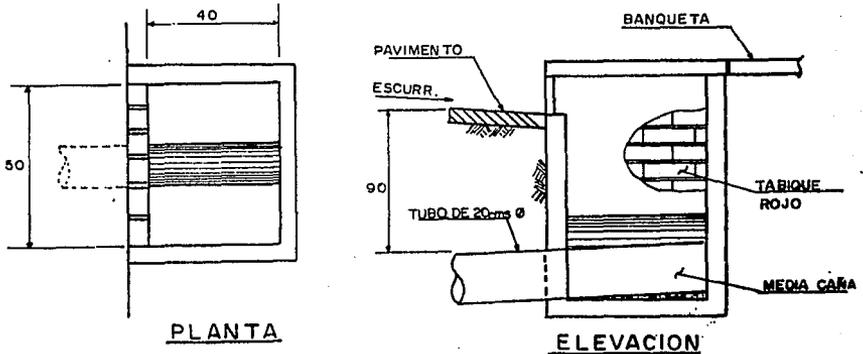


FIG. V.4.3.1.2

### V.4.3.2 COLADERAS DE TORNENTA.

Estas obras descargan directamente a los colectores de los ramales antes mencionados.

Las coladeras de banquetas, se construyeron a base de tabique rojo recocido, el cual va desplantado de una losa de concreto de  $F'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$  y pulida en su interior con mortero cemento-arena en proporción de 1:4 y tubo de concreto simple de 20 cm de diámetro (Fig.IV.4.3.1.2).

Las coladeras de tormenta son similares a las coladeras de banqueta, sólo que éstas son de dimensiones mayores a  $1.0 \times 1.50 \text{ m}$  construidas con tabique rojo y desplantado de la losa de piso de concreto armado  $F'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$  y pulida en su interior con mortero cemento-arena en proporción de 1:4 y tubo de concreto simple de 38 cm de diámetro. (Fig. V.3.2.1).

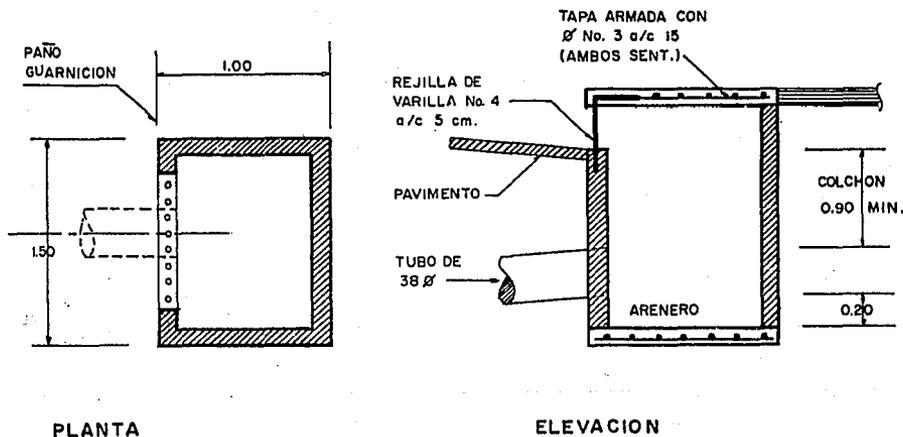


FIG. V.4.3.2.1

### V.4.3.3 CAJAS DESARENADORAS.

Son depósitos de mampostería o de concreto en forma de caja, donde cae el agua que corre por las cunetas y guarniciones captando también el agua excedente que no logran captar las coladeras de banqueta.

Por lo general a estos cajones se les anexan desarenadores que sirven para detener los arrastres de finos que lleva la cuneta.

Este tipo de cajas se emplean en zonas urbanas y semiurbanas y se construyen de acuerdo con proyecto.

Este tipo de obra es a base de piedra brasa de 3a., se desplantó de una plantilla hecha de concreto y se asentó con mortero cemento-arena en proporción de 1:5 y con tubo de concreto armado de 60 cm de diámetro el cual descarga directamente a pozo de visita (Fig.V.4.3.3.1), este tipo de obra tiene la función de detener los sólidos que arrastran los escurrimientos superficiales de agua.

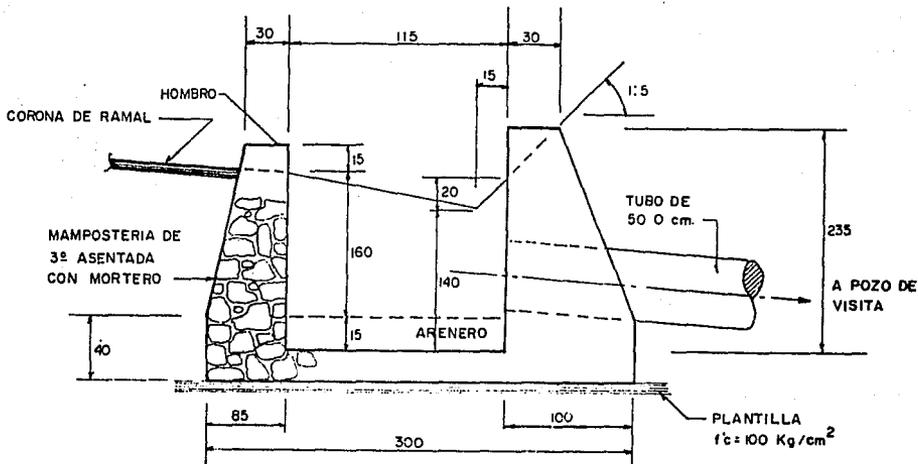


FIG. V.4.3.3.1

Para la localización y ubicación de estas obras y los colectores se puede ver la planta de la Fig.V.4.4.2

#### **V.4.4 DISEÑO HIDRAULICO**

El sistema de alcantarillado de la ciudad de San Luis Potosí es combinado, es decir, desaloja al mismo tiempo aguas negras y aguas pluviales; para el cálculo del gasto de aguas negras de cada colector se tomó como base las áreas tributarias de cada uno de ellos.

La determinación de los gastos de escurrimientos pluviales superficiales captados por los diferentes tramos de los colectores, se efectuará con un método de hidrología urbana.

Para éste caso será el método racional aplicando la fórmula,  $Q=ACI$ , procediendo de la siguiente forma:

1o.- Se dividirán los colectores en varios tramos y se calculará el área de influencia de cada uno, en hectáreas.

2o.- Se determinará el tiempo de concentración para cada tramo.

3o.- Se considerará la intensidad de la lluvia con duración igual al tiempo de concentración en toda el área tributaria.

4o.- Se determinará el coeficiente "C" que resulte según la urbanización de cada área en función de la tabla de TALBOT.

5o.- Con estos datos se calculará el gasto de escurrimiento y el hidrograma tipo de cada colector.

Con el método gráfico alemán se integrarán los escurrimientos dentro de los colectores, teniendo así en cada tramo el gasto de diseño.

Antes de entrar al diseño de la cuneta y del colector, es importante mencionar que su diseño se basa en los principios de flujo uniforme en canales abiertos y conductos cerrados parcialmente llenos.

A continuación, se definen los términos que intervienen en la fórmula de MANNING y en la fórmula de continuidad:

##### **V.4.4.1 AREA HIDRAULICA**

Es la sección transversal al cauce que necesita una obra para dar paso a un máximo caudal.

##### **V.4.4.2 PERIMETRO MOJADO**

Es la parte de la sección transversal al cauce, en que el agua tiene contacto con el perímetro de la sección normal en contacto con una frontera rígida.

##### **V.4.4.3 RADIO HIDRAULICO**

El radio hidráulico de una sección normal es la relación del área hidráulica entre el perímetro mojado.

##### **V.4.4.4 TIRANTE HIDRAULICO**

El tirante hidráulico es la relación del área hidráulica entre el ancho de la superficie libre o espejo de agua.

Para el diseño de las características de las cunetas y colectores, es necesario llegar a un análisis detallado de la intensidad de la lluvia, y los gastos que ambos van a conducir, estos datos serán tomados de las consideraciones hidrológicas.

Las secciones deben ser lo suficientemente capaces de soportar los escurrimientos más desfavorables, sin embargo es importante hacer incapié que su diseño se basa en los principios de flujo uniforme, donde las relaciones básicas se realizan mediante la fórmula de MANNING y de continuidad, donde

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

$$Q = A \cdot V$$

V = Velocidad promedio m/s

R = Radio hidráulico de la sección en M.

S = Pendiente del canal en M/M

A = Area hidráulica de la sección en M<sup>2</sup> haciendo el análisis de las características del área de influencia, se obtiene el volumen de escurrimiento aplicando la ecuación de intensidad como sigue:

$$Q = CIA$$

donde:

C = Coeficiente de permeabilidad o escurrimiento, los valores están en función de la zona donde se desarrolla el escurrimiento para el caso del DISTRIBUIDOR VIAL, el valor de C = 0.3 por ubicarse en una zona urbana.

I = Es la intensidad de la precipitación por intervalo de tiempo, es decir se mide en las horas de máxima precipitación, esto es con una duración de 20 a 30 minutos I = 34.7 cm/hr.

A = Area de influencia del escurrimiento.

La cuneta tipo que se propone es de sección transversal triangular, considerada como suficiente para la mayoría de los casos, cuya profundidad es de 35 cm., ancho de 1.15 m y talud de lado de la corona 1:2.85

La sección cumple con las normas propuestas por S.C.T. (Fig.V.4.4.1)

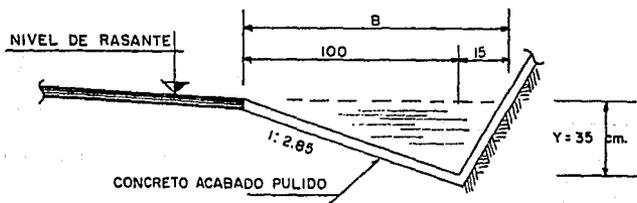


FIG. V.4.4.1

De acuerdo con la forma geométrica de la figura se determinan sus propiedades hidráulicas y su capacidad.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad Q = A v$$

$$A = YB/2 = 0.20125 \text{ m}^2$$

$$P = \sqrt{2} y + B = 1.645 \text{ M}$$

$$R = \frac{YB}{2\sqrt{2}y + 2B} = 0.12234 \text{ M}$$

$$N = 0.013$$

$$V = 2.6810 \text{ m/seg} = 539.5 \text{ lt/seg}$$

$$Q = AV = 539.5 \text{ lt./seg.}$$

Se determina el gasto de escurrimiento que debe conducir la sección.

Se tienen los siguientes datos:

$$H_p = 250 \text{ mm}$$

$$T_o = \frac{L_c^{0.77} (3.25 \times 10)}{S^{0.385}} = 0.72046 \text{ hr.}$$

$$L_c = 700 \text{ m}$$

$$B = 20 \text{ m}$$

$$A = 700 \times 20 = 14000 \text{ m}^2$$

$$S = 0.001$$

$$I = \frac{H_p}{t_c} = 34.7 \frac{\text{cm}}{\text{hr}}$$

$$C = 0.3$$

$$Q = 0.3 \frac{0.347}{3600} 14000 = 0.405 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\therefore Q = 405 \text{ lt/seg.} < 539.5 \text{ lt/seg.}$$

La sección propuesta es suficiente para desalojar la demanda máxima de 405 lt/seg que se acumula antes de distribuirse en las cajas desarenadoras.

La cuneta de sección triangular se construyó a base de concreto simple de  $F'c = 100\text{Kg/cm}^2$  y 10 cm de espesor, desarrollo ubicado en el circuito local de la glorieta, con una pendiente del 2% y descargó directamente a las cajas desarenadoras que tienen la siguiente localización; las de la rama 20-70, están ubicadas a cada 35.0 m e inician en el cadenamamiento EST. 140 + 377 y termina en la EST. 140 + 090.50, las del ramal 50-60 están localizadas a cada 50.0 m, e inician en el cadenamamiento EST. 140 + 428.50 y termina en la EST. 140 + 060, (Fig.V.4.4.2).

Para el diseño de los ramales se analiza el más crítico, siendo éste el colector de la rama 10-60, que tiene una longitud de  $L = 1073$  m y está integrado en toda su longitud por tres tipos de diámetro. Al principio con tubo de 60 cm de diámetro, la segunda parte por tubo de 75 cm de diámetro y la tercera parte por tubo de 90 cm de diámetro.

Para el diseño se utiliza el método analítico. Para una sección circular

$$Q = AV, V = Q/A = 1/n R^{2/3} S^{1/2}, AR = nQ/D^{8/3} S^{1/2}$$

$$Si Y/D = 0.60$$

de la gráfica se tiene que  $\frac{nQ}{D^{8/3} S^{1/2}} = 0.21$

ver Figura 9

donde

$$D = \left[ \frac{nQ}{0.21 S^{1/2}} \right]^{3/8}$$

Area de influencia del escurrimiento será:

$$A = 12 \times 1073 = 12876 \text{ m}^2$$

$$I = 34.7 \text{ cm/hr}$$

$$C = 0.3$$

$$n = 0.013$$

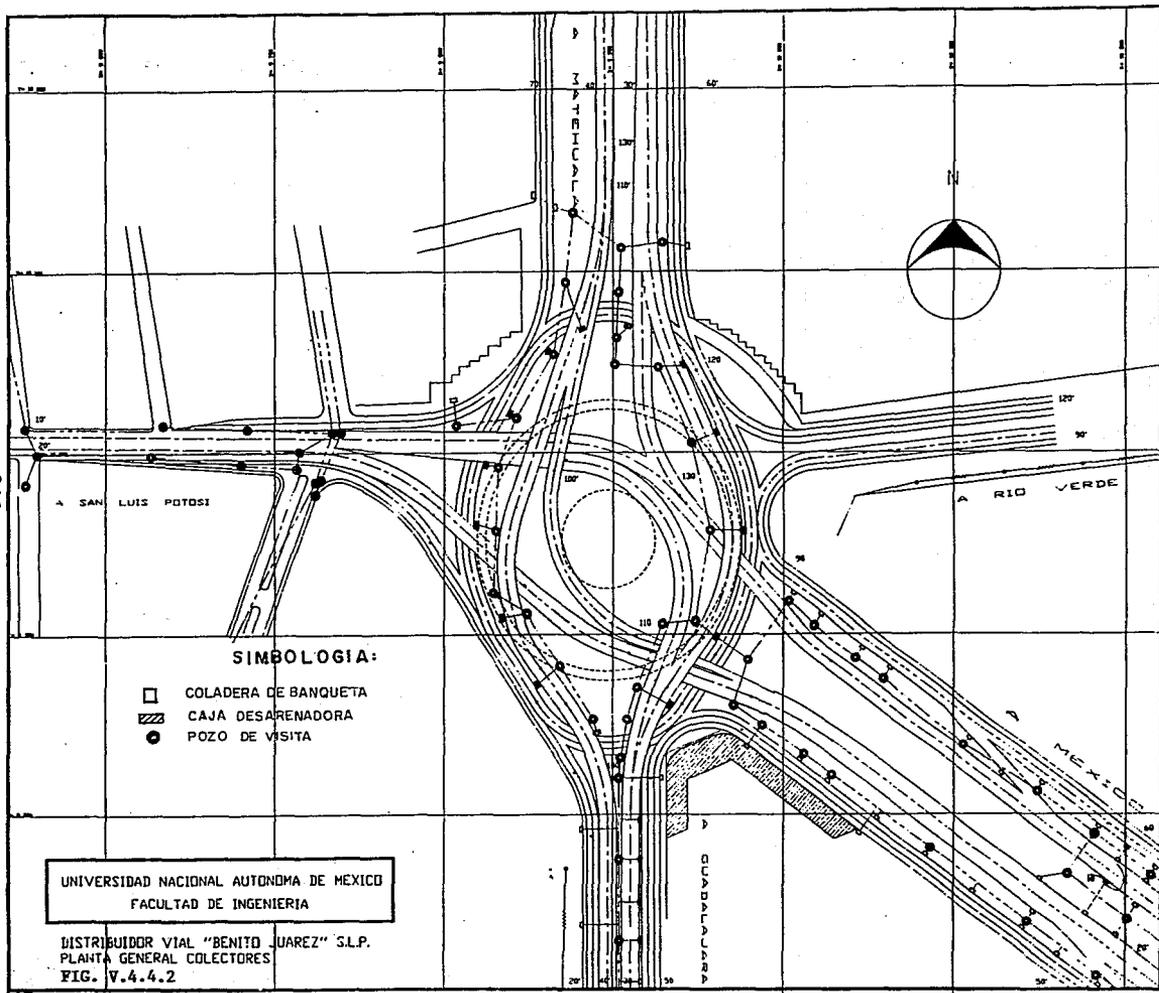
$$S = 0.001$$

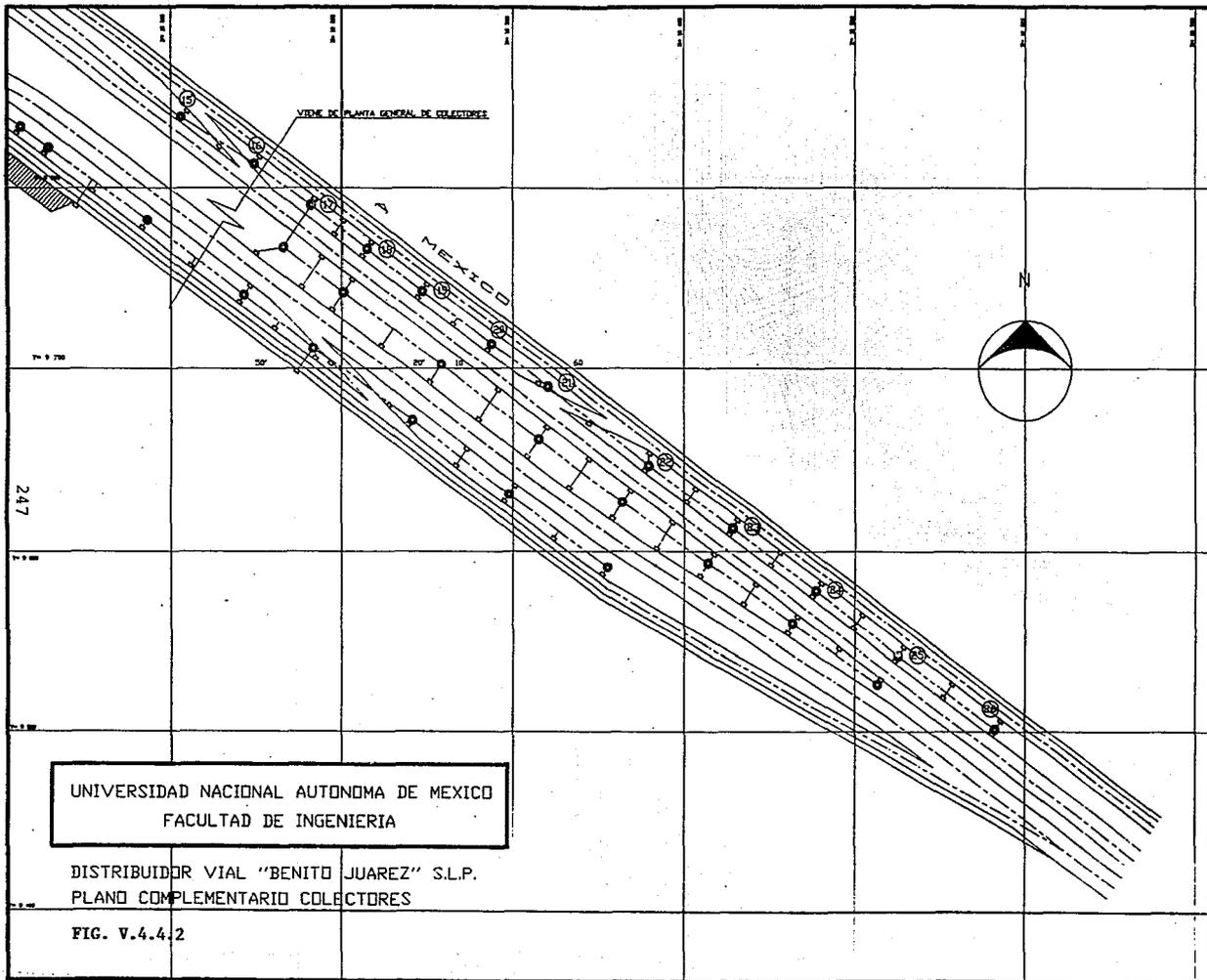
$$Q = 0.3723 \text{ m}^2/\text{seg} = 372.3 \text{ lt/seg}$$

Sustituimos valores:

$$D = \left[ \frac{0.013 (0.3723)}{0.21 (0.001)^{1/2}} \right]^{3/8} = 0.88816 \text{ M}$$

... D = 90 cm de diámetro





De la tabla No. 1 se tiene que:

$$Y/D = 0.60 \quad R/D2 = 0.4920$$

$$A = 0.492 \times 0.90 = 0.398852 \text{ m}^2$$

$$V = 0.3723/0.398852 = 0.9343 \text{ m/seg}$$

La sección obtenida es adecuada para desalojar los escurrimientos máximos que se presentan en esta zona, la velocidad está dentro de la velocidad mínima y velocidad máxima establecidas para colectores (Fig.V.4.4.3).

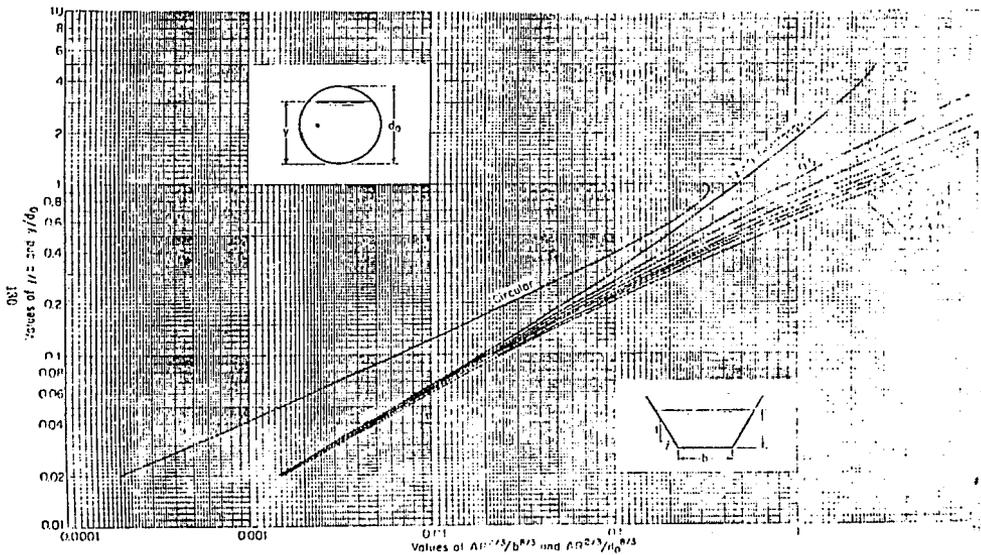


FIG. V.4.4-3

Apéndice A. Elementos geométricos para secciones de canal circular. (Continuación)

$\frac{Y}{d_0}$	$\frac{A}{Z}$ do	$\frac{P}{d_0}$ do	$\frac{R}{d_0}$ do	$\frac{T}{d_0}$ do	$\frac{D}{d_0}$ do	$\frac{Z}{2.5}$ do	$\frac{2/3}{AR}$ $\frac{2.5}{d_0}$
0.31	0.2074	1.1810	0.1755	0.9250	0.2242	0.0081	0.0650
0.32	0.2167	1.2025	0.1801	0.9330	0.2322	0.1044	0.0690
0.33	0.2260	1.2239	0.1848	0.9404	0.2404	0.1107	0.0756
0.34	0.2355	1.2451	0.1891	0.9474	0.2486	0.1172	0.0776
0.35	0.2450	1.2661	0.1935	0.9539	0.2568	0.1241	0.0820
0.36	0.2546	1.2870	0.1978	0.9600	0.2652	0.1310	0.0864
0.37	0.2642	1.3078	0.2020	0.9656	0.2736	0.1381	0.0909
0.38	0.2739	1.3284	0.2064	0.9708	0.2822	0.1453	0.0955
0.39	0.2836	1.3490	0.2102	0.9755	0.2908	0.1528	0.1020
0.40	0.2934	1.3694	0.2142	0.9798	0.2994	0.1603	0.1050
0.41	0.3032	1.3898	0.2181	0.9837	0.3082	0.1682	0.1100
0.42	0.3132	1.4101	0.2220	0.9871	0.3172	0.1761	0.1147
0.43	0.3229	1.4303	0.2257	0.9902	0.3262	0.1844	0.1196
0.44	0.3328	1.4505	0.2294	0.9928	0.3352	0.1927	0.1245
0.45	0.3428	1.4706	0.2331	0.9950	0.3446	0.2011	0.1298
0.46	0.3527	1.4907	0.2366	0.9968	0.3538	0.2098	0.1348
0.47	0.3627	1.5108	0.2400	0.9982	0.3634	0.2186	0.1401
0.48	0.3727	1.5308	0.2434	0.9992	0.3730	0.2275	0.1452
0.49	0.3827	1.5508	0.2467	0.9998	0.3828	0.2366	0.1505
0.50	0.3927	1.5708	0.2500	1.0000	0.3928	0.2459	0.1558
0.51	0.4027	1.5908	0.2531	0.9998	0.4028	0.2553	0.1610
0.52	0.4127	1.6108	0.2561	0.9992	0.4130	0.2630	0.1664
0.53	0.4227	1.6308	0.2591	0.9982	0.4234	0.2748	0.1715
0.54	0.4327	1.6509	0.2620	0.9968	0.4340	0.2848	0.1772
0.55	0.4426	1.6710	0.2649	0.9950	0.4448	0.2949	0.1825
0.56	0.4526	1.6911	0.2676	0.9928	0.4558	0.3051	0.1878
0.57	0.4625	1.7113	0.2703	0.9902	0.4670	0.3158	0.1933
0.58	0.4723	1.7315	0.2728	0.9871	0.4786	0.3263	0.1987
0.59	0.4822	1.7518	0.2754	0.9837	0.4902	0.3373	0.2041
0.60	0.4920	1.7722	0.2776	0.9798	0.5022	0.3484	0.2092
0.61	0.5018	1.7926	0.2797	0.9755	0.5144	0.3560	0.2146
0.62	0.5115	1.8132	0.2818	0.9708	0.5270	0.3710	0.2199
0.63	0.5212	1.8338	0.2839	0.9656	0.5398	0.3830	0.2252
0.64	0.5308	1.8546	0.2860	0.9600	0.5530	0.3945	0.2302
0.65	0.5404	1.8755	0.2881	0.9539	0.5666	0.4066	0.2358

TABLA NO. 1

**PENDIENTES MAXIMAS Y MINIMAS**

**PARA TUBERIAS DE UNA RED DE ALCANTARILLADO EN CASOS NORMALES.**

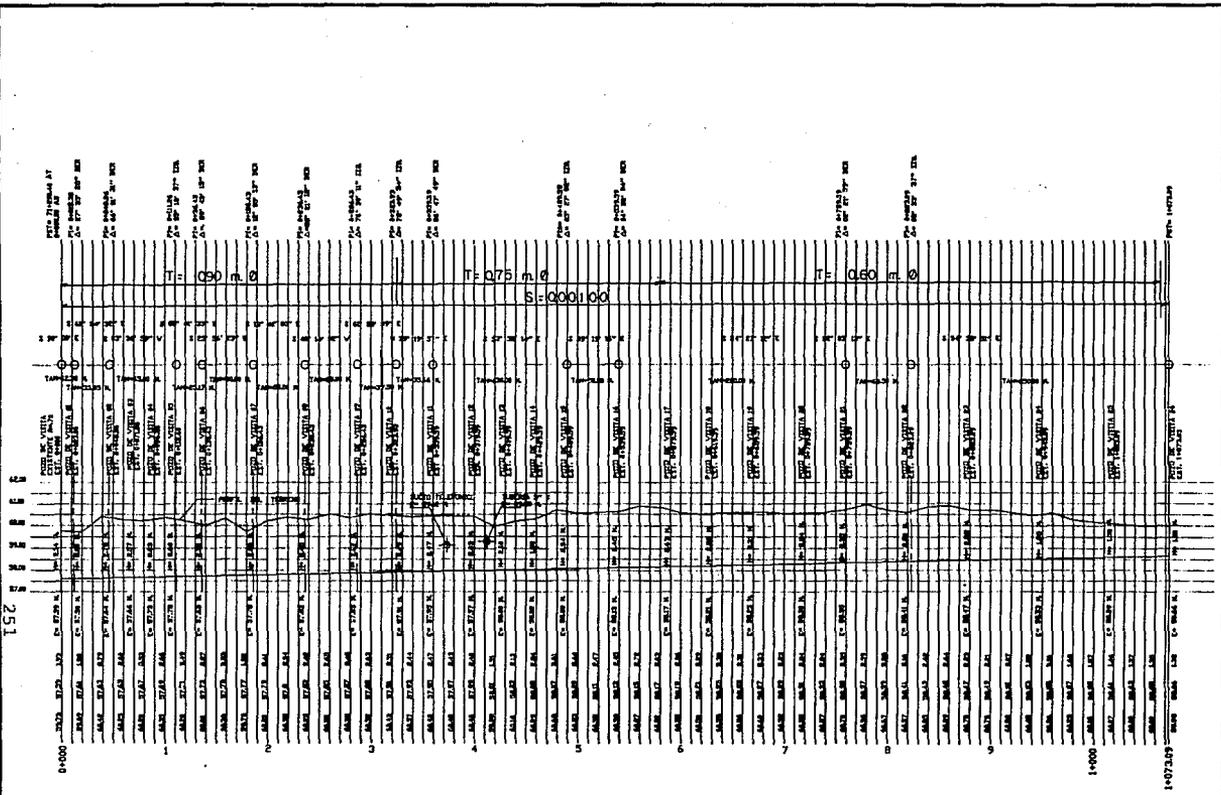
DIAMETRO NOMINAL EN CM.	CALCULADAS				PENDIENTE RECO- MENDABLE PARA PROYECTOS, EN MILESIMOS.	
	MAXIMA V = 3.00 M/SEG. A TUBO LLENO		MINIMA V = 0.60 M/SEG. A TUBO LLENO		MAXIMA	MINIMA
	PENDIENTE MILESIMOS	GASTO LT/SEG	PENDIENTE MILESIMOS	GASTO LT/SEG		
20	82.57	94.24	3.30	18.85	83	4.0
25	61.32	147.26	2.45	29.45	61	V.NOTA 2 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	1578.13	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

TABLA NO. 2

**NOTAS:**

1.- Fórmula empleada: Manning ( n = 0.013 )

2.- Para lograr un mejor funcionamiento hidráulico se proyectarán las  
atarjeas de 20 cm de diámetro con una pendiente mínima de 4 milésimos.



COLECTOR RAMA 10 - 30  
FIG. V.4.4.5

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

Este colector se inicia en el cadenamiento EST. 1 + 073.09 y termina en el cadenamiento EST. 0 + 012.30 en este punto se descarga toda el agua pluvial captada por los 7 colectores construidos en la glorieta y es encausada a través del colector existente, el cual está integrado por dos líneas de 1.80 m de diámetro ver localización y sección transversal del mismo. (Figura 11)

En la Fig. V.4.4.5 se muestra el perfil del colector tipo que se consideró en nuestro análisis, en el se puede ver el nivel de plantilla, la pendiente y la profundidad de los pozos de visita.

Para la excavación de cepas de los colectores, se realizó de acuerdo a lo especificado en noxmas de proyecto, Tabla 2.

La cama del tubo debe ser de tezontle o grava controlada Tabla 3.

La construcción de pozos de visita será de tabique rojo recocido y aplanado con mortero-cemento-arena de proporción 1:4, escalones y brocal de FoFo (Fig. V.4.4.4).

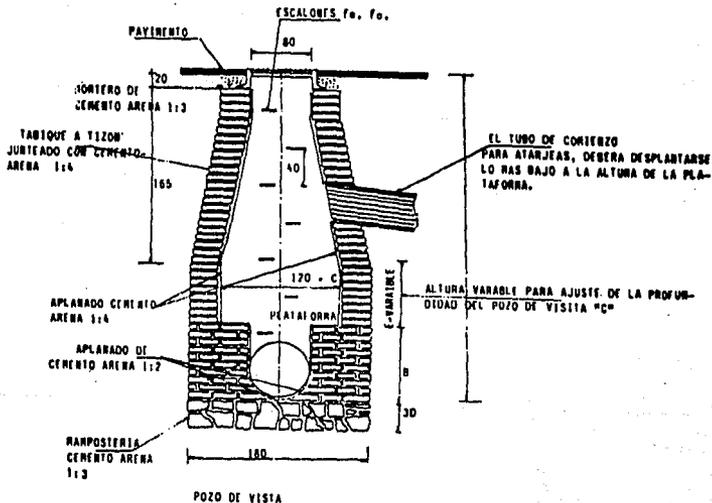


FIG. V.4.4.4

3 SAN LUIS POTOSI CENTRO

(71+231.40) 1



DE EJE DE OBRA AL TRAZO = 2.26 M.

(71+129.90) 2



DE EJE DE OBRA AL TRAZO = 1.75 M.

(71+049.90) 3



DE EJE DE OBRA AL TRAZO = 1.85 M.

(70+987.00) 4



DE EJE DE OBRA AL TRAZO = 2.31 M.

(70+127.80) 5



DE EJE DE OBRA AL TRAZO = 2.81 M.

(70+590.60) 6



DE EJE DE OBRA AL TRAZO = 2.85 M.

(70+529.70) 7



DE EJE DE OBRA AL TRAZO = 3.19 M.

(70+469.70) 8



DE EJE DE OBRA AL TRAZO = 0.56 M.

(70+408.33) 9



DE EJE DE OBRA AL TRAZO = 5.95 M.

(70+332.40) 10



DE EJE DE OBRA AL TRAZO = 7.75 M.

(70+289.05) 11



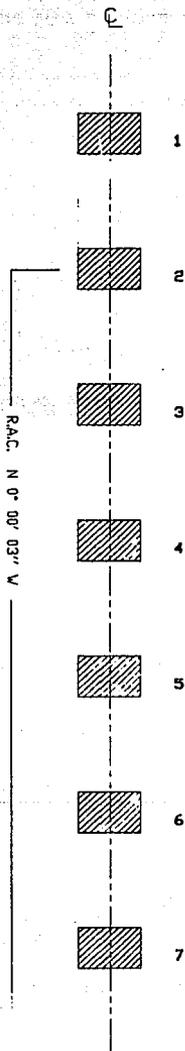
DE EJE DE OBRA AL TRAZO = 7.50 M.

(70+228.85) 12



DE EJE DE OBRA AL TRAZO = 11.65 M.

TRAZO RAMA 70  
MATEHUALA



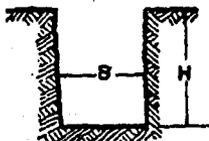
SE SUGIERE UTILIZAR ESTE COMO DESCARGA

CROQUIS REPRESENTATIVO DE LA UBICACION DE LOS REGISTROS DE DRENAJE

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

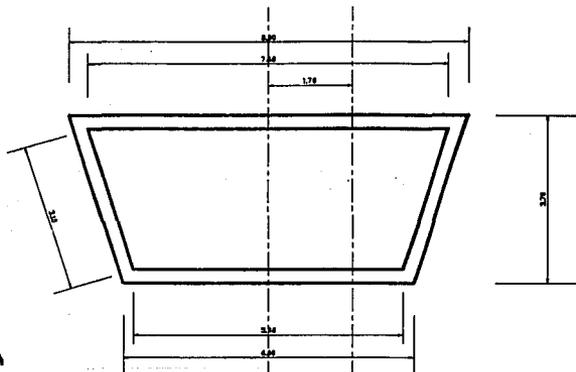
**SUBDIRECCION DE PROYECTOS**

<b>DIAM. INTERIOR TUBO cm</b>	<b>ANCHO ZANJA "B" cm</b>
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

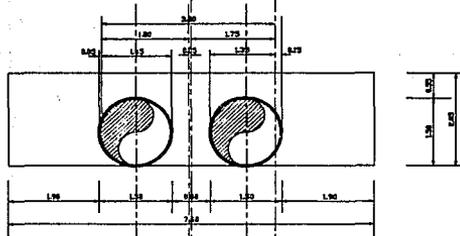


**NOTAS:**

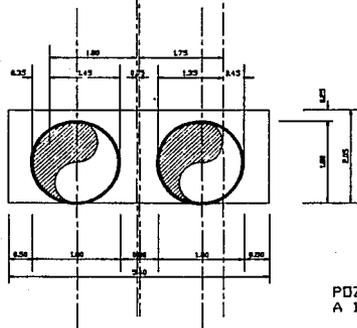
- 1.- Las tuberías que se instalen serán de juntas de macho y campana hasta 45 cm de diámetro y para diámetros mayores de espiga y caja.
- 2.- El colchón mínimo sobre el lomo del tubo debe ser 90 cm. excepto en los sitios en que por razones especiales se indiquen en los planos otros valores.
- 3.- La profundidad mínima de la zanja será la que se obtenga sumando al 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.



PLANTA

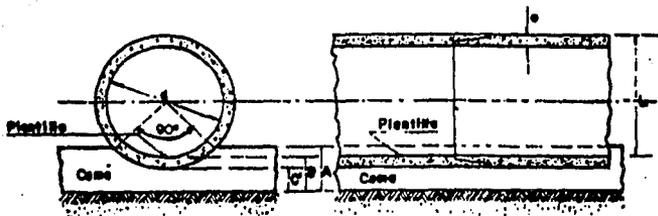


CORTE DE LLEGADA



CORTE DE SALIDA

POZO DE VISITA No. 2  
A 1.75 M. IZQ. DE EST. 71+129.90



COMERCIAL	d FABRICACION	A B C			ESPEORES " "		PARA CALCULAR ESCANTILLONES EN TENDIDO DE TUBERIA L
		A	B	C	TUBO	JUNTA	
61	61.0	14.0	9.6	3.2	6.4	0.63	67.3
76	76.2	17.0	10.8	3.8	7.0	0.63	83.2
91	91.4	19.0	11.0	3.4	7.6	0.63	99.1
107	106.7	22.0	12.7	3.8	8.9	0.63	115.6
122	121.9	25.0	14.3	4.2	10.2	0.95	132.1
152	152.4	30.0	16.7	4.0	12.7	0.95	165.1
183	182.9	36.0	20.0	4.7	15.2	0.95	198.1
213	213.4	41.0	22.3	4.5	17.8	1.90	231.1
244	243.8	46.0	24.7	4.3	20.3	1.90	264.2

Los valores de todas las columnas están expresados en cm.

TABLA NO. 3

**NOTAS:**

- 1.- La tabla fue calculada para tubería de concreto reforzado, con los espesores de pared que están considerados en las especificaciones de la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado.
- 2.- La cama deberá ser de un material que garantice dos condiciones:
  - a) Facilidad en el acomodo de la tubería.
  - b) Formar un encamado tal que la carga del tubo en el terreno sea uniforme.
- 3.- En ningún caso se aceptarán para "C" valores menores de los indicados.

## V.5 ILUMINACION.

El Distribuidor Vial contará con sistema de alumbrado en cada uno de sus ramales. Cabe mencionar que el diseño eléctrico como la iluminación de la vialidad, están fuera del alcance de este trabajo, debido a que este pertenece a otra rama de la Ingeniería. Se tratará este tema solamente desde el aspecto relacionado con la obra civil, esto es a fin de hacer un énfasis esquematizado en lo concerniente al proceso constructivo.

La fabricación, colocación y suministro de los postes, así como el tipo de lámparas y accesorios requerido para el alumbrado se concesionaron a empresas particulares, las cuales se sujetaron a las normas y lineamientos establecidos por la Comisión Federal de Electricidad de SLP.

Para nuestro caso el principal sistema de alumbrado se realizará con 4 torres de iluminación, que estarán distribuidas en el contorno de la glorieta.

La cimentación de las torres es de tipo pilote, armado con varilla de 1" de diámetro y estribos del No. 3 y concreto F'C 200 Kg/cm<sup>2</sup>, la pila tiene las siguientes dimensiones 1.0 m de diámetro por 6.0 m de largo. Ver Fig. V.5.16 para la iluminación de los ramales 10 - 20 se instalarán postes con dos lámparas que alumbrarán a ambos ramales y estos se colocarán en mitad del camellón.

Para la localización de los postes, circuitos, registros de acometidas, registros de cruces se localizan en la Fig. V.5.17

El detalle del poste y los accesorios de diámetro que lo integran, así como sus dimensiones se muestran en la siguiente Fig. V.5.18

CUADRO DE CARGAS		
CIRCUITO NUMERO	250 W (300 W)	TOTALES WATTS
C - 1	64	19200
C - 2	64	19200
C - 3	16	4800
C - 4	24	7200
<b>TOTALES</b>	<b>168</b>	<b>50400</b>

TABLA NO. 1

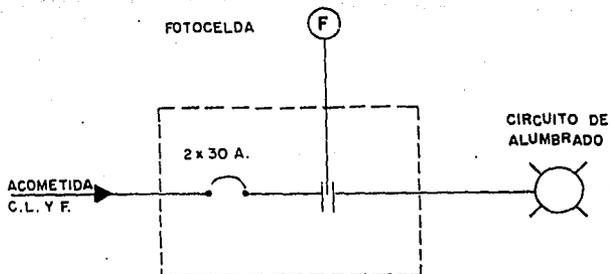


DIAGRAMA UNIFILAR

FIG. V.5.1

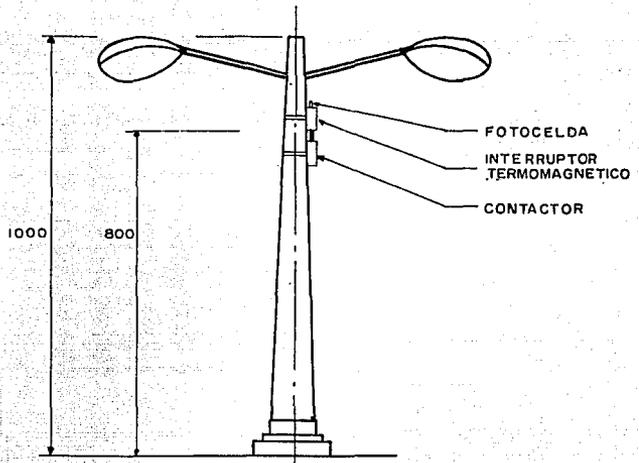


FIG. V.5.2

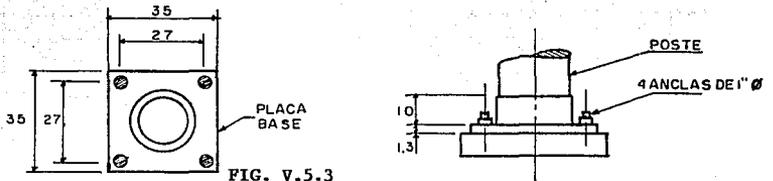


FIG. V.5.3

DETALLE DE SOPORTERIA

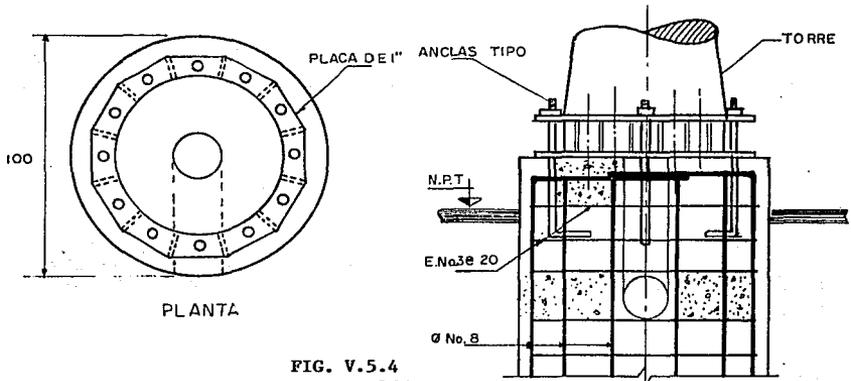


FIG. V.5.4

260

DETALLE DE SOPORTE DE TORRE

La distancia de colocación entre postes es de 50 m de eje a eje.  
 La base de cimentación donde va soportado el poste es de concreto armado (prefabricado con F'C 150 Kg/cm<sup>2</sup>) de forma piramidal truncada.

Los detalles y dimensiones de esta base se indican en las siguiente fig. NO.V.5.5

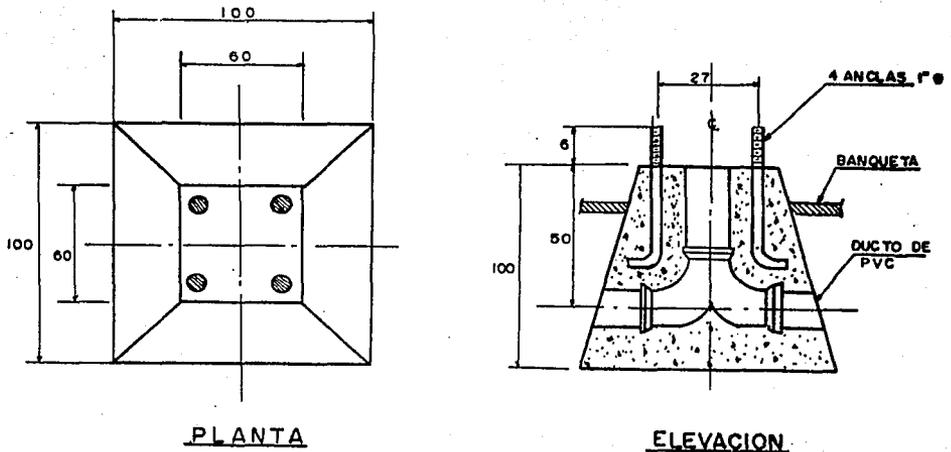


Fig. No. V.5.5

Lleva 4 anclas redondeadas de 1" diámetro entre la placa base de 35 x 35 x 1.3 cm., del poste y la base de concreto, mediante una escuadra empotrada en el concreto y cuatro rondanas planas y 4 tuercas exagonales una por cada ancla.

Las conexiones instaladas en cada base son de PNC de 10 cm. de diámetro, los cimientos de concreto se van colocando dentro del área verde del camellón ver fig. No. V.5.6

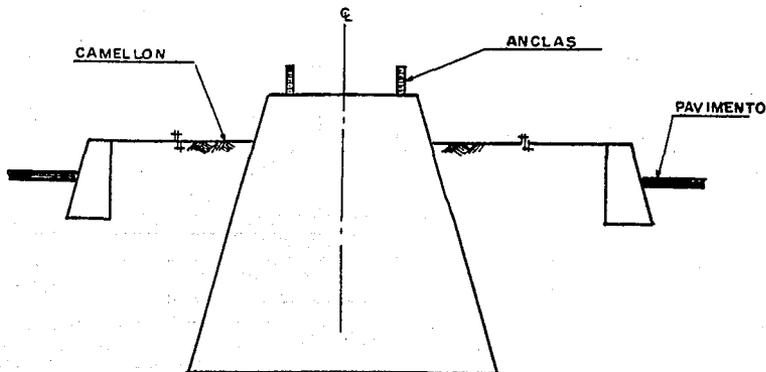


FIG. V.5.6

Para su desplante, se compacta el fondo y se cuela una plantilla de concreto simple de  $F'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ .

Para su colocación se utiliza un cargador frontal sobre neumáticos, posteriormente se rellena con material tepetate y se compacta hasta tapan totalmente el cimiento a nivel de. El funcionamiento de este cimiento debido a su peso (1.5 ton.) es por gravedad. Ver fig. No. V.5.7

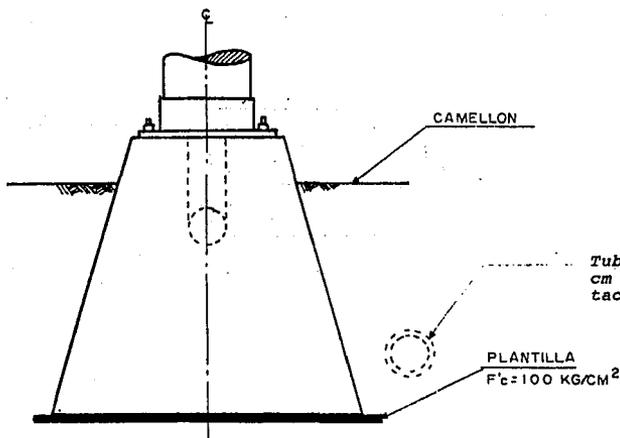


Fig. No. V.5.7

Tubo de concreto simple de 10 cm de diámetro para alimentación de registros.

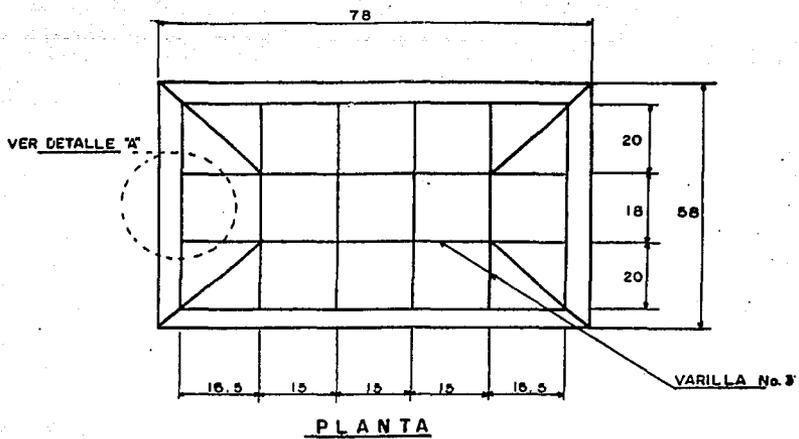
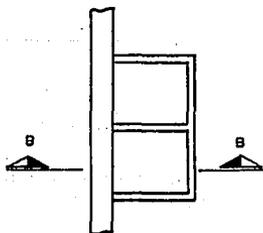
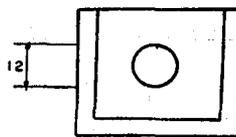


FIG. V.5.8



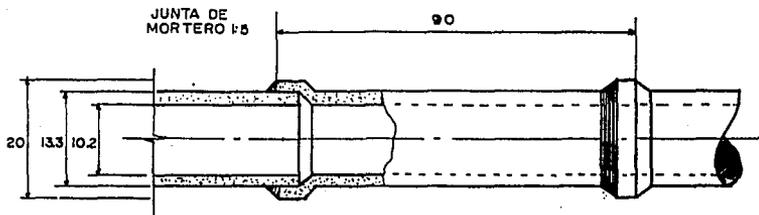
DETALLE "A"



CORTE B-B

Los ductos son de concreto simple de 10 cm de diámetro interior y llevan un recubrimiento asfáltico de 3 mm de espesor en la parte interior.

El junteo para su unión se hace con mortero de cemento, arena proporción 1:5. Ver Fig. V.5.9



DETALLE DE INSTALACION DE DUCTOS

V.5.9

Al colocar la tubería, a ésta se le da una pendiente del 3% hacia los registros, ya sea de candelabro o de paso.

Los ductos que se encuentran ubicados en camellon es decir, los que alimentan a los registros de candelabro, su instalación se hace a 50 cm de profundidad y un ancho de cepa de 30 cm como se muestra en la Fig. V.5.10.

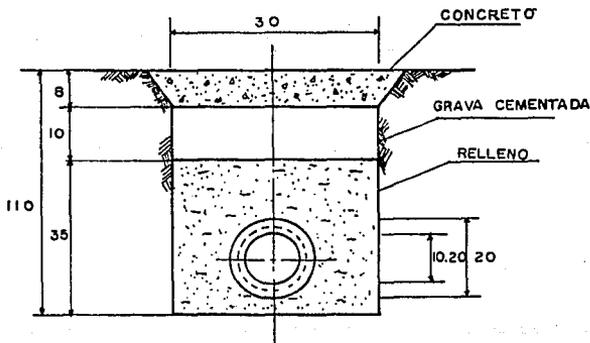


FIG. V.5.10

El relleno de cepa es del material producto de la excavación, dándole una ligera compactación manual.

Para llegar al nivel de piso terminado se coloca una capa de concreto de F'C 150 Kg/cm<sup>2</sup>.

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 cepa de 50 cm. Ver Fig. V.5.11.

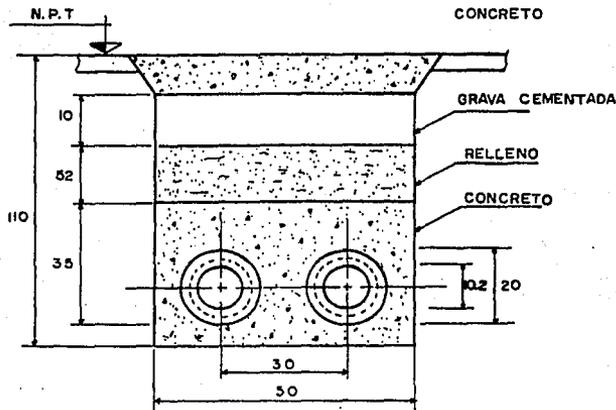


Fig. V.5.11

Para su protección y aislamiento van recubiertos con concreto de F'C 150 Kg/cm<sup>2</sup>, llevando cada uno de ellos en su interior cables calibre No. 6 AWG, para la conducción de energía eléctrica que alimenta a los postes de las luminarias. Ver Fig. No. 11

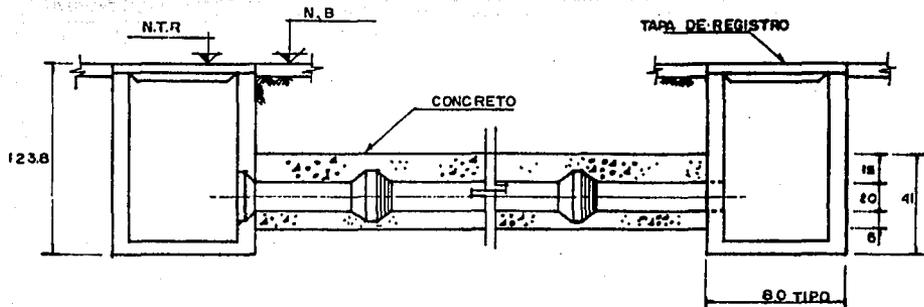


Fig. V.5.12

En lo que se refiere a la alimentación eléctrica, en cada poste se coloca un registro de concreto armado llamado de candelabro de 65 x 50 x 64 cm., pieza que se cuela en el lugar, para ello se utiliza cimbra de madera y concreto de F'C 150 Kg/cm<sup>2</sup> y un contramarco de ángulo de 1 1/4 x 1" x 3/16", Ver Fig. V.5.13

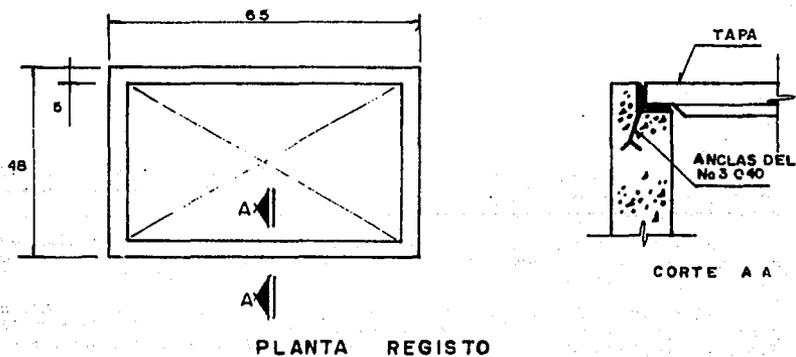


Fig. V.5.13

Este registro cuenta con una tapa que tiene un marco y contramarco de base de ángulo de  $1\ 1/4 \times 1/4 \times 3/16$ , armada con varilla de  $3/8$  de diámetro y colada en el lugar, utilizando una charola, con concreto F'C 200 Kg/cm<sup>2</sup>. Ver Fig. V.5.14

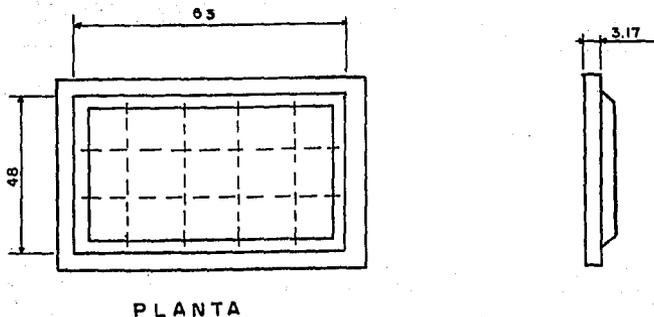


Fig. V.5.14

El conductor eléctrico que alimenta a cada circuito hasta el nivel de los registros, es de calibre No. 6 AWG. (cadena cruzada) y el que alimenta a las luminarias es de 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 por la C.L.F. de San Luis Potosí.

El registro de paso es también de concreto armado de  $60 \times 80 \times 124$  cm para su construcción se utilizó cimbra de madera y concreto de F'C 150 Kg/cm<sup>2</sup>, agregado máximo ( $3/4$ " ) y reforzado con malla electrosoldada  $6 \times 6 - 6/6$ .

Se coloca un marco para registro de ángulo de  $1\ 1/2" \times 1/2" \times 3/16"$  que utiliza como anclas varilla del No. 3 de diámetro dicho marco queda empotrado al registro cuando se hace el colado.

La tapa tiene las mismas características que las tapas de registro de candelabro, exceptuando sus dimensiones, se solda el marco para quedar terminado el registro. Ver Fig. V.5.15

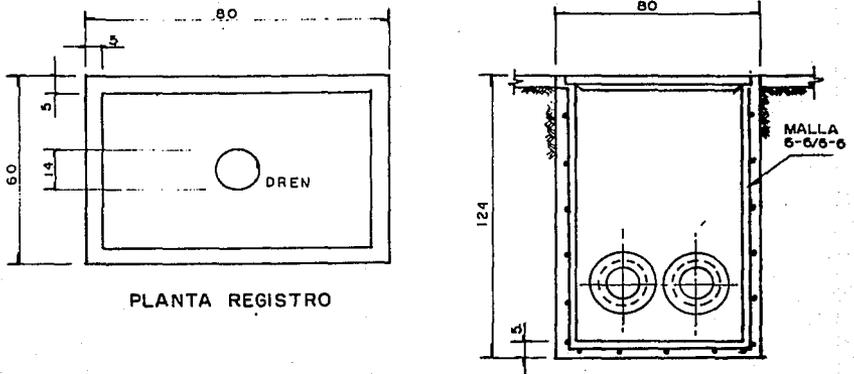


Fig. V.5.15

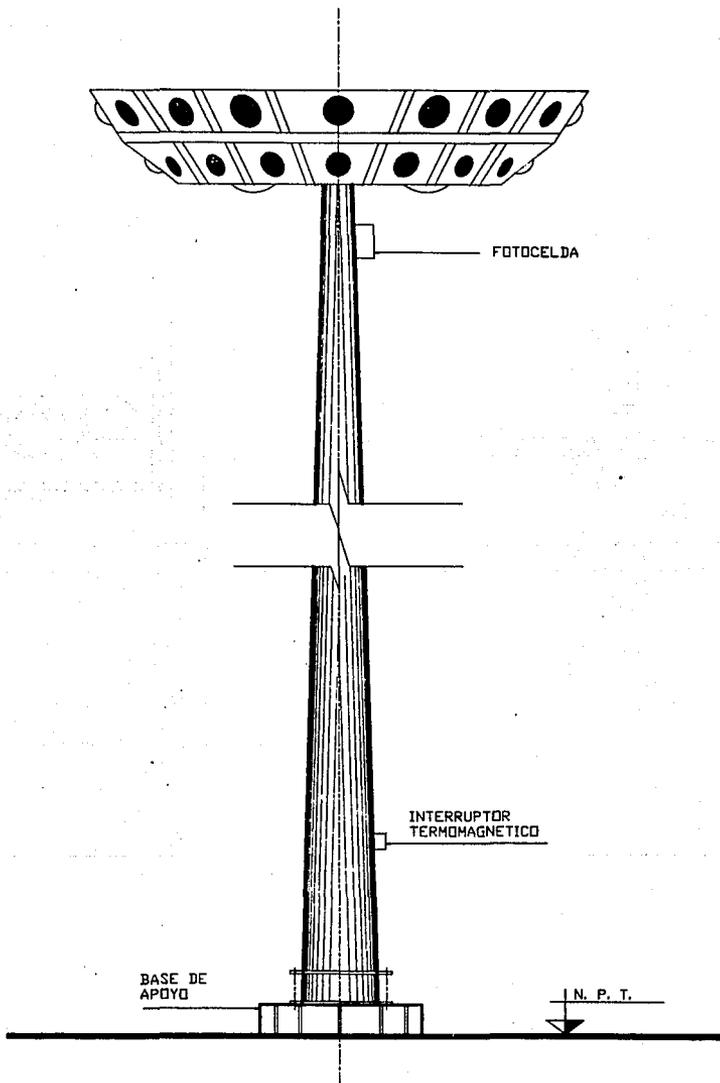
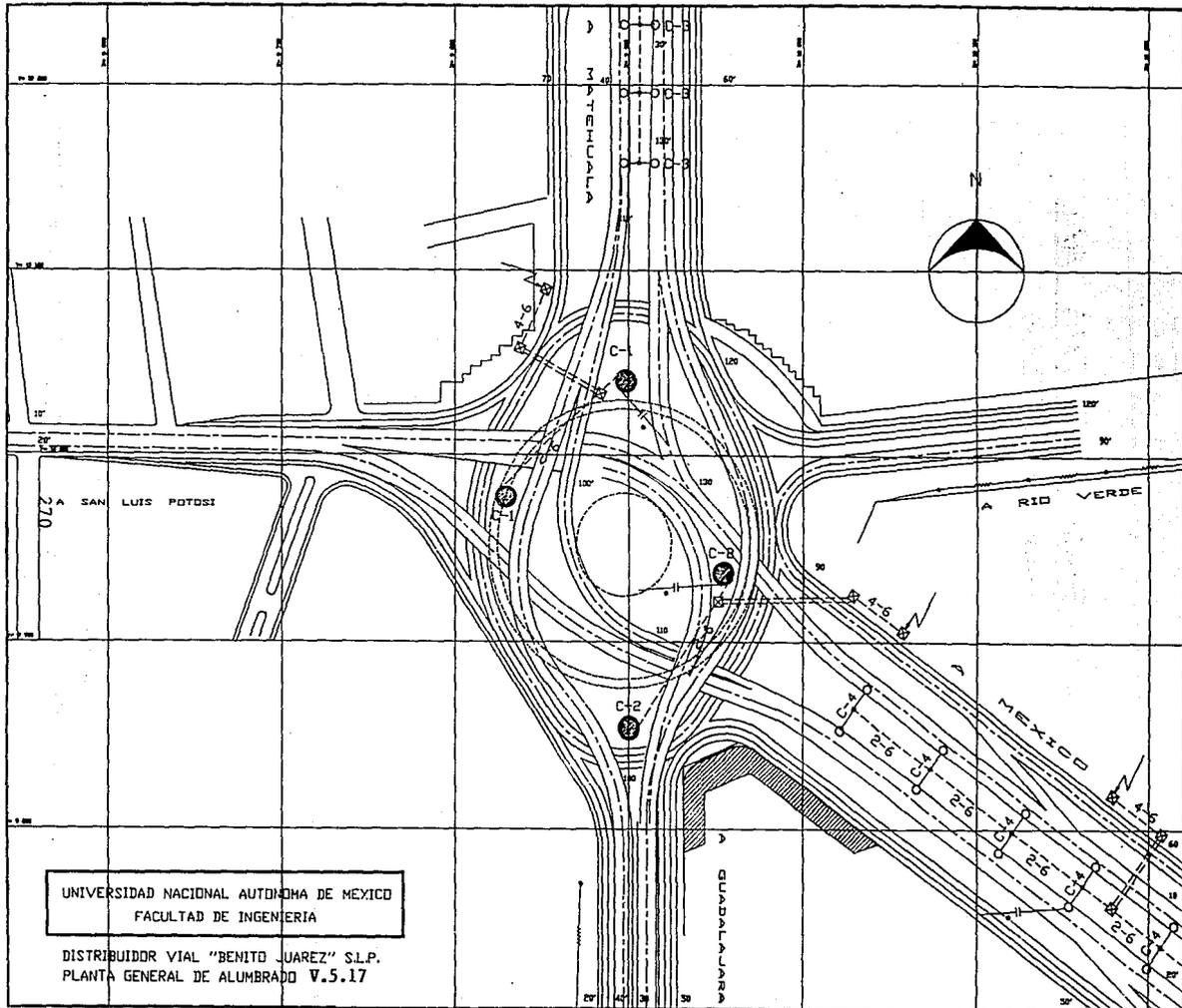


FIG. V.5.16.  
269



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA

DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JUAREZ" S.L.P.  
 PLANTA GENERAL DE ALUMBRADO V.5.17

PROYECTO: ALUMBRADO A SISTEMA VIAL  
(SAN LUIS POTOSI)

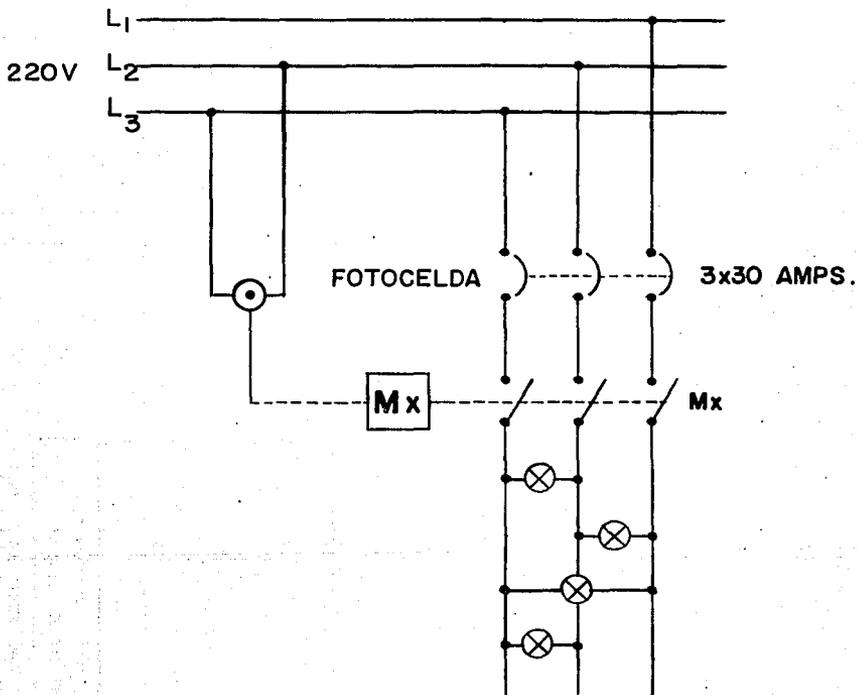
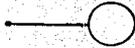


DIAGRAMA ELECTRICO  
SISTEMA CONTROL DE ALUMBRADO PARA CADA TORRE

v.5.18.

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



Luminaria modelo cromalite de 250 w, 220 v, vapor de sodio alta presión cat. 6 f 3593, marca Lumisistemas o similar, en poste metálico cónico circular para una altura de montaje de 300 m en las torres y de 9.0 m en postes, con dos brazos de 1.80 m de largo y 51 mm de diámetro.



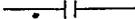
Ducto de concreto de 1 vía de 101 mm. de diámetro con revestimiento asfáltico interior de 3 mm. de espesor a 50 cm. de profundidad.



Ducto de concreto de 2 vías de 101 mm. de diámetro con revestimiento asfáltico interior de 3 mm. de espesor a 50 cm. de profundidad.



Punto de acometida de Compañía de Luz y Fuerza (subterránea).



Combinación contactor magnético de 30 A. interruptor termomagnético de 30 A. 2p, 220 v, marca SQUARED o similar en caja NEMA 4 y fotoceldas tipo intemperie carga máxima 1500 w, 220 v marca TORA o similar.



Registro auxiliar de concreto armado con tapa de 65 x 50 x 64 cm.



Registro para cruzar arroyo, de concreto armado con tapa de 60 x 80 x 124 cm.

## **V.6 SEÑALIZACION**

### **V.6.1 SEÑALAMIENTO PROVISIONAL**

### **V.6.2 SEÑALAMIENTO DEFINITIVO**

**V.6.2.1 Señales Preventivas**

**V.6.2.2 Señales Restrictivas**

**V.6.2.3 Señales Informativas**

**V.6.2.4 Marcas**

**V.6.2.5 Obras y Dispositivos Diversos**

**V.6.2.6 Semáforos**

## V. 6 SEÑALIZACION

La señalización es un servicio fundamental en nuestra sociedad, las señales ayudan al peatón o al conductor de un vehículo:

- a) Dándoles a conocer el itinerario que deben recorrer y las maniobras que han de ejecutar o las prohibiciones que deben observar
- b) Señalándoles los peligros y obstáculos que han de encontrar en su recorrido.

Las señales deben cumplir la condición de ser visibles por el conductor con tiempo suficiente para que pueda seguir las indicaciones que la señal contiene, sin disminuir la velocidad de diseño del camino. Para ello es preciso que, los tamaños de las letras y colores de las mismas sean los adecuados, si se trata de letreros, y que los signos sean unos determinados e idénticos para todo el país. La colocación adecuada y la correcta iluminación de las señales tiene una importancia trascendental para su eficacia.

Resumiendo: es conveniente advertir que cualquier dispositivo y/o señal para el control del tránsito exige la concurrencia de cinco requisitos fundamentales:

- 1.- Satisfacer una necesidad importante.
- 2.- Llamar la atención.
- 3.- Transmitir un mensaje claro.
- 4.- Imponer respeto a los usuarios del camino.
- 5.- Estar en el lugar apropiado a fin de dar tiempo para reaccionar.

En consecuencia existen cuatro consideraciones básicas para asegurarse que tales requisitos se han cumplido. Estas son: Proyecto, Ubicación, Uniformidad y Conservación.

El Criterio usado para el diseño de los señalamientos provisionales y definitivos del proyecto del distribuidor vial "Benito Juárez" se basa en el Manual de Dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras de la S.C.T.

En el proceso constructivo y durante la vida útil del distribuidor vial en estudio, se utilizarán los señalamientos provisionales y definitivos que se presentan a continuación:

### V.6.1.- SEÑALAMIENTO PROVISIONAL

Como su nombre lo indica, este tipo de señalamiento durará el tiempo que tarde la construcción de la obra, una vez terminada ésta, serán retiradas las últimas señales y dispositivos que queden en el lugar. El retiro de este tipo de señalamientos se va haciendo según vaya avanzando la construcción.

Como el tránsito fue interrumpido para crear una área exclusiva de trabajo, se colocaron señales informativas dando a conocer a los conductores de la proximidad de la obra en ejecución. Únicamente podrá tener acceso a las cercanías de la obra el tránsito local.

El señalamiento se hizo con el fin de evitar accidentes, tanto a los trabajadores de la obra, como a las personas o vehículos ajenos a ésta. Un señalamiento provisional adecuado garantizará una mejor seguridad tanto al personal de la obra, como a las personas que tengan por algún motivo que pasar junto a la obra. Todos los límites del área de trabajo, serán adecuadamente señalados tanto durante el día como por la noche.

Las siguientes son algunas de las leyendas utilizadas: **PELIGRO HOMBRES TRABAJANDO, CAMINO CERRADO DESVIACION A 500 METROS, MAQUINAS TRABAJANDO A 500 METROS, OBRA EN CONSTRUCCION DESVIACION A 500 METROS, ZONA DE OBRA, REDUCCION DE CARRILES, CAMINO CERRADO POR OBRAS, CALLE CERRADA SOLO TRANSITO LOCAL, DESVIACION, DOBLE CIRCULACION, ETC.** Además se tienen dispositivos tales como: Barreras de protección, indicadores de peligro, lámparas de destello, bollas y varillas 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 las señales provisionales como en los dispositivos que se instalen será naranja en acabado reflejante, según el patrón aprobado en el Manual de Señalamiento de la S.C.T. y el color para las leyendas, caracteres y filetes será en negro.

En la figura V.6.1.1 se muestran algunas de las señales utilizadas en la obra.

#### **V.6.2.- SEÑALAMIENTO DEFINITIVO**

No se puede concebir el buen funcionamiento de una vía de circulación si ella no cuenta con el señalamiento necesario que le imparta seguridad al usuario de la misma. Se hará a continuación una descripción general de los diferentes tipos de señalamiento final y de su adecuada colocación.

Las claves de las señales definitivas utilizadas en nuestro proyecto, serán las mismas del Manual de la S.C.T. Con el número que aparece en la parte inferior del tablero de cada señal se puede localizar su ubicación en el distribuidor vial "Benito Juárez". Para ello ver el croquis V.6.2.1.

Las señales viales se clasifican en tres tipos bases:

- V.6.2.1. Señales Preventivas
- V.6.2.2. Señales Restrictivas
- V.6.2.3. Señales Informativas

#### **V.6.2.1.- SEÑALES PREVENTIVAS**

**USO.-** Estas señales son tableros fijados en postes, con símbolos que tendrán por objeto advertir al usuario del Distribuidor Vial la existencia de un peligro potencial y la naturaleza del mismo.

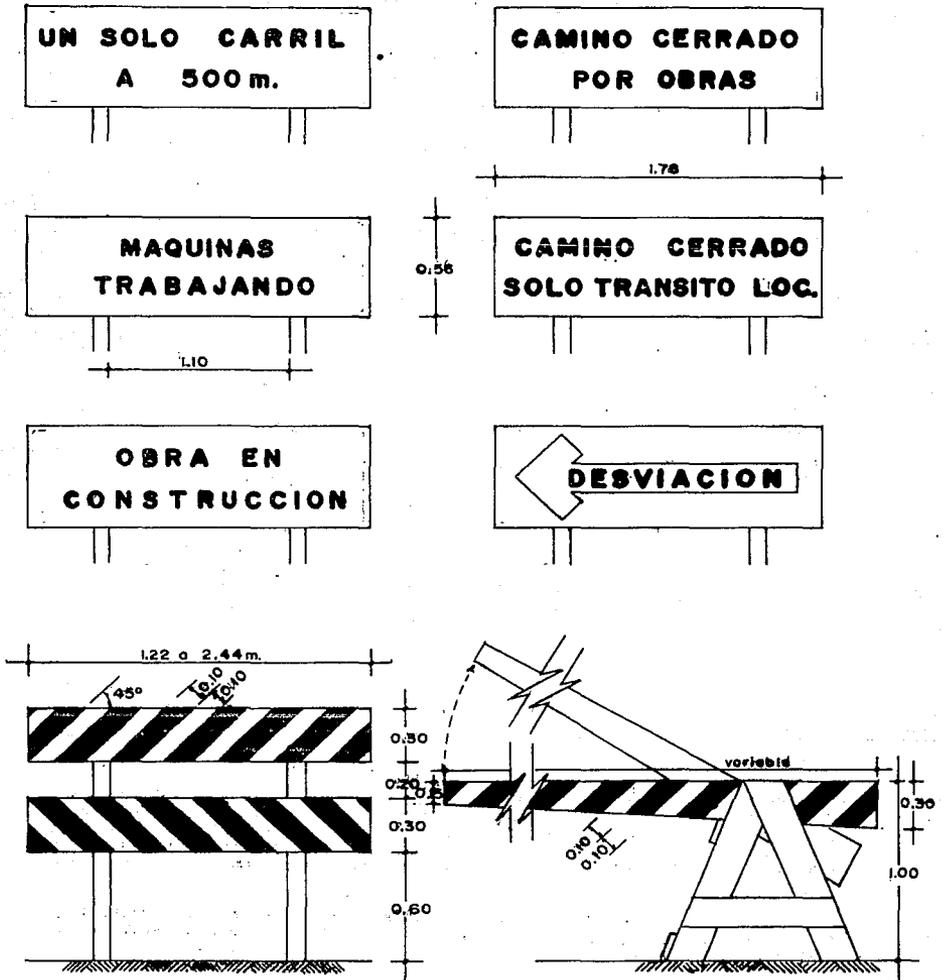
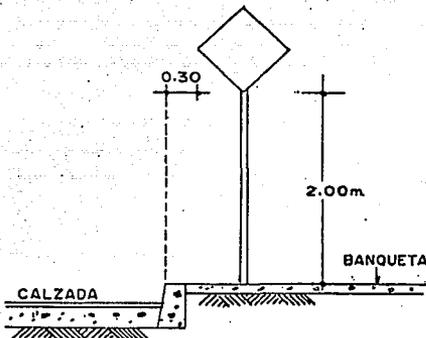


FIG. V.6.1.1 SENALES Y DISPOSITIVOS PROVISIONALES.

**FORMA.**- La forma del tablero será cuadrada con las esquinas redondeadas y se colocará con una diagonal vertical.

**NOTA.**- Para todas las señales definitivas, tanto el tablero como el soporte deberán llenar las condiciones de resistencia, durabilidad y presentación.

**TAMAÑO.**- El tamaño de los tableros para nuestro caso será de 61 x 61 cm.



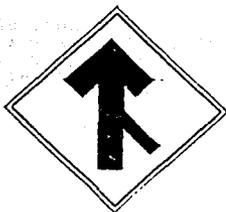
**FIGURA V.6.2.1.1**

**UBICACION.**- La ubicación longitudinal quedó en función del proyecto vial, y la lateral será a 30 cm de la orilla de la banqueta. La altura a la parte inferior del tablero a partir del nivel de banqueta será de 2.00 m. El ángulo de colocación del tablero deberá quedar siempre en posición vertical, a 90 grados con respecto al eje del camino. Para las características anteriores ver la fig. V.6.2.1.1.

**COLOR.**- El color del fondo de estas señales será amarillo tránsito, según el patrón aprobado en el Manual de la S.C.T., en acabado reflejante. El color para los símbolos, caracteres y filete serán negros.

Las señales preventivas utilizadas en nuestro proyecto son las que aparecen en la siguiente tabla y en seguida se muestran sus tableros característicos.

NUMERO	CLAVE	DIMENSIONES cm	CANTIDAD
1	SP-17	61 X 61	1
2	SP-19	61 X 61	3



1



2

#### V.6.2.2. SEÑALES RESTRICATIVAS

**USO.**- Las señales restrictivas son tableros fijados en postes, con símbolos y/o leyendas que tienen por objeto el expresar en la misma alguna fase del Reglamento de Tránsito, con el fin de que el usuario del camino la cumpla. Estas señales, generalmente, tienden a restringir algún movimiento del vehículo, recordándole al conductor la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada.

**FORMA.**- La forma del tablero será cuadrada con las esquinas redondeadas excepto las de "ALTO Y CEDA EL PASO". En todas las señales excepto las de "ALTO Y CEDA EL PASO" llevarán un tablero adicional en la parte baja de forma rectangular con las esquinas redondeadas.

El tablero de la señal "ALTO", tendrá forma ortogonal, y el de la señal "CEDA EL PASO" tendrá la forma de un triángulo equilátero, con el vértice hacia abajo.

**TAMAÑO.**- Los tamaños de los tableros para nuestro caso particular serán de 61 X 61 cm., excepto para el tablero de "CEDA EL PASO" que será de 85 X 85 cm.. El tablero que llevarán adicional, servirá para una explicación complementaria y será de 25 X 61 cm., éste se colocará en la parte inferior del tablero principal. Ver figura siguiente.

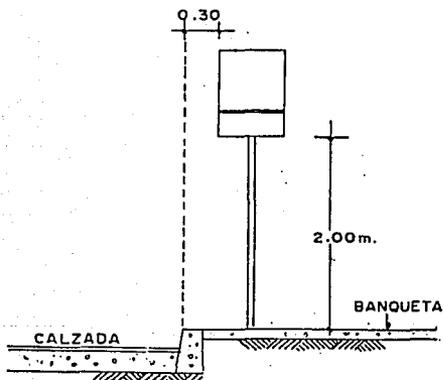


FIG. V.6.2.2.1



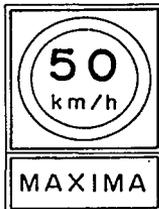
3



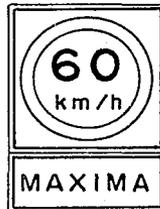
4



5a



5b



5c



6



7

**UBICACION.-** La ubicación longitudinal será en el punto mismo donde existe la restricción o prohibición, y la lateral será a 30 cm. de la orilla de la banqueta. La altura de la parte inferior del tablero a partir del nivel de banqueta será de 2.00 m. El ángulo de colocación de los tableros deberán quedar siempre en posición vertical a 90 grados con respecto al eje del camino. Ver figura V.6.2.2.1.

**COLOR.-** El color del fondo de estas señales será blanco en acabado reflejante. El anillo y la franja diametral serán en rojo según el patrón aprobado en el manual de la S.C.T., y los símbolos, letras y filete serán en negro, excepto las señales "ALTO" y "CEDA EL PASO". El color del tablero adicional será de fondo blanco reflejante, con letras y filete en negro.

La señal "ALTO" llevará fondo rojo con letras y filete en blanco. Preferentemente será en acabado reflejante.

La señal "CEDA EL PASO" llevará fondo blanco preferentemente en acabado reflejante, franja perimetral roja y leyenda en negro.

Las señales restrictivas utilizadas en el proyecto de los puentes, son las que aparecen en la siguiente tabla y en seguida se muestran sus tableros característicos de este tipo de señales.

NUMERO	CLAVE	DIMENSIONES	CANTIDAD
		cm	
3	SR-6	61 X 61	1
4	SR-7	85 X 85	4
5a	SR-9	61 X 61	3
5b	SR-9	61 X 61	7
5c	SR-9	61 X 61	3
6	SR-11	61 X 61	1
7	SR-15	61 X 61	22

### V.6.2.3 SEÑALES INFORMATIVAS

Las señales informativas son tableros fijados en postes o estructuras con leyendas y/o símbolos y/o números que tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por avenidas y carreteras e informarle sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar.

Las señales informativas se clasifican en cinco grupos:

- SII. Señales informativas de identificación
- SID. Señales informativas de destino
- SIR. Señales informativas de recomendación
- SIG. Señales informativas de información general
- SIS. Señales informativas de servicios

El señalamiento que llevará el distribuidor vial será de los grupos de destino y de servicios. A continuación se hablará de estos dos grupos.

**A) SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO SID**

**USO.-** Se usarán para informar a los usuarios sobre el nombre y la ubicación de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo de su recorrido; podrán ser señales bajas, diagramáticas y elevadas. Las que interesan al proyecto son las elevadas, por lo tanto se hablará únicamente de este tipo de señales.

Su aplicación es primordial en las intersecciones en donde el usuario debe elegir la ruta a seguir según el destino seleccionado.

Se emplearán en forma secuencial de manera que permitan a los conductores preparar con la debida anticipación su maniobra en la intersección, ejecutarla en el lugar debido y confirmar la correcta selección del destino.

**FORMA.-** La forma de estas señales serán tableros rectangulares con las esquinas redondeadas, colocados con su mayor dimensión horizontal, sobre apoyos adecuados.

**TAMAÑO.-** La longitud del tablero de las señales informativas de destino estará definida de acuerdo a la leyenda que contenga el mayor número de letras.

La altura del tablero de estas señales, se seleccionará de acuerdo a la siguiente tabla V.6.2.3.1

NUMERO DE RENGLONES	ALTURA DEL TABLERO CH.	ALTURA DE LAS LETRAS MAYUSC. CH.	ALTURA DEL ESCUDO CH.	ALTURA DE LA FLECHA CH.	U S O
1	61	25	50	37.5	ZONA URBANA: CALLES PRINCIPALES Y VIAS RAPIDAS.
1	91	25	50	24	
2	122	25	50	37.5	
1	76	30	60	45	CARRETERA DE DOS CARRILES
2	122	30	50	45	
1	76	35	60	52.5	CARRETERA DE CUATRO CARRILES O MAS.
1	122	35	60	36	
2	152	35	60	52.5	

TABLA V.6.2.3.1

**UBICACION**

1) **LONGITUDINAL.-** De acuerdo a su ubicación longitudinal, las señales formativas de destino se clasifican en previas, decisivas y confirmativas.

a) **Previas.-** Deberán 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 a la que deberán colocarse las señales previas, dependerá de las condiciones geométricas y topográficas de las vías de circulación que se intersectan, así como de las velocidades de operación y de la presencia de otras señales con las que no deberán interferir; sin embargo, en ningún caso se colocarán a una distancia menor de 125 m. de la intersección.

b) **Decisivas.**- Estas señales se colocarán en el lugar donde el usuario pueda optar por la ruta que le convenga.

c) **Confirmativas.**- Estas señales se colocarán después de una intersección, a una distancia en donde no exista el efecto de los movimientos direccionales, pero en ningún caso a una distancia menor de 100 metros.

2) **LATERAL.**- Las señales se colocarán de tal manera que los postes queden a una distancia no menor de 30 cm. de la proyección vertical de la orilla de la banqueta.

3) **ALTURA.**- En todos los casos, la altura mínima, será aquella que permita una distancia libre vertical de 5.00 a 5.50 m. entre la parte inferior de la señal y la parte más alta de la superficie de rodamiento.

4) **ANGULO DE COLOCACION.**- Se les dará un ángulo de inclinación hacia el frente de 5 grados y se colocarán a 90 grados con respecto al eje del camino.

Para mejor entender las anteriores características de estas estructuras, ver la figura V.6.2.3.1, la cual nos muestra los dos tipos de estructuras a usar en este proyecto.

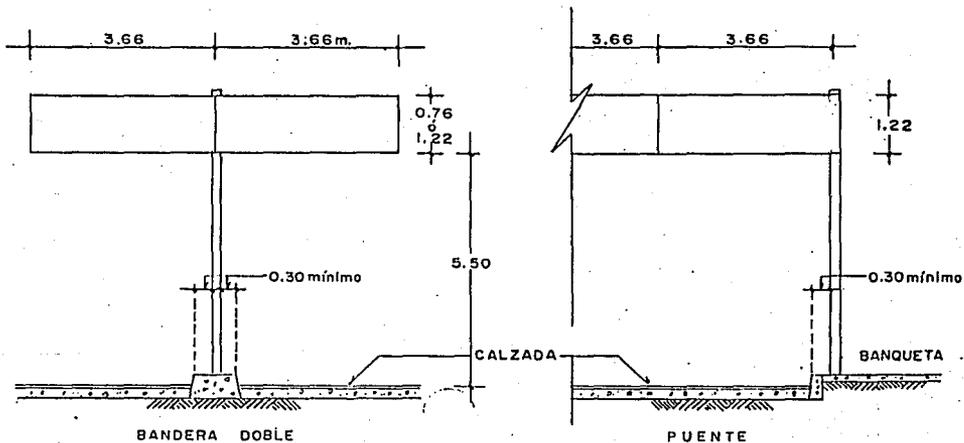


FIGURA V.6.2.3.1

**CONTENIDO.**- En el tablero se indicará el nombre de los destinos, las flechas que indiquen las direcciones a seguir y en su caso, los escudos de las rutas correspondientes.

**COLOR.**- El color del fondo de las señales informativas de destino, será verde mate y las letras, números, flechas, escudos y filete en color blanco reflejante.

**ILUMINACION.**- Es conveniente que las señales tengan iluminación artificial, a través de una fuente de luz montada al frente y sobre la señal, tratando de que la iluminación sea uniforme.

A continuación se describen en la tabla siguiente las señales informativas de destino utilizadas en el proyecto del distribuidor vial, en seguida se muestran los tableros que se usarán.

NUMERO	CLAVE	DIMENSIONES cm	CANTIDAD
8a	SID-14	76 X 366	2
8b	SID-14	76 X 366	1
8c	SID-14	76 X 366	1
8d	SID-14	76 X 366	1
8e	SID-14	76 X 366	1
9a	SID-14	122 X 366	1
9b	SID-14	122 X 366	1
9c	SID-14	122 X 366	1
9d	SID-14	122 X 366	1
9e	SID-14	122 X 366	1
10a	SID-15	122 X 366	2
10b	SID-15	122 X 366	1
10c	SID-15	122 X 366	1
10d	SID-15	122 X 366	1
10e	SID-15	122 X 366	1
10f	SID-15	122 X 366	1
10g	SID-15	122 X 366	1
10h	SID-15	122 X 366	1

**B) SEÑALES INFORMATIVAS DE SERVICIO SIS**

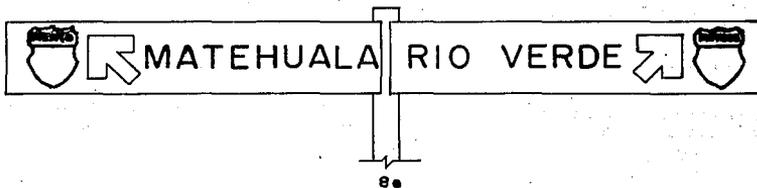
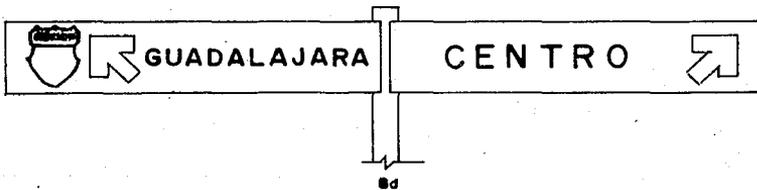
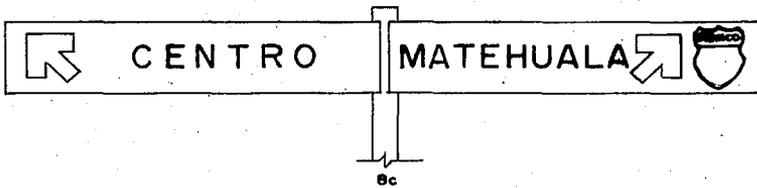
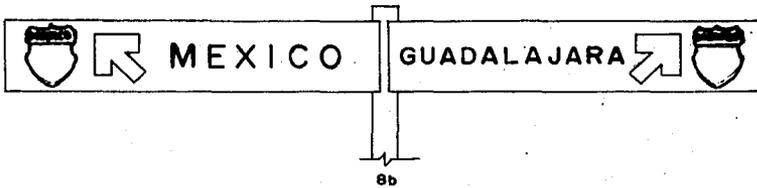
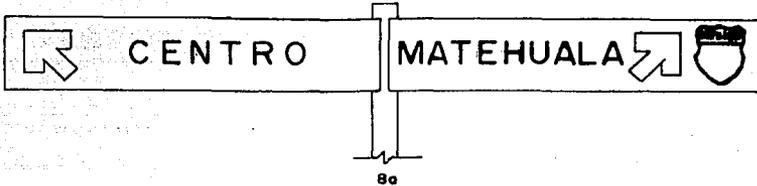
**USO.**- Se utilizarán para informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico y/o recreativo.

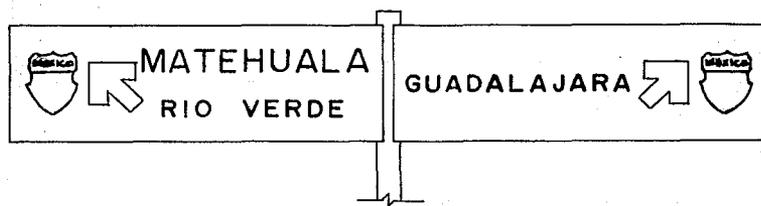
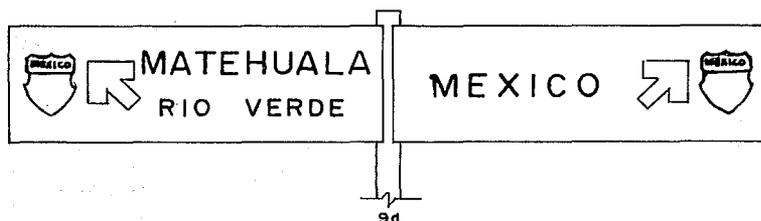
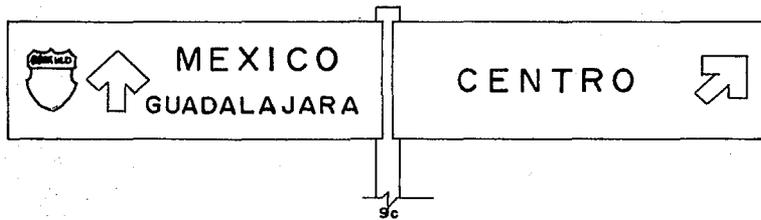
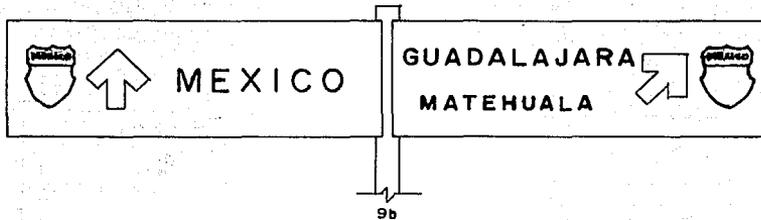
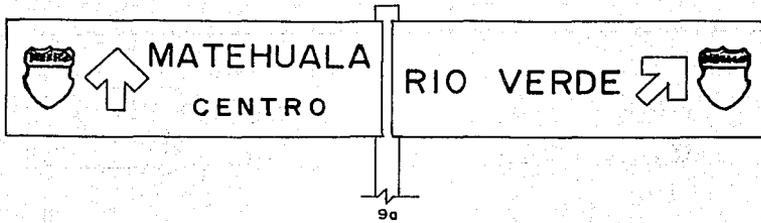
**FORMA.**- Será cuadrado con las esquinas redondeadas.

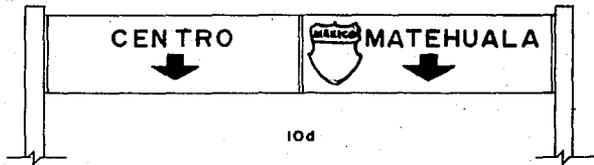
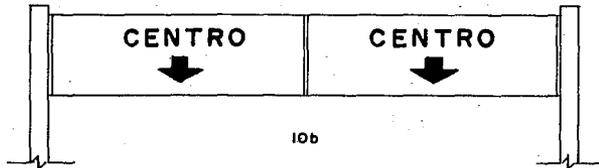
**TAMAÑO.**- Será de 46 X 46 cm.

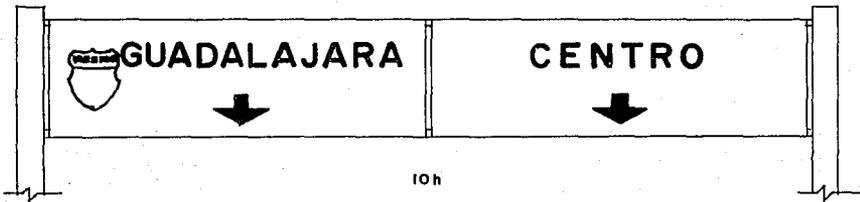
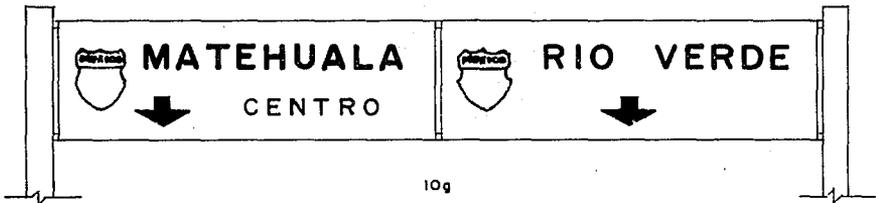
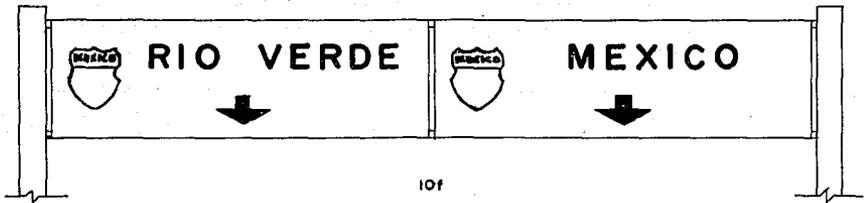
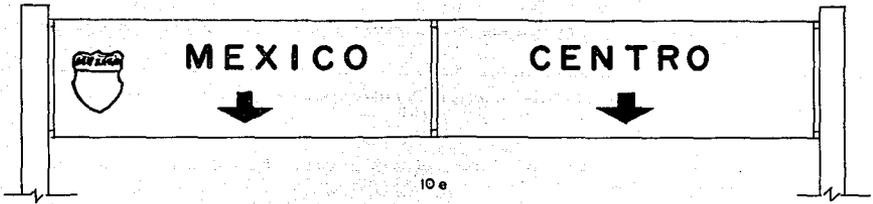
**UBICACION**

1) **LONGITUDINAL.**- Se colocará en el lugar donde exista el servicio a un kilómetro del mismo, sin interferir en ningún caso con cualquiera de los otros tipos de señales.









2) LATERAL.- La distancia entre la orilla del tablero y la orilla de la banqueta deberá ser de 30 cm.

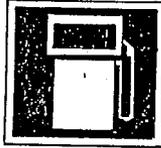
3) ALTURA.- La parte inferior del tablero quedará a 2.00 m. sobre el nivel de la banqueta.

4) ANGULO DE COLOCACIÓN.- Deberá quedar siempre en posición vertical a 90 grados con respecto al eje del camino.

COLOR.- El color del fondo del tablero será azul mate y los símbolos, letras, flechas y filete en blanco reflejante.

A continuación se muestra la señal informativa de servicio que formará parte del proyecto de señalamiento.

NUMERO	CLAVE	DIMENSIONES CM	CANTIDAD
11	SIS-11	46 X 46	1



11

#### V.6.2.4 MARCAS

Las marcas son las rayas, los símbolos y las letras que se pintan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro de o adyacentes a las vías de circulación, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodamiento con el fin de regular o canalizar el tránsito e indicar la presencia de obstáculos.

Por su uso las marcas se clasifican en:

- A) Marcas en el pavimento
- B) Marcas en guarniciones
- C) Marcas en obstáculos adyacentes a la superficie de rodamiento

**A) MARCAS EN EL PAVIMENTO**

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, además de cumplir con funciones definidas para regular el tránsito de vehículos y peatones. Son el complemento necesario del proyecto geométrico en general.

Tipos de marcas en el pavimento:

- 1.1 Raya central continua o discontinua
- 2.2 Raya adicional continua para prohibir el rebase
- 3.3 Raya central doble continua
- 4.4 Rayas separadoras de carriles
- 5.5 Rayas en las orillas de la calzada
- 6.6 Rayas canalizadoras
- 7.7 Rayas de parada
- 8.8 Rayas para cruce de peatones
- 9.9 Rayas, símbolos y letras para cruce de ferrocarril
- 10.10 Rayas para estacionamiento
- 11.11 Leyendas y símbolos para regular el uso de carriles

Para este proyecto las marcas a usar serán la 4, 5, 6 y 8

**RAYAS SEPARADORAS DE CARRILES M-7**

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 tachuela, más adelante se mencionará este tipo de dispositivos. Dichas rayas tendrán 10 cm. de ancho pintadas o adheridas al pavimento de color blanco reflejante. Ver figura V.6.2.4.1.

**RAYAS EN LAS ORILLAS DE LA CALZADA M-8**

Se utilizarán en los puentes para indicar las orillas exteriores de la superficie de rodamiento y delimitar al mismo tiempo los acotamientos. Deberán ser rayas continuas de color blanco reflejante, con ancho de 10 cm., exactamente en la orilla del carril a todo lo largo de las calzadas. Ver figura V.6.2.4.1.

**RAYAS CANALIZADORAS M-9**

Se emplearán como guía para encausar la circulación en ciertas direcciones sin provocar interferencias a la corriente del tránsito y para canalizar el tránsito en las entradas y salidas de los puentes.

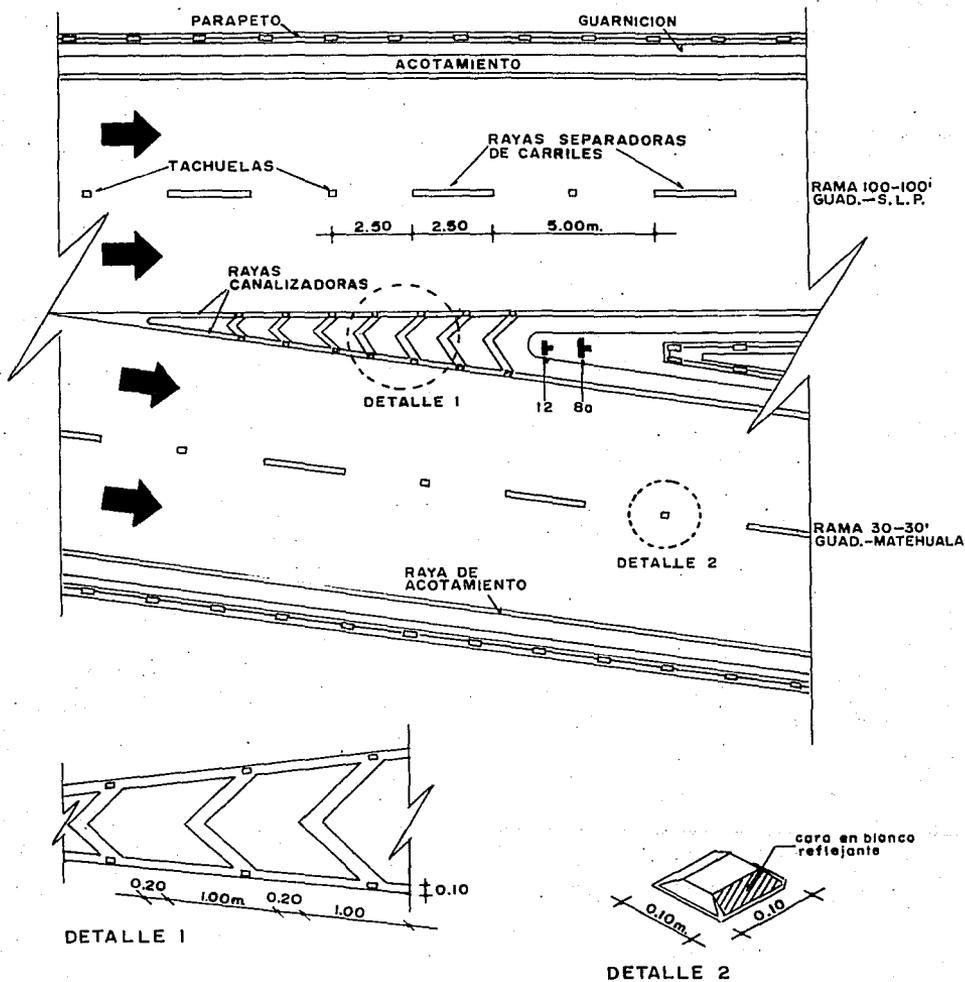


FIG. V.6.2.4.1 BIFURCACION DE LAS RAMAS 100-100' Y 30-30'

Las rayas que delimitan el encausamiento de los vehículos serán continuas. Estarán pintadas de blanco reflejante y tendrán 10 cm. de ancho. En los dos casos que se presentarán formarán una isleta o faja separadora, ya sea en flujo vehicular convergente o divergente. Esta zona neutral deberá marcarse con rayas continuas diagonales con una inclinación de 45 grados, que serán de color blanco reflejante con un ancho de 20 cm. y estarán separadas entre sí por un metro. Ver figura V.6.2.4.1.

#### RAYAS PARA CRUCE DE PEATONES N-11

Se utilizarán en las vías que intersectan a la glorieta. Serán rayas continuas de color amarillo reflejante, consistirá en una sucesión de rayas paralelas de 40 cm. de ancho, colocadas perpendicularmente a la trayectoria de los peatones y separadas entre sí 40 cm.; tendrán una longitud igual al ancho de las banquetas entre las que se encuentren situadas.

Estas rayas para peatones se complementarán con los semáforos que se instalarán en las vialidades que intersectan a la glorieta del distribuidor vial.

#### B) MARCAS EN GUARNICIONES

Se usarán principalmente para definir las restricciones de estacionamiento.

#### C) MARCAS EN OBSTACULOS ADYACENTES A LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO

Se utilizarán para indicar a los conductores la presencia de obstáculos adyacentes, cuando éstos se ubiquen a una distancia menor de 1.80 m. respecto a la orilla del carril y constituyan un serio peligro para el tránsito.

Los obstáculos que deberán pintarse podrán ser guarniciones, parapetos, aleros, pilas y estribos, postes, cabezales, defensas, muros de contención o árboles. Los obstáculos se deberán pintar en su cara normal al sentido del tránsito con franjas en negro y blanco reflejante, alternadas y con una inclinación de 45 grados. El ancho de las franjas será como se indica a continuación:

OBSTACULOS	ANCHURA DE LAS FRANJAS	
Guarniciones	200	m
Parapetos	100	m
Aleros	30	m
Pilas y estribos	60	m
Postes	30	m
Cabezales	30	m
Defensas laterales	100	m
Muros de contención	60	m

Los árboles se pintarán de blanco hasta una altura de 1.2 m. Cuando se encuentren obstáculos en ambos lados del camino, las franjas ubicadas a la derecha bajarán de izquierda a derecha y las de la izquierda bajarán de derecha a izquierda.

## MANTENIMIENTO DE LAS MARCAS

Todas las marcas deberán conservarse siempre en buenas condiciones de visibilidad. La frecuencia con que deberán pintarse dependerá del tipo de superficie, calidad y cantidad de la pintura empleada, así como de las condiciones climáticas y volumen de tránsito.

### V.6.2.5 OBRAS Y DISPOSITIVOS DIVERSOS

Son obras que se construyen y/o dispositivos que se colocan dentro de una vialidad o en sus inmediaciones para protección, encausamiento y prevención de conductores de vehículos y peatones.

En cuanto a su función, las obras y dispositivos diversos se clasifican como sigue:

- a) Cercas
- b) Defensas
- c) Indicadores de obstáculos
- d) Indicadores de alineamiento
- e) Tachuelas o botones
- g) Reglas y tubos guía para vado
- h) Bordos
- i) Vibradores
- j) Indicadores de curva peligrosa

En nuestro proyecto intervienen los indicadores de obstáculos, las tachuelas o botones y los indicadores de curva peligrosa.

### INDICADORES DE OBSTACULOS OD-5

Se emplearán en las bifurcaciones del distribuidor vial, se utilizará un tablero de 61 X 122 cm., con franjas alternadas en colores blanco reflejante y negro de ancho, inclinadas a 45 grados subiendo en la dirección del tránsito a partir del eje vertical de simetría del tablero. La altura entre la parte inferior del tablero y la superficie de la isleta o del acotamiento del camino será de 20 cm.

A continuación se describe el indicador de obstáculos.

NUMERO	CLAVE	DINENSIONES cm	CANTIDAD
12	OD-5	61 X 122	16



#### **TACHUELAS O BOTONES OD-7**

Se usarán para complementar las marcas sobre el pavimento, su estructura deberá ser lisa de color blanco y se fijarán por medio de anclas o adhesivos, no debiendo sobresalir más de 2 cm. del nivel del pavimento, y sus dimensiones en planta serán de 10 X 10 cm.

Estos dispositivos llevarán un elemento reflejante de color blanco, rojo o amarillo, en una o ambas caras, según el caso y de frente al sentido del tránsito.

Casos en los que se utilizarán las tachuelas o botones:

a) En las rayas separadoras de carriles (M-7), se ubicarán al centro de cada segmento sin marcar en raya discontinua, su color será blanco reflejante y su colocación será a una sola cara.

b) En las rayas canalizadoras (M-9), se ubicarán a cada metro sobre la raya que delimita la zona neutral, su color será amarillo reflejante y su colocación será a una sola cara.

Para los dos casos anteriores ver la figura V.6.2.4.1.

#### **INDICADOR DE CURVA PELIGROSA OD-12**

Se utilizarán como complemento al tratamiento normal de señalamiento del camino, cuando haya cambios peligrosos en el alineamiento horizontal, con el propósito de proporcionar un énfasis adicional y una mejor orientación a los conductores.

Será de forma rectangular colocada con su mayor dimensión vertical y el símbolo (flecha izquierda o derecha) será de color negro sobre fondo amarillo reflejante.

Para el caso de las vialidades el tablero de esta señal, será de 45 X 60 y por ser un camino de dos carriles en un solo sentido, deberán instalarse en la orilla exterior de las curvas.

El espaciamiento de las señales deberá ser tal que el conductor siempre tenga en su ángulo visual al menos dos de ellas y estarán orientadas en posición normal a la línea de aproximación del tránsito. Las señales deben ser visibles por lo menos a una distancia de 100 metros para una mejor efectividad.

Las ramas 100-100' y 110-110' llevarán estas señales en sus tramos curvos.

La siguiente figura nos muestra el indicador de curva peligrosa.

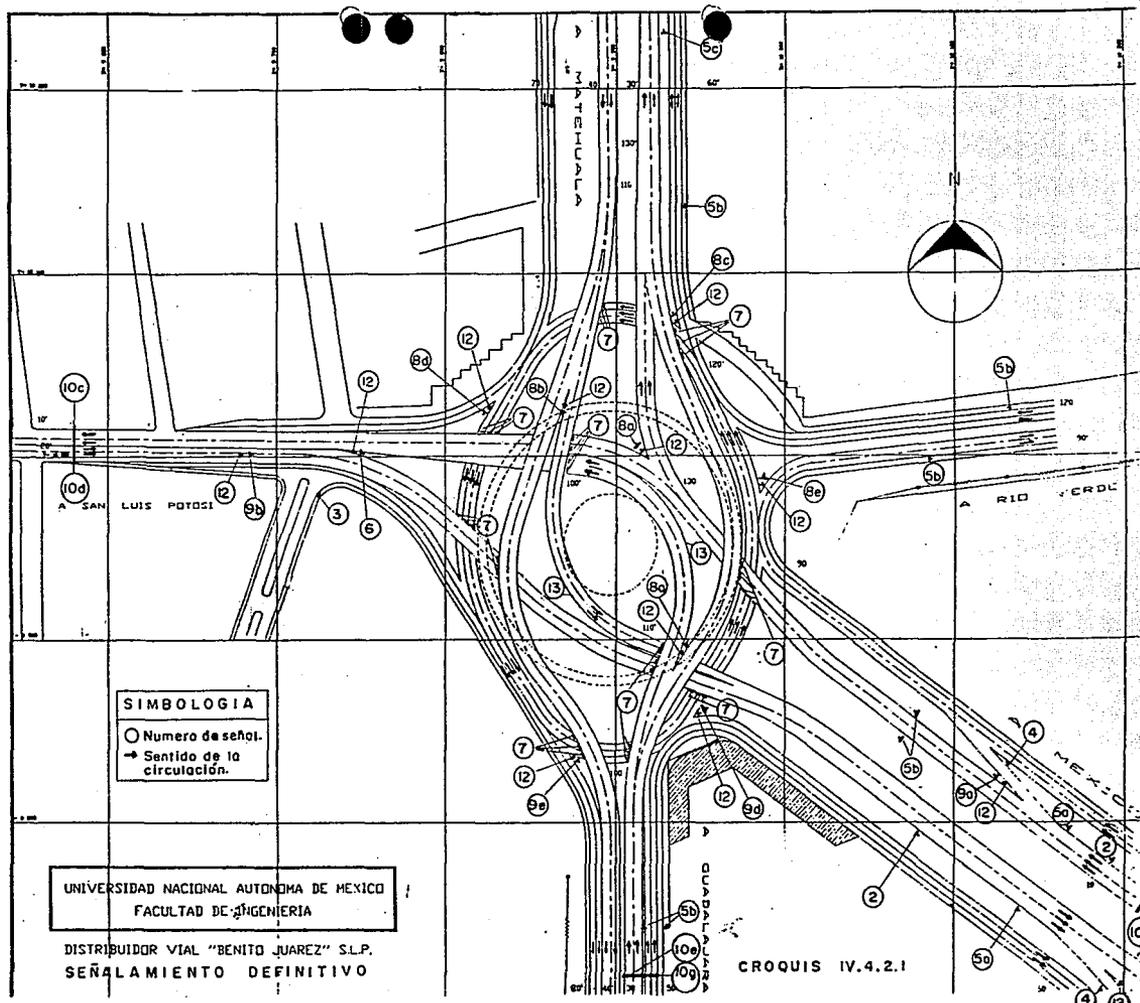


#### **V.6.2.6 SEMAFOROS**

Los semáforos son los dispositivos eléctricos que servirán para ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en las intersecciones de la glorieta con las vías que convergen a ella.

Se instalarán de manera que queden visibles tanto a los conductores como a los peatones que tengan que pasar por la intersección de dichas vías de tránsito.

El funcionamiento de los semáforos se complementará con las rayas para cruce de peatones, mencionadas anteriormente.



## B I B L I O G R A F I A

- 1.- *Apuntes de Puentes. Facultad de Ingeniería.*
- 2.- *Diseño Estructural. Roberto Meli Piralla.*
- 3.- *Vías de Comunicación: caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puentes. Carlos Crespo Villalaz.*
- 4.- *Standard specifications for highway bridges. AASHTO*
- 5.- *Especificación para Puentes. SCT*
- 6.- *Manual de Obras Civiles. CFE*
- 7.- *Reglamento de Construcciones. DDF*
- 8.- *Reglamento de Explotación de Caminos de la Ley de Vías Generales de Comunicación. SCT.*
- 9.- *Open - Chanel Hydraulics. Ven Te Chow  
Editorial Mac Grow Hill*
- 10.- *Hidráulica II. Ing. Gilberto Sotelo A.  
Editorial Limusa.*
- 11.- *Normas para Drenaje. SCT*
- 12.- *Síntesis Geográfica de San Luis Potosí, S.L.P.*
- 13.- *Normas de Instalaciones. SCT*
- 14.- *Especificaciones de Alumbrado Público. DDF*
- 15.- *Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras. SCT*
- 16.- *Reglamento de Tránsito de la Cd. de San Luis Potosí.*

**VI. CONSTRUCCION**

**VI.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

**VI.2 PRESUPUESTO**

**VI.3 PROGRAMA**

## **VI. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

### **VI.1. Proyecto Ejecutivo.**

Estando definida la alternativa de construcción se procederá a elaborar el Proyecto Ejecutivo y trazar en campo para verificar las posibles interferencias, así como planear los desvíos y obras provisionales, según se vió en capítulos anteriores.

#### **VI.1.1 Vialidades.**

Para evitar congestionamientos en las calles debido a las obras se realizarán los trabajos de vialidad considerados en capítulos anteriores.

#### **VI.1.2 Terracerías.**

VI.1.2.1. Previo al inicio de la construcción se deberán efectuar los trabajos de despalme, desenraice y limpieza general del terreno a utilizar, en las zonas de áreas verdes de la glorieta existente.

El de la zona de vialidades deberá ser de 0.35 m; el producto del corte deberá ser retirado de la obra y depositado en los lugares previamente seleccionados (ver estudios de campo), se levantará la carpeta existente y se procederá a trabajar sobre el terreno natural (base existente).

VI.1.2.2. El terreno natural despalmado se compactará al 90% de su PVSM ASHTO estándar en una profundidad mínima de 0.20 m, (o base existente).

VI.1.2.3. El cuerpo del terraplén se construirá en capas de 0.30 m de espesor máximo compactado al 95% del PVSM AASHTO\* estándar hasta alcanzar el nivel que fije el proyecto. Se formará con el material del banco "Cerro Gordo" (ver estudios de campo Forma No. 004).

VI.1.2.4. La capa sub-rasante se construirá de 0.30 m de espesor compactada al 100 % de PVSM AASHTO estándar utilizando materiales del banco "Cerro Gordo" (ver estudios de campo Forma no. 004). Terminada la capa sub-rasante, el nivel superior de ésta quedará de 0.40 m. Abajo del nivel de terminación del pavimento.

#### **VI.1.3 PAVIMENTO**

##### **VI.1.3.1 SUB-BASE HIDRAULICA**

Sobre la subrasante debidamente terminada se construirá una capa de sub-base de 0.15 m de espesor, con material pétreo de tamaño máximo de 38 mm (1 1/2"), compactado al 100% de su PVSM AASHTO modificada, se utilizarán los materiales pétreos propuestos anteriormente (ver forma No. 4 est. de campo).

##### **VI.1.3.2 BASE HIDRAULICA**

Después de terminada la sub-base, se construirá la capa base de 0.15 m de espesor con material pétreo de tamaño máximo de 38 mm (1 1/2") compactado al 100% de su PVSM AASHTO modificada, (ver material en cuadro No. 4 de inv. de campo) se hace notar que la compactación se hará en una primera etapa hasta el 95% del PVSM y posteriormente se impregnará el material y en una segunda etapa se llevará al 100% de su PVSM.

Para tender el material, humedecerlo y compactarlo se utilizarán dos motoconformadoras, dos vibrocompactadores y una pipa de riego de 8000 lts.

#### VI.1.3.3 RIEGO DE IMPREGNACION

Sobre la base superficialmente seca y barrida, en todo el ancho de la sección que forme el pavimento, se aplicará un riego de impregnación con producto asfáltico FM-1 o con emulsión asfáltica de rompimiento medio o lento de tipo catiónica (RL-2K o RM-2K) a razón de 1.5 lts/m<sup>2</sup>.

#### VI.1.3.4 RIEGO DE LIGA

Sobre la base impregnada se aplicará un riego de liga con producto asfáltico FR3 o con emulsión catiónica de rompimiento rápido (RR-2K) a razón de 0.5 lt/m<sup>2</sup>.

#### VI.1.3.5 CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO

Después de aplicado el riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 0.10 m de espesor compactado al 100% de su PVSM. El concreto asfáltico se elaborará en planta en caliente con material pétreo de tamaño máximo de 10 mm (3/4") de los recomendados anteriormente (ver Inv. mat. para carpeta tabla No. 4) y cemento asfáltico No. 6 con una dosificación aproximada de 100 Kg/m<sup>3</sup> de material seco y suelto.

Para los riegos de impregnación y liga se utilizarán dos petrolizadoras de 7000 lt. y dos pipas nodriza de 18,000 lt. que se mantendrán calientes mientras se estén trabajando estos conceptos. (Una estacionada y otra en tránsito desde Salamanca, Gto. donde surten el asfalto).

Para tender la carpeta emplearemos dos pavimentadoras (Finisher) y para compactarla usaremos 2 planchas de 12 ton. de rodillo liso autopropulsadas y posteriormente para cerrar la superficie del pavimento, usaremos dos equipos de neumáticos autopropulsados de 10 ton., dos barredoras mecánicas de arrastre para las respectivas limpiezas.

#### VI.1.4 ESPECIFICACIONES

Para la construcción de la obra regirán las normas para construcción e instalaciones y normas de calidad de los materiales en ediciones vigentes de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

#### VI.1.5 TRAZO

Se procederá a trazar y ubicar de acuerdo a planos y según se vió en otro capítulo, todos los ejes de construcción, que deberán indicarse claramente.

#### VI.1.6 EXCAVACIONES

Para alojar zapatas y para conectar drenajes e instalaciones especiales habrá que efectuar excavaciones, para ello usaremos dos retroexcavadoras que tengan la posibilidad de portar martillos hidráulicos de demolición de manera que se puedan alternar, cucharón pequeño con desgarrador y martillo hidráulico, para obtener el máximo rendimiento. Los taludes que se formen tendrán una inclinación mínima de 0.25 : 1. Es importante ubicar el terreno que se podrá reutilizar en los rellenos de cepas y el de desperdicio para sacar casi exclusivamente de la obra el sobrante y no hacer movimientos de más, cuyo costo no esté considerado en el presupuesto (error muy frecuente).

#### VI.1.7 ZAPATAS Y PILAS

En los terrenos seleccionados para prefabricación de acero de refuerzo y cimbra se habilitará el acero para las zapatas y pilas por separado, al estar habilitadas las zapatas serán transportadas por un camión plataforma de

10 ton. con su grúa de cabina de 3 ton. de capacidad y serán colocadas sobre el firme de 100 Kg/cm<sup>2</sup> de 5 cm de espesor que previamente ha sido colocado en el nivel de desplante de las zapatas, ésto con el objeto de no contaminar la superficie del acero de refuerzo con el terreno natural. Es importante verificar que el acero del lecho inferior se calce de acuerdo al recubrimiento especificado por el proyecto.

Una vez en su sitio la parrilla inferior de las zapatas se procederá a trasladar y montar el acero de refuerzo de las pilas, y posteriormente la parrilla superior de las zapatas.

Una vez colocadas las pilas se plomearán y alinearán para poder colar las zapatas, que en este caso se colarán contra el terreno natural (ya que la consistencia del material lo permite). Una vez coladas las zapatas se podrán cimbrar las pilas en tramos de 3.60 m y colar hasta el nivel de los apoyos, apuntalándolas, plomeándolas y alineándolas, para posteriormente descimbrar y repetir el ciclo.

Para evitar la segregación del concreto al caer desde la parte superior de las pilas se usará una manguera en la punta de la bomba de 8"  $\phi$  que se ira retirando hacia arriba conforme avance el colado. Para obtener una distribución correcta del concreto se usará un revenimiento de 18 cm y un T.M.A. de 3/4", apoyado con un equipo de vibración en la cimbra o de manguera larga y delgada que pueda penetrar hasta el fondo de la pila. Esta operación de cimbra y colados será cada 24 hrs. y para hacerla se utilizarán en secciones rectangulares cimbras de triplay compuesto con refuerzos de duela de 1" de espesor y reforzadas con barros de 2 x 4" en dirección vertical flejados por tensores de alambrión trefilado de 1/4" de  $\phi$  roscado en sus puntas para proporcionar la adecuada tensión y cimbras de lámina de 3/16" de acero con bridas para la sección circular y oblonda.

#### VI.1.8 CABALLETES Y CABEZALES

Para el colado de los caballetes y cabezales de pilas se utilizó cimbra de madera semejante a la descrita anteriormente.

Para recibir las trabes postensadas se utilizó una placa de neopreno que permitirá distribuir la presión uniformemente y absorber las vibraciones según marcan los planos en tamaño, espesor y dureza.

#### VI.1.9 TRABES POSTENSADAS

##### VI.1.9.1 PREPARACION DEL LUGAR

Para la elaboración de las trabes postensadas se escogió un terreno ubicado en la proximidad de la obra de manera que hiciérase posible el colar todas las trabes que se usarán en la obra sin necesidad de hacer maniobras de estiba en almacenaje. La preparación dada al lugar de la obra será mínima ya que el terreno está bastante plano y se habilitarán camas de madera perfectamente nivelada para recibir las trabes. Es importante considerar los espacios para permitir la circulación de la grúa y las ollas revoledoras de concreto así como proveer el orden de montaje de las trabes para que puedan retirarse conforme se requieran y se dejen hasta el fondo las últimas requeridas según el programa de montaje.

##### VI.1.9.2 CIMBRA

Como se mencionó anteriormente el fondo de la trabe será de madera con polines de 0.10 x 0.10 m situados a cada 0.20 m de manera que repartan el peso uniformemente en el terreno.

Para contacto con el concreto se usará triplay de una cara de 16 mm reforzado con duela de 1" x 4" longitudinalmente, según se muestra en la Figura VI.1.9.2.1

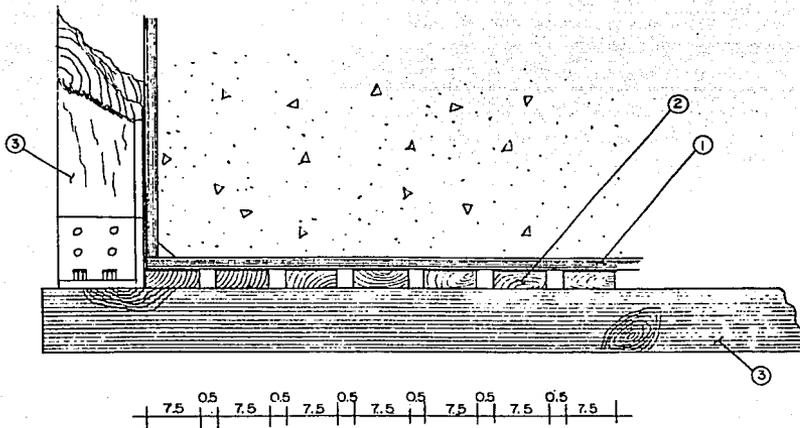


FIGURA VI.1.9.2.1

- 1) Triplay 1 cara 16 mm
- 2) Duela de (3" x 1") 7.5 x 2.54 cm
- 3) Polín (4" x 4" x 8") 10.0 x 10.0 x 240.0 cm a cada 0.20 m para dos camas.

Para los costados se usará cimbra de madera que será atornillada a los polines de la cama como se muestra en la Figura VI.9.2.1, y formará un elemento estable al quedar soportada de la parte superior por tensores y separadores cortados al tamaño exacto.

En estos costados se marcarán al exterior las trayectorias de los ductos para que queden fijos en el momento del colado.

#### VI.1.9.3 ACERO DE REFUERZO Y DE PREESFUERZO

Se colocará primero el acero de refuerzo y posteriormente los ductos en su posición aproximada hasta fijarlos contra la cimbra, de acuerdo a las coordenadas del proyecto, con alambres perdidos, una vez concluida la colocación de los ductos se colocarán las campanas de anclaje y las placas de apoyo, dejando previsto el tubo de inyección para los ductos. Finalmente se colocarán los ganchos de izaje de acuerdo al plano verificando anclaje y distancias.

#### VI.1.9.4 CONCRETO

La calidad de acabado de los miembros de concreto, depende del cuidado puesto en el transporte, colocación y curado del concreto.

## COLADO

Para mezclas con bajo revenimiento y contenidos altos de cemento, el colado debe hacerse en el menor tiempo posible después del mezclado para no perder manejabilidad. El concreto deberá ser colocado en forma tal que no se produzca segregación, los agregados para el concreto deberán ser compactos de preferencia (monolíticos) para evitar contracción posterior excesiva debido a la carga de preesfuerzo.

## VIBRACION

Vibración externa o interna o ambas, son generalmente necesarias para producir concreto compacto.

Los vibradores no deberán usarse para mover el concreto horizontalmente en la cimbra.

El sobrevibrado deberá evitarse, cuando se emplee vibración interna, la cabeza del vibrador deberá ser menor que la distancia mínima entre ductos o acero de refuerzo.

## CURADO

El curado deberá iniciarse tan pronto como se haya terminado el colado. El curado deberá continuarse hasta alcanzar la resistencia necesaria en el concreto para poder aplicar la fuerza preesforzante.

### VI.1.9.5 COLOCACION DEL ACERO POST-TENSADO

El acero deberá mantenerse limpio y seco, libre de materias extrañas, grasa, aceite, pintura y óxido.

### VI.1.9.6 MEDIDAS DE LA FUERZA PREEFORZANTE.

Los valores del alargamiento total corregidos por las pérdidas supuestas de fricción y anclaje, las presiones correspondientes en los gatos y los incrementos de longitud, serán de acuerdo a planos.

Para este proyecto se considerarán dos alternativas.

1a) cuando el concreto haya alcanzado una resistencia de 300 Kg/cm<sup>2</sup> se tensarán los cables 1 y 2 de las trabes a, b, c, simultáneamente a 151 Kg/mm<sup>2</sup>.

2a) se tensarán simultáneamente los cables 1 y 2 a 20 Kg/mm<sup>2</sup> cuando el concreto alcance una resistencia mínima de 150 Kg/cm<sup>2</sup> dejando las puntas de los cables para efectuar retensados, posteriormente se retensarán los cables 1 y 2 simultáneamente, hasta alcanzar 151 Kg/mm<sup>2</sup>, cuando el concreto de las trabes haya alcanzado una resistencia mínima de 300 Kg/cm<sup>2</sup>.

Cables 3 y 4. Se tensarán los cables 3 y 4 cuando el concreto de la losa tenga una resistencia mayor de 200 Kg/cm<sup>2</sup>.

### VI.1.9.7 LLENADO DE DUCTOS

La lechada para llenado de ductos deberá mezclarse en mezcladora mecánica, inmediatamente después del mezclado deberá bombearse al ducto hasta verificar la recirculación. Por este motivo siempre habrá que dejar entradas y salidas e inclusive cuando son tramos largos en puntos intermedios. Antes de iniciar la introducción de lechada se deberá probar con aire o agua el paso libre dentro del ducto.

Quando el concreto de los diafragmas alcance una resistencia de 300 Kg/cm<sup>2</sup> se tensarán los cables de los diafragmas, simultáneamente. Todos los cables se tensarán por un extremo.

### VI.1.9.8 MONTAJE

Cuando el postensado se encuentre de acuerdo a las alternativas 1 y 2, se podrá izar la viga y transportar a la obra para ser montada. Para ello se utilizará un semi-remolque y se apoyará en un soporte tipo 5A. rueda. Estando en el lugar de la obra se izarán las travesas con un balancín que impida la transmisión de cargas axiales, ver Figura VI.9.8.1, que pudiéssen provocar pandeo sobre las vigas. Se deberá verificar la correcta colocación de las placas de neopreno en los soportes, antes del izaje de las vigas.

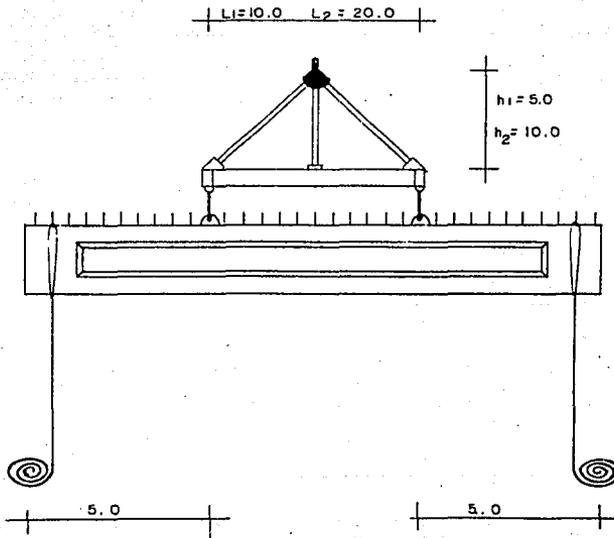


FIGURA VI.1.9.8.1

### VI.1.10 LOSA DE VIGA COMPUESTA

Como ya se vió en el capítulo de diseño, una viga compuesta es una estructura formada de dos elementos de diferentes materiales que actúa como unidad en cuanto a soportar parte o la totalidad de las cargas. En este caso usaremos las vigas postensadas ya colocadas como soporte para colar la losa complemento de las traves, aprovechando la forma de la sección seleccionada, Figura VI.1.10.1

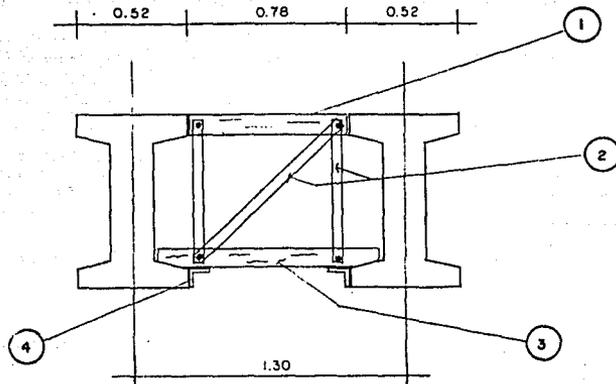


FIGURA VI.1.10.1

- 1) Tarima de 0.780 x 1.20 m reforzada con barros de 0.05 x 0.10 (2" x 4")
- 2) Refuerzo de ángulo de (2" x 2" x 3/16") 0.05 x 0.05 de acero estructural removible.
- 3) Soporte 0.10 x 0.10 (4" x 4") polín
- 4) Tope de fijación ángulo 0.10 x 0.10 (4" x 4")

Una vez cimbrada la losa se colocará el acero de refuerzo de proyecto y se efectuará el colado del concreto que deberá ser de tal manera que las juntas de construcción queden en los extremos de las vigas fuera del paño de apoyo de las mismas. La superficie de esta losa será cubierta con una carpeta asfáltica de 5 cm ligada con asfalto FR-3, que facilite la adherencia de los neumáticos al camino.

En esta losa deberán ir ahogados los dispositivos de anclajes de estructuras de contención o parapeto. La terminación final de la superficie de la losa se hará al sellar las juntas constructivas con celotex y asfalto FR-3 para impedir el goteo del agua de escurrimientos y de lluvia, y recibir la carpeta antes mencionada.

#### **VI.1.11 TIERRA ARMADA. FABRICACION Y MONTAJE.**

Para la construcción de la tierra armada se prefabricarán en el suelo las placas de concreto que servirán como muros de contención, al alcanzar el 100% de su resistencia el concreto, se trasladarán a la zona de montaje y se instalarán sobre una plantilla de concreto de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  de  $0.20 \times 0.40 \times \text{long.}$  del muro y se apuntalarán del lado libre del muro sobre pequeños muertos de concreto colados para este fin. (ver fig. VI.11.1)

Estos puntales serán ajustables en longitud y se retirarán en cuanto el relleno tenga la altura  $H/2$ , con el objeto de permitir que se desarrolle el empuje activo sobre el muro y no el de reposo que sería menos económico resistir para diseño.

#### **Procedimiento de Relleno.**

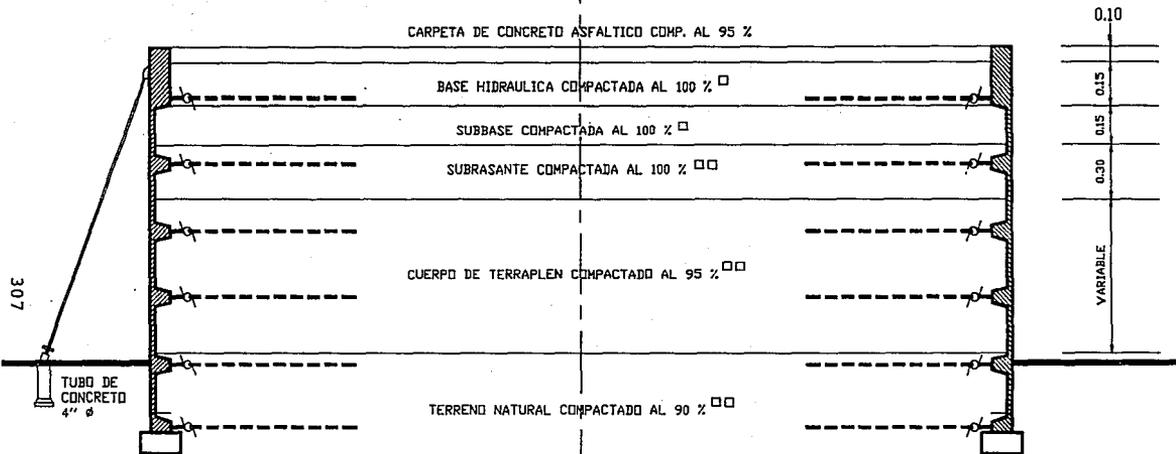
Una vez apuntalado el muro en longitudes de 10.0 m o más se procederá a colocar las capas de refuerzo de polietileno que se entrelazarán con una varilla de polietileno de alta densidad contra los anclajes que expreso se suministrarán ahogados en el muro. Extendida la malla se procederá a rellenar en capas de 0.30 m máximo compactando en las cercanías del muro (hasta 1.0m), con equipo ligero de compactación y el resto con el equipo normal de compactación usado. Este procedimiento se repetirá sucesivamente en todas las capas hasta la superficie.

#### **Filtros.**

Para permitir el drenaje de los muros se colocarán sub-drenes de 4"  $\phi$  de tubo de PVC perforado y protegido con un Geotextil de apertura 0.005 mm que no permita la tubificación.

Asimismo se protegerán las juntas constructivas entre piezas del muro con Geotextil adherida con pegamento polyester y fibra de vidrio.

RAMA



3.07

0.10

0.15

0.15

0.30

VARIABLE

- DEL P.V.S.M.A.A.S.H.T.D. MODIFICADO
- ▣ DEL P.V.S.N.A.A.S.H.T.D. ESTANDAR

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

SECCION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO  
FLEXIBLE PROPUESTA PARA LAS VIALIDADES  
DEL DISTRIBUIDOR VIAL "BENITO JUAREZ"  
EN S.L.P.

## **VI.2 PRESUPUESTO.**

Para poder elaborar el presupuesto de la obra debemos hacer una serie de investigaciones de campo y analizar el procedimiento constructivo para seleccionar el personal, el equipo, la herramienta y materiales óptimos a usar en la ejecución del proyecto.

### **VI.2.1 INVESTIGACION DE CAMPO.**

Para poder evaluar cada actividad requerimos precios y disponibilidad de los principales insumos que en el proceso intervendrán a saber; mano de obra, materiales, fletes y maquinaria, así como herramientas especiales.

Mano de Obra. Para investigar los salarios regionales se deberá consultar a la oficina más próxima de la CNIC, las agrupaciones sindicalizadas de la Industria de la Construcción, (si es que las hay) visitar algunas obras existentes en la región para interrogar al personal que en ellas labora. Es práctica común más no recomendable ignorar este procedimiento y utilizar los salarios mínimos fijados por el Diario Oficial para cada región, siendo ésta una causa muy frecuente de incumplimiento de contratos o pérdidas importantes por el más elevado costo de la mano de obra respecto al presupuestado que puede deberse a diversos factores tales como:

- a) Existencia de varias obras de gran magnitud en la región, simultáneas con la que se planea iniciar.
- b) Existencia de otro tipo de oferta de trabajo de temporada mejor remunerado, por ej. Agrícola.
- c) Falta de instalaciones o servicios para alojar al personal o darle de comer.
- d) Falta de medios de transporte desde los centros de población hasta el lugar de la obra.
- e) Temporada de lluvias, o heladas, o calor en exceso.

En cada caso habrá que considerar alternativas de solución que no eleven excesivamente los costos y que se prevean como costos directa o indirectamente en la obra.

En el caso de los materiales se deberá realizar una investigación similar obteniendo precios, distancias, disponibilidad y características de calidad de distintos materiales. En este aspecto se encuentra una de las partes más importantes de la Ingeniería Civil, ya que el Ingeniero con una buena imaginación y creatividad podrá combinar los recursos humanos y materiales locales, así como la maquinaria que posea la compañía en que labore, para obtener una solución óptima que cumpla con las especificaciones del proyecto y que le permita ganar los concursos a los que se enfrente con ventajas tecnológicas o de procedimientos constructivos sin detrimento de su utilidad, (por ejemplo si en el proyecto a ejecutar hay que hacer excavaciones cuyos materiales no se puedan emplear como rellenos y el volumen es muy importante, habrá que buscar un lugar cercano en el que se pueda usar el material desperdiciado como relleno y de ésto puede resultar que se gane o se pierda un concurso).

Debido a que el Ingeniero Analista de precios debe atender una gran cantidad de aspectos para la elaboración del presupuesto, proponemos a

continuación unos formatos que permitirán delegar en otra(s) persona(s) la investigación de los datos que hemos mencionado.

**FORMATO DE ESTUDIO DE CAMPO MANO DE OBRA**

Fecha: Junio/92	Obra a presupuestar: Distribuidor Vial S.L.P.		Responsable: Fac. de Ing.		
No. 001	Lugar de procedencia de la información				
Categoría:	Diario Oficial	Sindicato * CTM	Obra I "D"	Obra II	CNIC
<b>Sobrestante</b>					
<b>Cabo Alb.Fier.Carp.</b>					
Ofic.Albañil Esp.	16,230	28,650	42,350	48,000	
Ofic.Albañil 1a.		25,600		35,000	
Ofic.Albañil 2a.			27,573		
Ofic.Fierrero Esp.	15,625	24,700	25,735	35,000	
Ofic.Fierrero 1a.			30,637		
Ofic.Fierrero 2a.					
Ofic.Carpintero Esp	15,100	24,100		42,000	
Ofic.Carpintero 1a.			33,646		
Ofic.Carpintero 2a.			30,637		
Ofic. Plomero Esp.	15,550	24,700	30,637		
Ofic. Plomero 1a.					
Ofic. Plomero 2a.					
Ayudante	11,115	18,200	18,760	19,000	
Peón		17,700	17,102	17,500	
Cadenero		25,800	18,760	27,000	
Chofer de camioneta	16,060	24,100	25,735		
Chofer de camión	16,605	24,100	33,646		
<b>"DESTAJOS"</b>					
Excav.Mat. A	Unid. m3	5,778			
Cimbra Aparente					
Columnas	m2	6,485			
Losas	m2	2,694			
Zapatas	m2	4,361			
Hab.acero ref.	kg.	215.8			
Col.acero ref.	kg.	125.0			
<b>Comentarios:</b>					
* De preferencia obtener por escrito estos salarios con sello y firma del Secretario de Trabajo o Secretario General, además investigar y anotar otras obras simultáneas o ciclos agrícolas muy importantes.					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	MD-MUY DISPONIBLE		D-DISPONIBLE		
	ND-NO DISPONIBLE				

**FORMATO DE ESTUDIO DE CAMPO DE MATERIALES**

Fecha:		Obra a Presupuestar:			Responsable:			
Jun/92		Distribuidor Vial S.L.P.			Fac. de Ingeniería			
No.:002		Lugar de Procedencia o Proveedor				Disponibilidad		
Materiales	Unid.	Prov.1	Prov.2	CNIC	1	2	3	
Cemento	Ton.	280,000	285,000		x			
Calhidra	Ton.	208,000	213,000		x			
Grava	m3	58,300			x			
Arena	m3	11,670			x			
Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2								
φ 1/4"	Ton.	1'410	1'513		x			
φ 3/8"	Ton.	1'225	1'250		x			
φ 1/2"	Ton.	1'225	1'125		x			
φ 5/8"	Ton.	1'225	1'125		x			
φ 1"	Ton.	1'225	1'125		x			
φ 1 1/4"	Ton.	1'225	1'125		x			
φ 1 1/2"	Ton.	1'225	1'115		x			
Alambre recocido	Kg.	2,016	2,060		x			
Clavo	Kg.	2,226	2,830		x			
Duela, barrote	PT	1,500			x			
Polín pino de 2a.	PT	1,450			x			
Triplay 16 mm	HOJA	75,000			x			
Concr. Premezclado Rev. 14 T.M.A.								
1 1/2" ó 3/4"								
f'c = 100 kg/cm2	m3	181,800			x			
f'c = 200 kg/cm2	m3	243,900			x			
f'c = 250 kg/cm2	m3	269,100			x			
Bombeo concreto	m3	37,500			x			
Agua Potable	lt.	15				x		
Carpeta asfáltica de planta	m3	132,730				x		
Sello mat. 3-A	m3	N/D					x	

**Comentarios:**  
 Todos los precios serán anotados puestos en la obra de acuerdo al volumen especificado y a la cantidad necesaria por día, semana o mes y anotar descuentos posibles por volumen de preferencia respaldar con cotizaciones por escrito, en caso de no estar flete especificar (N.I.).

**FORMATO DE ESTUDIO DE CAMPO DE MAQUINARIA EN LA REGION**

Fecha: Jun/92	Obra a Presupuestar: Distribuidor Vial S.L.P.	Responsable: Fac. de Ingeniería			
No.:003	Precios sin combustible, lubricantes, ni operación.				
MAQUINARIA		Unidad	Renta 1 mes	Prov.1	Prov.2
1.- Retroexcavadora CAT 225	200 hrs	30'000,000.	E	-	
2.- Retroexcavadora CAT 416	200 hrs	14'000,000.	-	R	
3.- Motoconformadora CAT 14-G	200 hrs	20'000,000.	E	-	
4.- Tractor CAT D9-L CAT D8-L	200 hrs 200 hrs	53'000,000. 45'000,000.	- -	E E	
5.- Tractocompactor CAT 815	200 hrs	30'000,000.	-	R	
6.- Traxcavo CAT 977 EQ.973 955 L 953	200 hrs 200 hrs	26'000,000. 20'000,000.	- R	R -	
7.- Draga Piloteadora Bucyrus Erie 100 Ton.conv.grúa	200 hrs	32'000,000.	-	R	
8.- Compactador de Rodillo vibratorio. DYNAPAC CA - 15	200 hrs	15'000,000.	-	M	
9.- Finisher (acabadora) Blaw-Knox	200 hrs	17'000,000.	-	M	
10.-Plancha de 12 Ton. Búfalo o similar	200 hrs	11'000,000.	R	-	
11.-Petrolizadora (Roscoe) o similar	200 hrs	16'500,000.	E	-	
12.-Pipa agua 8000 lts.	200 hrs	9'000,000.	-	R	
Condiciones del Equipo: (E) Excelente (R) Regular (M) Mala					
Observaciones: Todos los equipos puestos en la Obra incluido flete.					

**FORMATO DE ESTUDIO DE FLETES EN LA REGION**

Fecha: Jun/92 No. 004		Obra a Presupuestar: Distribuidor Vial, S.L.P.		Responsable: Fac. de Ingenieria	
O r i g e n	Destino	Dist. en Km	Prov.1 Tarifa	Prov.2 Tarifa	Condic. Camino
1.- Banco Grava (G) aprob. por laboratorio)	Obra	27.3	"Cerro Gordo"		
2.- Banco Grava (G)	Pta.Concreto	27.3	"Cerro Gordo"		(P) CS
3.- Banco Grava (G)	Pta.Asfalto	27.3	"Cerro Gordo"		(P) CS
4.- Banco Arena (A) (aprob. por laboratorio)	Obra	15.9	Peñasco	S/N Km 245 + 300 + 2500 m carr.Va lles S.	(T) CS
5.- Banco Arena (A) (aprob. por laboratorio)	Pta.Concreto	15.9	Peñasco	Luis	(T) CS (CS)
6.- Cuerpo Terraplén			"El Zapote"		(TR)
7.- Sub-rasante					
8.- Banco Material aprob. para sub-base	Obra		"Cerro Gordo"		(P) (CS)
9.- Banco Material aprob. para base	Obra		"Cerro Gordo"		(P) (CS)
10.-Gasolinera más próxima	Obra	0.5			T
11.-Obra	Banco para recibir tierra vegetal	0.75			T
12.-Obra	Banco para guardar mat. producto de excavación	0.75			T

Observaciones: En todos los casos se aplicará tarifa \$1,800.00 1er. Km y \$900.00 subsecuentes

Terracería rocosa (TR) Pavimentado (P)  
Terracería s\roca (T )

Camino con pendientes muy fuertes (CF) s max. (15%)  
Camino con pendientes medias (CM) s max. (10%)  
Camino con pendientes a nivel o suaves(CS) s max. (05%)

**FORMATO DE ESTUDIO DE PRECIOS PARA ANALISIS DE COSTOS INDIRECTOS  
DEBIDOS A LA ADMINISTRACION DE CAMPO.**

Fecha: Jun/92 No. 005	Obra a presupuestar: Distribuidor Vial S.L.P.		Responsible: Fac. de Ingenieria	
C o n c e p t o	Periodo	Prov. 1	Prov. 2	
1. Alojamiento para 10 empleados de nivel técnico.	mes	Hotel c/2	2 casas 1'100,000	
2. Alojamiento para 20 operadores y mecánicos.	mes	120,000 2 casas 1'500,000	2'200,000 2 casas 1'450,000	
3. Alojamiento para 30 trabajadores de confianza, (sobrestantes, cabos, oficiales especialistas).	mes	1 terreno 1000 m <sup>2</sup> c/galería		
4. Instalaciones especiales.		800,000		
4.1. Oficinas 250 m2 (construidas) con teléfono, luz y agua.	mes	1'500,000		
4.2. Bodega 1000 m2	mes	2'500,000		
4.3. Terreno para fabricar trabes postensadas y concreto. Area de 10000 m2.	mes	2'000,000		
4.4. Suministro de subestación eléctrica provisional 200 KVA para terreno.	Lote	6'000,000		
4.5. Comedores	Se Con	cesionará		
4.6. Instalaciones sanitarias para 200 personas.		20'000,000		
5. Gastos varios				
5.1. Flete del Equipo de Concreto y del equipo de oficinas.	6 viajes	18'000,000		
5.2. Veladores de obra, oficinas. Planta de concreto y terreno.	mes	4'000,000		
5.3. Costo de una camioneta Pick Up y una camioneta 3 Ton. p compras. 1 camioneta diesel p reparto.	mes	15'000,000		
5.4. Pasajes y Viáticos.	mes	20'000,000		
<b>SUB - TOTAL</b>		49'300,000/MES X 12 = 591'600,000 + 44'000,000 ----- \$ 635'000,000		

Fecha: Jun/92 No. 005	Obra a presupuestar: Distribuidor Vial S.L.P.	Responsable: Fac. de Ingeniería	
C o n c e p t o	Período	Prov. 1	Prov. 2
5.5. <i>Compensaciones y gratificaciones. Includidos en sueldos y honorarios.</i>			
5.6. <i>Sueldos y honorarios del personal de campo, (Ver organigrama) y Forma 006.</i>			
5.7. <i>Gastos de consumo de oficinas: papelería y útiles de escritorio, correo, teléfono, fax, radio, situaciones bancarias, copias fotostáticas de planos y de documentos, consumo de luz, gas, etc.; relaciones públicas, donativos, etc. Suscripciones y cuotas Depreciación Eq. de Oficina</i>	mes	8'000,000	
5.8. <i>Sindicatos cuotas especiales</i>	mes	1'200,000	
5.9. <i>Control de calidad</i>	mes	4'000,000	
5.10. <i>Capacitación</i>	mes	2'000,000	
5.11. <i>Ingeniería de seguridad</i>	mes	8'000,000	
5.12. <i>Conservación de obra hasta entrega</i>	mes	4'000,000	
5.13. <i>Señalización provisional</i>	Total	5'000,000	
5.14. <i>Servicios médicos de emergencia</i>	mes	3'000,000	
5.15. <i>Limpieza de obra y oficinas</i>	mes	4'000,000	
5.16. <i>Desmantelamiento de instalaciones</i>	Total	20'000,000	
5.17. <i>Rupturas y reposiciones por afectación.</i>	Total	100'000,000	
<b>SUB-TOTAL</b>		34'200,000/mes X 12	
		=410'400,000	
		+125'000,000	
		<b>\$535'400,000</b>	

**PERSONAL DE ADMINISTRACION DE OBRA**

Fecha:Jun/92 No. 006		Obra a presupuestar: Distribuidor Vial S.L.P.		Responsable: Fac. de Ingen ería
N i v e l	No.de Orden	Sueldo base por semana	Gratificaciones Totales	
I. Gerente	1	2'500,000	10% de U.B. 2,700 = 270' "A"=270' Base p Cálculo 20% de "A" = 54.0	
II. Superintendente	1	1'500,000	30% de "A" = 81'	
	2	2'000,000	a dividir entre 3	
	3	1'000,000	27' a cada uno	
III. Contador Gral.		1'000,000	5% de "A" = 13.5'	
III. Residente de concreto.	1	750,000	10% de "A" = 27'	
	2	750,000	a dividir entre 3	
	3	500,000	9' a cada uno	
III. Residente de terracerías y pavimentos.	1	1'000,000	10% de "A" = 27'	
	2	750,000	a dividir entre 4	
	3	750,000		
	4	500,000		
III. Residente de instals. elects. hid. y alcantari llado.	1	750,000	5% de "A" = 13.5	
	2	500,000	a dividir entre 2	
III. Jefes Admtvos. Dpto.de Personal Dpto.de Activos Dpto.de Finanzas	1	500,000	20 % de "A" = 54'	
	1	500,000	a dividir entre 3	
	1	500,000		
IV. Auxiliares de Producción.	1, 5	400,000		
V. Secretarias	1	350,000		
	2	350,000		
VI. Chofer camioneta Mecánico Diesel	1, 5	300,000		
		500,000	+(%EF>EQ.)(500,000) +(%EF>EQ.)(200,000)	
TOTAL \$18'000,000 x 52/12 = 78'000,000/mes x 12 = 936'000,000 + 270,000,000 \$1'206'000,000				

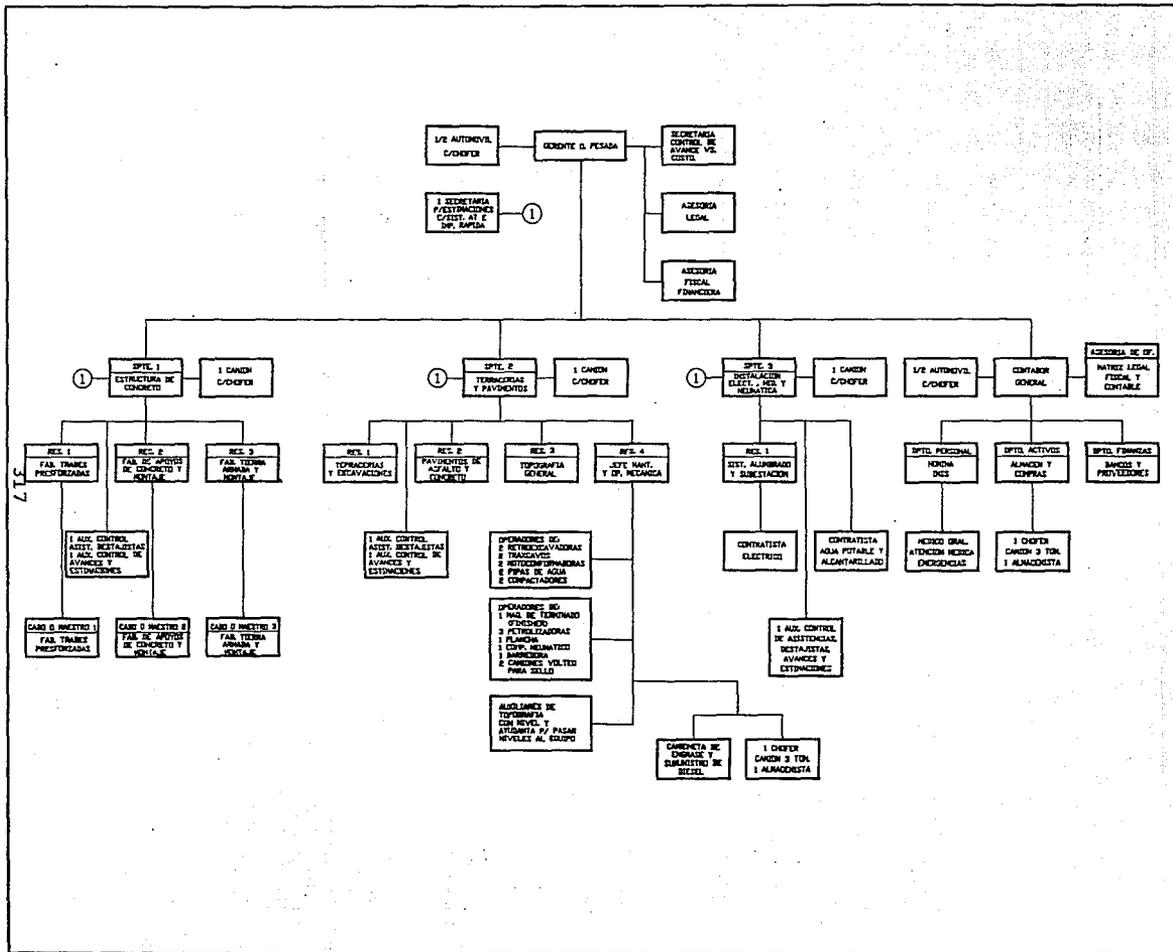
**RESUMEN:**

	<b>IMPORTE\MES</b>	<b>IMPORTE TOTAL</b>
<b>Gastos de Administración</b>	49'300 x 12 meses =	591'600,000.00
	34'200 x 12 meses =	410'400,000.00
		125'000,000.00
		44'000,000.00
<b>Sueldos Personal</b>	+ 78'000 x 12 meses =	936'000,000.00
<b>Gratificaciones (aprox.8.0 a 9.0%) de la utilidad bruta. "A"</b>		270,000.00
		<hr/>
		2'377'000,000.00

\* Monto de la Obra aprox. Costo Directo 32,411 (Millones de pesos) = A  
Indirectos Administración de campo 2,377 (Millones de pesos) = 7.3 %

<b>ISR 3.5</b>	3.5 %
<b>FINANCIAMIENTO (15 DÍAS)</b>	1.1 %
<b>FIANZAS</b>	1.0 %
<b>ADMINISTRACIÓN CENTRAL</b>	8.0 %
<b>FACTOR DE INDIRECTOS (B)</b>	20.9 %
<b>UTILIDAD 10% DE A (I + B)</b>	10.0 %

\* Si el monto de la Obra difiere en el estimado se deberán revisar los indirectos obtenidos con los valores nuevos.



CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
<b>A). - TERRACERIAS</b>					
T1.-	DESPALME DE CORTE, DESPERDICIAN- DO EL MATERIAL.	M3	200.00	6,329.00	1,265,800.00
T2.-	DESPALME PARA DESPLANTE DE TE- RRAPLENES DESPERDICIANDO EL MA- TERIAL.	M3	570.00	9,530.00	5,432,100.00
T3.-	EXCAVACION EN REBAJES DE LA CO- RONA CUANDO EL MATERIAL SE DES- PERDICIE. INC. CARGA.	M3	19,500.00	10,222.00	199,329,000.00
T4.-	EXCAVACION DE PRESTAMO DEL BAN- CO CERRO GORDO.	M3	96,580.00	3,527.00	340,637,660.00
T5.-	TERRAPLENES, COMPACTACION, DEL TERRENO EN EL AREA DE DESPLANTE DE LOS TERRAPLENES, AL 90% PROC TOR.	M3	3,780.00	6,177.00	23,349,060.00
T6.-	TERRAPLENES, COMPACTACION, DEL TERRENO EN EL AREA DE DESPLANTE DE LOS TERRAPLENES, AL 100% PROC TOR.	M3	6,500.00	7,095.00	46,117,500.00
T7.-	FORMACION Y COMPACTACION DE TE- RRAPLENES ADICIONADOS CON SUS CUÑAS DE SOBREAÑO AL 95%.	M3	23,780.00	8,793.00	209,097,540.00
T8.-	FORMACION Y COMPACTACION DE TE- RRAPLENES ADICIONADOS CON SUS CUÑAS DE SOBREAÑO AL 100%.	M3	42,800.00	9,397.00	402,191,600.00
T9.-	RELLENOS COMPACTADOS POR CAPAS PARA TIERRA ARMADA.	M3	14,800.00	4,430.00	65,564,000.00
T10.-	SOBRE ACARREO DE MATERIALES PRODUCTO DE LOS DESPALMES Y DE LAS EXCAVACIONES PARA LA CONS- TRUCCION DE LA CAPA SUBRASANTE Y PARA COMPLETAR LA CONSTRUC- CION DEL CUERPO DEL TERRAPLEN TER. KM.	M3	96,580.00	2,401.00	231,888,580.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
T11.- SOBRE ACARREO DE MATERIALES PRODUCTO DE LA EXCAVACION PARA LA CONSTRUCCION DE LA CAPA SUBRASANTE Y PARA COMPLETAR LA CONSTRUCCION DEL CUERPO DEL TERRAPLEN KMS. SUBSECUENTES.	M3KM	965,800.00	1,201.00	1,159,925,800.00
T12.- EXCAVACION PARA ESTRUCTURA CUALESQUIERA QUE SEA SU CLASIFICACION Y PROFUNDIDAD.	M3	28,350.00	5,885.00	166,839,750.00
T13.- SUB-BASE COMPACTADA AL 100% DEL BANCO DE CERRO GORDO.	M3	20,830.00	51,986.00	1,082,868,380.00
T14.- BASE COMPACTADA AL 100% CON MATERIAL DEL BANCO DE CERRO GORDO.	M3	20,830.00	51,986.00	1,082,868,380.00
				5,017,375,150.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
B).- ALBAÑILERIA				
ALB1.- RELLENO PARA PROTECCION DE OBRAS DE DRENAJE.	M3	13,770.00	12,859.00	177,068,430.00
ALB2.- CIMBRA COMUN EN ZAPATAS DE CIMENTACION.	M2	1,334.39	32,054.00	42,772,537.00
ALB3.- CIMBRA APARENTE EN COLUMNAS	M2	2,554.94	55,228.00	141,104,779.00
ALB4.- CIMBRA APARENTE EN CABEZALES DE CABALLETES Y PILAS.	M2	108.92	49,143.00	5,352,656.00
ALB5.- CIMBRA APARENTE EN DIAFRAGMA DE SUPERESTRUCTURAS.	M2	170.72	51,440.00	8,781,837.00
ALB6.- CONCRETO HIDRAULICO F'c= 250 KG/CM2. EN ZAPATAS DE CIMENTACION.	M3	5,117.00	394,677.00	2,019,562,209.00
ALB7.- CONCRETO HIDRAULICO F'c= 250 KG/CM2. EN COLUMNAS DE 1.5 MTS. DIAM.	M3	850.00	445,835.00	378,959,750.00
ALB8.- CONCRETO HIDRAULICO F'c= 250 KG/CM2. EN CABEZALES DE CABALLETES Y PILAS.	M3	1,400.00	516,932.00	723,704,800.00
ALB9.- CONCRETO HIDRAULICO F'c= 250 KG/CM2. EN RESPALDO DE CABALLETES EXTREMOS.	M3	23.00	516,932.00	11,889,436.00
ALB10.- CONCRETO HIDRAULICO F'c= 250 KG/CM2. EN DIAFRAGMAS DE SUPERESTRUCTURAS.	M3	360.00	516,932.00	186,095,520.00
ALB11.- CONCRETO HIDRAULICO F'c= 250 KG/CM2. EN LOSA.	M3	3,710.00	516,932.00	1,917,817,720.00
ALB12.- CONCRETO HIDRAULICO F'c= 250 KG/CM2. EN GUARNICIONES.	M3	804.00	377,049.00	303,147,396.00
ALB13.- DALA DE CIMENTACION DE CONCRETO F'c= 150 KG/CM2. PARA DESPLANTE DE MURO PARA TIERRA ARMADA.	M3	2,175.00	352,599.00	766,902,825.00
ALB14.- ESCAMAS DE CONCRETO EN MURO PARA TIERRA ARMADA, INCLUYENDO ARMADURAS, JUNTAS Y ACCESORIOS PARA SU MONTAJE Y COLOCACION.	M2	3,190.00	275,000.00	877,250,000.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
ALB15.-SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACE- RO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2 EN LOSAS, COLUMNAS Y ZAPATAS.	KG	1,563,520.00	2,748.00	4,296,552,960.00
ALB16.-ESTRUCTURAS DE CONCRETO PRES- FORZADO O POSTENSADO POR PIEZA FABRICADA Y MONTADA DE F/C= 350 KG/CM2. TRABE TIPO AASHTO DE 135 CMS. DE PERALTE Y 20 M. DE LONGITUD.	PZA	366.00	24,241,928.00	8,872,545,648.00
ALB17.-ESTRUCTURAS DE CONCRETO PRES- FORZADO O POSTENSADO POR PIEZA FABRICADA Y MONTADA DE F/C= 350 KG/CM2. TRABE TIPO AASHTO DE 135 CMS. DE PERALTE Y 30 M. DE LONGITUD.	PZA	182.00	31,264,868.00	5,690,206,103.00
ALB18.-APOYO FIJO DE NEOPRENO TIPO NEOGAR' DE 20 X 30 X 2.5 CMS.	PZA	357.00	132,633.00	47,349,981.00
ALB19.-APOYO FIJO DE NEOPRENO TIPO NEOGAR' DE 25 X 35 X 4.1 CMS.	PZA	203.00	232,580.00	47,213,740.00
ALB20.-APOYO FIJO DE NEOPRENO TIPO NEOGAR' DE 25 X 30 X 4.1 CMS.	PZA	357.00	163,995.00	58,546,215.00
ALB21.-APOYO FIJO DE NEOPRENO TIPO NEOGAR' DE 25 X 35 X 5.7 CMS.	PZA	203.00	317,741.00	64,501,423.00
ALB22.-DRENEOS DE PLASTICO.	PZA	673.00	98,094.00	66,017,262.00
ALB23.-JUNTA DE CALZADA TIPO HEX-T50	ML	865.00	1,996,235.00	1,726,743,275.00
ALB24.-PARAPETO SEGUN PROYECTO	ML	4,920.00	189,908.00	934,347,360.00
				<u>29,364,433,862.00</u>

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
	<b>C). - DRENAJES</b>				
DR1.-	TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO F'C= 280 KG/CM2 DE 90 CM. DE DIAM.	ML	1,730.00	275,467.00	476,557,910.00
DR2.-	TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO F'C= 280 KG/CM2 DE 75 CM. DE DIAM.	ML	4,030.00	173,810.00	700,454,300.00
DR3.-	POZO DE VISITA.	PZA	84.00	1,503,729.00	126,313,236.00
DR4.-	COLADERA DE TORMENTA.	PZA	15.00	749,596.00	11,243,940.00
DR5.-	COLADERA DE BANQUETA.	PZA	165.00	541,422.00	89,334,630.00
					<b>1,403,904,016.00</b>

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
D).- SEÑALIZACION				
SEÑ1.- GUARNICION DE CONCRETO F'c= 150 KG/CM2. DE 75 CM2 DE SECCION.	ML	7,875.00	24,109.00	189,858,375.00
SEÑ2.- SEÑAL PREVENTIVA TIPO SP-17 DE 71 X 71 CMS.	PZA	6.00	305,281.00	1,831,686.00
SEÑ3.- SEÑAL PREVENTIVA TIPO SP-19 DE 71 X 71 CMS.	PZA	5.00	305,281.00	1,526,405.00
SEÑ4.- SEÑAL PREVENTIVA TIPO SR-6 DE 30 CMS. POR LADO.	PZA	6.00	310,253.00	1,861,518.00
SEÑ5.- SEÑAL PREVENTIVA TIPO SR-7 DE 85 CMS. POR LADO.	PZA	7.00	303,917.00	2,127,419.00
SEÑ6.- SEÑAL RESTRICATIVA TIPO SR-9 DE 86 X 86 CMS. CON TABLERO ADICIONAL DE 35 X 86 CMS.	PZA	15.00	435,518.00	6,532,770.00
SEÑ7.- SEÑAL RESTRICATIVA TIPO SR-11 DE 86 X 86 CMS. CON TABLERO ADICIONAL DE 35 X 86 CMS.	PZA	2.00	435,518.00	871,036.00
SEÑ8.- SEÑAL RESTRICATIVA TIPO SR-15 DE 71 X 71 CMS. CON TABLERO ADICIONAL DE 51 X 71 CMS.	PZA	7.00	375,269.00	2,626,883.00
SEÑ9.- SEÑAL INFORMATIVA TIPO SI-18 DE 40 X 178 CMS.	PZA	1.00	449,307.00	449,307.00
SEÑ10.-SEÑAL INFORMATIVA TIPO SI-28 DE 71 X 71 CMS. CON TABLERO ADICIONAL DE 30 X 71 CMS.	PZA	1.00	375,269.00	375,269.00
SEÑ11.-SEÑAL INFORMATIVA TIPO SI-42 DE 71 X 178 CMS.	PZA	1.00	553,992.00	553,992.00
SEÑ12.-SEÑAL INFORMATIVA TIPO SI-42 DE 40 X 178 CMS.	PZA	2.00	449,307.00	898,614.00
SEÑ13.-INDICADORES DE PELIGRO DE 61 X 122 CMS.	PZA	18.00	305,247.00	5,494,446.00
SEÑ14.-SEÑAL ELEVADA TIPO DOBLE BANDEIRA CON 2 PLACAS DE 122 X 366 CMS.	PZA	13.00	6,387,359.00	83,035,667.00
SEÑ15.-SEÑAL ELEVADA TIPO PUENTE DE 3 PLACAS DE 152 X 366 CMS.	PZA	5.00	24,169,617.00	120,848,085.00
SEÑ16.-SEÑAL ELEVADA TIPO PUENTE DE 2 PLACAS DE 152 X 366 CMS.	PZA	9.00	20,366,190.00	183,295,710.00
				602,187,182.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
E).- PAVIMENTOS				
PAV1.- RECUBRIMIENTO DE PAVIMENTO CON RAYA REFLEJANTE DE 10 CMS. DE ANCHO.	ML	60,000	1,641.00	98,460,000.00
PAV2.- ASFALTO REBAJADO EMPLEADO EN RIEGO DE IMPREGNACION CON FH-1.	LT	208,000	798.00	165,984,000.00
PAV3.- ASFALTO REBAJADO EMPLEADO EN RIEGO DE LIGA CON FR-3.	LT	85,700	798.00	68,388,600.00
PAV4.- ASFALTO REBAJADO EMPLEADO EN RIEGO DE SELLO CON FR-3.	LT	222,800	798.00	177,794,400.00
PAV5.- CEMENTO ASFALTICO No.6	KG	1,571,000	724.00	1,137,404,000.00
PAV6.- BARRIDO DE LA SUPERFICIE POR TRATAR.	HA.	17	907,508.00	15,427,636.00
PAV7.- CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO COMPACTADA AL 95% DEL BANCO DE CERRO GORDO.	M3	12,000	168,568.00	2,022,816,000.00
PAV8.- RIEGO DE SELLO CON MATERIAL PREMEZCLADO.	M3	1,710	99,433.00	170,030,430.00
PAV9.- ACARREO DE MATERIALES SELECCIONADOS NATURALES O QUE HAYAN TENIDO UN TRATAMIENTO PARA PAVIMENTOS MEDIDOS, ACANELLADOS O EN LOS VEHICULOS DE TRANSPORTE.	M3KM	27,360	763.00	20,875,680.00
PAV10.-ACARREO DE MATERIALES SELECCIONADOS NATURALES O QUE HAYAN TENIDO UN TRATAMIENTO, MEDIDOS COMPACTOS EN LA CAPA CONSTRUIDA, SUB-BASE Y BASE HIDRAULICA.	M3KM	666,560	1,147.00	764,544,320.00
				----- 4,641,725,066.00

**R E S U M E N**

<b>A).- TERRACERIAS</b>	<b>5,017,375,150.00</b>
<b>B).- ALBAÑILERIA</b>	<b>29,364,433,862.83</b>
<b>C).- DRENAJES</b>	<b>1,403,904,016.00</b>
<b>D).- SEÑALIZACION</b>	<b>602,187,182.00</b>
<b>E).- PAVIMENTOS</b>	<b>4,641,725,066.00</b>
	<b>-----</b>
	<b>41,029,625,276.00</b>

**A N E X O I**  
***PRECIOS UNITARIOS***

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO:

NOMBRE --> : TRABE TIPO AASHTO 1.35 M.

SUMINISTRO DE TRABE TIPO AASHTO DE 1.35 M. DE PERALTE PARA 20.0 M. DE CLARO. INCLUYE TRASLADO Y MONTAJE.

UNIDAD --> PIEZA

FECHA DE COTIZACION: Viernes, 26-Jun-92

PRECIO UNITARIO: \$ 24,241,928

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MATERIALES PRECIO UNITARIO BASICO				
ALB 2	CINDRA APARENTE EN COSTADOS Y FONDO DE TRABE	M2	37.000000	30,623	1'133,051
ALB 15	SUMINISTRO HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE RE-FUERZO fy = 4200 KG/CM2 EN TRABES PREEFORZADAS.	KG	1570.000000	2,625	4'121,250
ALB 15.1	SUMINISTRO HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE PRE-ESFUERZO DE BAJA RELAJACION DE 13 mm $\phi$ DE f <sub>en</sub> =189 KG/mm <sup>2</sup>	KG	490.000000	4,616	2'261,840
ALB 15.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE DUCTO PARA CABLE DE 75 mm $\phi$ INCLUYE COPLES	M	42.000000	7,943	333,606
ALB 15.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ANCLAJES PARA CABLE DE PRE-ESFUERZO.				
	19 T 13	VIVO	JGO 2.000000	996,820	1'993,640
		MUERTO	JGO 2.000000	89,815	179,630
ALB 15.4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLACA ESTRUCTURAL PARA ANCLAJES VIVOS DE ACERO A-36 DE 3/4" ESPESOR	JGO	2.000000	183,375	366,750
ALB 15.5	MAGO DE OBRA DE CONCEPTOS 15.1.2.3.4.	HRS-CUAD	50.000000	44,228	2'211,400
ALB 7.1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO f' <sub>c</sub> =350 KG/CM <sup>2</sup> INCLUYE CURADO CON MEMBRANA (NIVEL DE PISO DIRECTO DE LA OLLA)	M3	11.500000	406,159	4'670,828
ALB 15.6	CARGA TRANSPORTE Y MONTAJE DE TRABE AASHTO	PZA	1.000000	956,389	956,389
				SUBTOTAL:	18'228,384
				*** Cargos en Porcentaje ***	
Indirectos	20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$		18'228,384	)	3'809,732
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$		22'038,116	)	2'203,811
	PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):				24'241,928

Veinticuatro Millones Doscientos Cuarenta y Un Mil Novecientos Veintiocho Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 1

NOMBRE --> ALB 15 : ACERO DE REFUERZO FY=4200 EN TRABES, COL. Y LOSAS.

ALB 15 : SUMINISTRO, HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2., VARIOS DIAMETROS

UNIDAD --> KG

FECHA DE COTIZACION: Viernes, 26-Jun-92

PRECIO UNITARIO: \$ 2,748

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MATERIALES.				
MA	1 ACV-009: ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 #4 ø 1/2"	KG	1.0845000	1,225	1,329
MA	2 ACL-001: ALAMBRE RECOCIDO #16	KG	0.0300000	2,060	62
				SUBTOTAL:	1,390
***	BASICOS.				
BA	3 OFF-001: 1 FIERRERO + 1 AYUDANTE CLASE "B"	JOR	0.0065700	102,886	676
				SUBTOTAL:	676
Indirectos	*** Cargos en Porcentaje *** 20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$	2,066	)		432
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$	2,498	)		250
PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):					2,748

Dos Mil Setecientos Cuarenta y Ocho Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"  
 Lugar: San Luis Potosí  
 Especialidad: Precios Unitarios

Concurso: Tésis  
 Fecha: Julio/92  
 Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 2

NOMBRE --> ALB 3 : CIMBRA APARENTE EN COLUMNAS.

ALB 3 : SUMINISTRO, HABILITADO, IZAJE Y COLOCACION DE CIMBRA APARENTE EN COLUMNAS, INCLUYENDO: ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, CHAFLANES, DIESEL, CLAVO, ALAMBRE RECOCIDO, DES-CIMBRADO, EQUIPO, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.

UNIDAD --> M2

FECHA DE COTIZACION: Viernes, 26-Jun-92

PRECIO UNITARIO: \$ 55,228

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	SUBCONTRATOS.				
SU	1 REN-001: GRUA DE CELOSIA 2.5 TON.	HR	0.1350000	50,000	6,750
				SUBTOTAL:	6,750
***	BASICOS.				
BA	5 CIM-002: FABRICACION DE CIMBRA APARENTE EN COLUMNAS Y TRABES	M2	1.0000000	13,041	13,041
BA	4 OMC-001: 1 CARPINTERO O.N. + 1 AYUD.CLASE "B"	JOR	0.2000000	108,685	21,737
				SUBTOTAL:	34,778
Indirectos	*** Cargos en Porcentaje *** 20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$		41,528 )		8,679
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$		50,207 )		5,021
				PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):	55,228

Cincuenta y Cinco Mil Doscientos Veintiocho Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 3

NOMBRE --> ALB 5 : CIMBRA DE MADERA EN  
DIAFRAGMAS DE SUPERESTRUCTURA  
UNIDAD --> M2  
FECHA DE COTIZACION: Viernes, 26-Jun-92

ALB 5 : SUMINISTRO, HABILITADO, IZAJE Y COLOCACION DE CIM--  
BRA DE MADERA EN DIAFRAGMAS DE SUPERESTRUCTURA INCLUYENDO:  
DESPERDICIOS, CHAFLANES, DIESEL, CLAVO, ALAMBRE RECOCIDO,DES  
CIMBRADO, EQUIPO, MANO DE OBRA, ACARREOS Y HERRAMIENTA.

PRECIO UNITARIO: \$ 51,440

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	SUBCONTRATOS.				
SU	1 REN-001: GRUA DE CELOSIA 2.5 TON.	HR	0.1350000	50,000	6,750
				SUBTOTAL:	6,750
***	BASICOS.				
BA	5 CIH-002: FABRICACION DE CIMBRA APARENTE EN COLUMNAS Y TRABES M2		1.0650000	13,041	13,889
BA	4 OHC-001: 1 CARPINTERO O.N. + 1 AYUD.CLASE "B"	JOR	0.1660000	108,685	18,042
				SUBTOTAL:	31,930
Indirectos	*** Cargos en Porcentaje *** 20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$	38,680	)		8,084
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$	46,764	)		4,676
PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):					51,440

Cincuenta y Un Mil Cuatrocientos Cuarenta Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 4

NOMBRE --> ALB 7 : CONCRETO PREMEZCLADO F'c=250  
KG/CM2 COLUMNAS

ALB 7 : SUMINISTRO, IZAJE ó BOMBEO DE CONCRETO PREMEZCLADO  
F'c= 250 KG/CM2. AGREG. MAX. 3/4" DIAM., RESISTENCIA NORMAL,  
VACIADO CON BOMBA, EN COLUMNAS, HASTA UNA ALTURA MAXIMA DE  
15 MTS., INCLUIDO: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, DESPERDI-  
CIOS, VIBRADO Y CURADO.

UNIDAD --> M3

FECHA DE COTIZACION: Jueves, 02-Jul-92

PRECIO UNITARIO: \$ 445,835

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MATERIALES.				
MA	3 CPC-003: CONCRETO PREMEZCLADO RN, F'c= 250 KG/CM2 AGR.M.3/4"	M3	1.0500000	269,100	282,555
MA	4 PEU-001: AGUA	M3	0.0650000	15,000	975
				SUBTOTAL:	283,530
***	MAQUINARIA.				
MQ	1 VIB-001: VIBRADOR PARA CONCRETO	Hora	0.3810000	7,698	2,933
				SUBTOTAL:	2,933
***	SUBCONTRATOS.				
SU	2 REN-006: RENTA DE BOMBA PARA CONCRETO.	M3	1.0000000	37,500	37,500
				SUBTOTAL:	37,500
***	BASICOS.				
BA	2 OAL-012: 1 OFIC.ALSAÑIL + 5 PEONES	JOR	0.0450000	250,590	11,277
				SUBTOTAL:	11,277
Indirectos	*** Cargos en Porcentaje *** 20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$		335,240	)	70,065
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$		405,305	)	40,530
	PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):				445,835

Cuatrocientos Cuarenta y Cinco Mil Ochocientos Treinta y Cinco Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 5

NOMBRE --> ALB 2 : CIMBRA DE MADERA EN ZAPATAS

ALB 2 : SUMINISTRO, HABILITADO Y COLOCACION DE CIMBRA DE MADERA COMUN EN ZAPATAS DE CIMENTACION, INCLUYENDO: ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, CHAFLANES, DIESEL, CLAVO, ALAMBRE RECOCIDO, DESCIMBRADO, EQUIPO, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA. TA.

UNIDAD --> M2

FECHA DE COTIZACION: Viernes, 26-Jun-92

PRECIO UNITARIO: \$ 32,054

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MATERIALES.				
MA	5 MDP-002: MADERA DE PINO DE 3a. 1"X 4"X 8.25'	PT	4.9500000	1,500	7,425
MA	6 ACC-003: CLAVO DE 2 1/2"	KG	0.0100000	2,226	22
MA	7 ACC-004: CLAVO DE 3 1/2"	KG	0.1600000	2,226	356
MA	8 ACA-003: ALAMBRE TREFILADO FY=3000 KG/CM2 NO.2 φ 1/4"	KG	0.9100000	1,410	1,283
MA	9 CLD-001: DIESEL	LT	0.6100000	564	344
				SUBTOTAL:	9,431
***	BASICOS.				
BA	4 ONC-001: 1 CARPINTERO O.N. + 1 AYUD.CLASE "B"	JOR	0.1350000	108,685	14,672
				SUBTOTAL:	14,672
***	Cargos en Porcentaje ***				
Indirectos	20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$	24,103	)		5,037
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$	29,140	)		2,914
	PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):				32,054

Treinta y Dos Mil Cincuenta y Cuatro Pesos

Obra: Distribuidor Vial "San Luis Potosí"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 6

NOMBRE --> ALB 6 : CONCRETO PREMEZCLADO F'c=250  
KG/CM2 EN ZAPATAS

ALB 6 : SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO PREMEZCLADO  
F'c= 250 KG/CM2., AGREG. MAX. 3/4" DIAM., RESISTENCIA NORMAL  
EN CIMENTACIONES, INCLUYENDO COLOCACION, VIBRADO Y CURADO

UNIDAD --> M3

FECHA DE COTIZACION: Viernes, 26-Jun-92

PRECIO UNITARIO: \$ 394,677

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MATERIALES.				
MA	4 PEU-001: AGUA	M3	0.060000	15,000	900
MA	11 CPC-001: CONCRETO PREMEZCLADO RN, F'c=250 KG/CM2 AGR.M 3/4"	M3	1.035000	269,100	278,519
				SUBTOTAL:	279,419
***	MAQUINARIA.				
MQ	1 VIB-001: VIBRADOR PARA CONCRETO	Hora	0.444400	7,698	3,421
				SUBTOTAL:	3,421
***	BASICOS.				
BA	2 OAL-012: 1 OFIC.ALBAÑIL + 5 PEONES	JOR	0.055600	250,590	13,933
				SUBTOTAL:	13,933
*** Cargos en Porcentaje ***					
Indirectos	20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$	296,772	)		62,025
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$	358,797	)		35,880
PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):					394,677

Trescientos Noventa y Cuatro Mil Seiscientos Setenta y Siete Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Téels

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 8

NOMBRE --> ALB 8 : CONCRETO PREMEZCLADO F'c= 250  
KG/CM2 EN CABEZALES  
UNIDAD --> M3

ALB 8 : SUMINISTRO, IZAJE, 6 BOMBEO DE CONCRETO PREMEZCLADO  
F'c= 250 KG/CM2. AGREG. MAX. 3/4" DIAM., INCLUYENDO: ACARREO  
VACIADO CON BOMBA EN CABEZALES, HASTA UNA ALTURA MAXIMA DE

FECHA DE COTIZACION: Viernes, 26-Jun-92

15 MTS., INCLUYENDO: MAMO DE OBRA, HERRAMIENTA, DESPERDI

PRECIO UNITARIO: \$ 516,932

CIOS, VIBRADO Y CURADO.

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
*** MATERIALES.					
MA	14 CPC-004: CONCRETO PREMEZCLADO RR, F'c=250 KG/CM2 AGR.M 3/4".	M3	1.0500000	294,300	309,015
MA	4 PEU-001: AGUA	M3	0.0650000	15,000	975
MA	15 CPR-001: REVENIMIENTO 14 +/- 3.5 CM BOMBEABLE	M3	1.0000000	27,000	27,000
					-----
					SUBTOTAL: 336,990
*** MAQUINARIA.					
HQ	1 VIB-001: VIBRADOR PARA CONCRETO	Hora	0.3810000	7,698	2,933
					-----
					SUBTOTAL: 2,933
*** SUBCONTRATOS.					
SU	2 REN-006: RENTA DE BOMBA PARA CONCRETO.	M3	1.0000000	37,500	37,500
					-----
					SUBTOTAL: 37,500
*** BASICOS.					
BA	2 OAL-012: 1 OFIC.ALBAÑIL + 5 PEONES	JOR	0.0450000	250,590	11,277
					-----
					SUBTOTAL: 11,277
*** Cargos en Porcentaje ***					
Indirectos	20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(S		388,700	)	81,238
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(S		469,938	)	46,993

PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):

516,932

Quinientos Dieciséis Mil Novecientos Treinta y Dos Pesos

Obra: Distribuidor Vial "San Luis Potosí"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 1

NOMBRE --> T 6 TERRAPLENES AL 100 % T 6 TERRAPLENES, COMPACTACION DEL TERRENO EN EL AREA DE DESPLANTE DE LOS TERRAPLENES, AL 100% PROCTOR.

UNIDAD --> M3

FECHA DE COTIZACION: Jueves, 02-Jul-92

PRECIO UNITARIO: \$ 7,095

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
MA	*** MATERIALES. 1 PEU-001: AGUA	M3	0.0600000	15,000	900
				SUBTOTAL:	900
MQ	*** MAQUINARIA. 8 MOT-014: MOTOCONFORMADORA 14G	Hora	0.0100000	201,662	2,017
MQ	11 COM-015: COMPACTADOR DE RODILLO VIBRATORIO	Hora	0.0200000	120,920	2,418
				SUBTOTAL:	4,435
	*** Cargos en Porcentaje ***				
	Indirectos 20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$	5,335	).		1,115
	Utilidad 10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$	6,450	).		645
	PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):				7,095

Siete Mil Noventa y Cinco Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tésis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 2

NOMBRE --> T 9 RELLENO COMPACTADO CON T 9 RELLENO COMPACTADO CON TEPETATE EN CAPAS

TEPETATE EN CAPAS

UNIDAD --> M3

FECHA DE COTIZACION: Lunes, 22-Jun-92

PRECIO UNITARIO: \$ 4,430

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MATERIALES.				
MA	1 PEU-001: AGUA	M3	0.0600000	15,000	900
					SUBTOTAL:
900					
***	MAQUINARIA.				
MO	2 COM-001: VIBROCOMPACTADOR	Hora	0.0117600	69,825	821
MO	1 MOT-001: MOTOCONFORMADORA 14-E	Hora	0.0145800	83,985	1,225
					SUBTOTAL:
***	BASICOS.				
BA	1 DAL-001: 1 PEON	JOR	0.0117600	32,737	385
					SUBTOTAL:
*** Cargos en Porcentaje ***					
Indirectos	20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$		3,331	)	696
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$		4,027	)	403
PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):					4,430

Cuatro Mil Cuatrocientos Treinta Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 3

NOMBRE --> T 2 DESPALME DE TERRENO.

T 2 DESPALME DEL TERRENO NATURAL POR MEDIOS MECANICOS,  
Y MANUALES INCLUYE: RETIRO DE LA CAPA VEGETAL DE ESPESOR PRO  
MEDIO DE 30 A 45 CMS. Y ACARREO LIBRE PARA ACAMELLONAMIENTO.

UNIDAD --> M3

FECHA DE COTIZACION: Viernes, 03-Jul-92

PRECIO UNITARIO: \$ 9,530

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MAQUINARIA.				
HQ	6 TRA-008: TRACTOR D8	Hora	0.0080000	272,805	2,182
HQ	12 CAF-953: CARGADOR FRONTAL 953	Hora	0.0173611	143,216	2,486
HQ	14 CAM-001: CAMION DE VOLTEO	Hora	0.0342220	72,977	2,497
				SUBTOTAL:	7,166
*** Cargos en Porcentaje ***					
Indirectos	20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$	7,166	).		1,498
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$	8,664	).		866
PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):					9,530

Nueve MIL quinientos Treinta Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tésis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 4

NOMBRE --> T CORTE CON EQUIPO MECANICO DE MATERIAL TIPO "B".

T CORTE CON EQUIPO MECANICO DE MATERIAL TIPO "B", INCLUTENDO ACAMELLONADO HASTA 20 MTS. DE DISTANCIA.

UNIDAD --> M3

FECHA DE COTIZACION: Jueves, 02-Jul-92

PRECIO UNITARIO: \$ 5,079

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MAQUINARIA.				
MO	6 TRA-008: TRACTOR DB	Hora	0.0140000	272,805	3,819
				SUBTOTAL:	3,819
*** Cargos en Porcentaje ***					
Indirectos	20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$	3,819	)		798
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$	4,617	)		462
PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):					5,079
Cinco Mil Setenta y Nueve Pesos					

NOTA: Este concepto se analiza para preveer la existencia de Material tipo "B"

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"  
 Lugar: San Luis Potosí  
 Especialidad: Precios Unitarios

Concurso: Tésis  
 Fecha: Julio/92  
 Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 5

NOMBRE --> T 14 BASE COMPACTADA AL 100%

T 14 SUMINISTRO, CARGA, ACARREO, TENDIDO Y COMPACTADO CON MATERIAL DEL BANCO DE CERRO GORDO, INERTE Y GRANULOMETRIA ADECUADA, COMPACTADO CON EQUIPO MECANICO AL 100% PROCTOR STD EN CAPAS DE 20 a 25 CMS. DE ESPESOR ( EL P.U. INCLUYE ABUNDANCIA MIENTO ).

UNIDAD -->

M3

FECHA DE COTIZACION: Viernes, 03-Jul-92

PRECIO UNITARIO: \$ 51,986

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MATERIALES.				
MA	2 PEA-003: ARENOGRAVOSO	M3	1.3000000	10,000	13,000
MA	3 PEU-001: AGUA	M3	0.0300000	15,000	450
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>13,450</b>
***	MAQUINARIA.				
HQ	14 CAM-001: CAMION DE VOLTEO	Hora	0.2701300	72,977	19,713
HQ	12 CAF-953: CARGADOR FRONTAL 953	Hora	0.0104167	143,216	1,492
HQ	8 MOT-014: MOTOCONFORMADORA 14G	Hora	0.0100000	201,662	2,017
HQ	11 COM-015: COMPACTADOR DE RODILLO VIBRATORIO	Hora	0.0200000	120,920	2,418
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>25,640</b>
*** Cargos en Porcentaje ***					
Indirectos	20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(S		39,090	)	8,170
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(S		47,260	)	4,726
PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):					51,986

Cincuenta y Un Mil Novecientos Ochenta y Seis Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 6

NOMBRE --> T 4 EXCAVACION DE PRESTAMO DEL BANCO DE CERRO GORDO, T 4 EXCAVACION DE PRESTAMO DEL BANCO DE CERRO GORDO,  
UNIDAD --> M3 EN MATERIAL TIPO II.

FECHA DE COTIZACION: Viernes, 03-Jul-92

PRECIO UNITARIO: \$ 3,527

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
MA	*** MAQUINARIA. 7 TRA-009: TRACTOR D9	Hora	0.0080000	331,491	2,652
				SUBTOTAL:	2,652
	*** Cargos en Porcentaje ***				
Indirectos	20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$	2,652	)		554
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$	3,206	)		321
	PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):				3,527

Tres Mil Quinientos Veintisiete Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 7

NOMBRE --> T 5 TERRAPLENES AL 90%

T 5 TERRAPLENES, COMPACTACION DEL TERRENO EN EL AREA DE DESPLANTE DE LOS TERRAPLENES AL 90% PROCTOR.

UNIDAD --> M3

FECHA DE COTIZACION: Viernes, 03-Jul-92

PRECIO UNITARIO: \$ 6,177

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MATERIALES.				
MA	1 PEU-001: AGUA	M3	0.0600000	15,000	900
				SUBTOTAL:	900
***	MAQUINARIA.				
HQ	8 MOT-014: MOTOCONFORMADORA 14G	Hora	0.0100000	201,662	2,017
HQ	11 COM-015: COMPACTADOR DE RODILLO VIBRATORIO	Hora	0.0142857	120,920	1,727
				SUBTOTAL:	3,744
***	Cargos en Porcentaje ***				
Indirectos	20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$	4,644	).		971
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$	5,615	).		562
PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):					6,177

Ses Mil Ciento Setenta y Siete Pesos



Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 9

NOMBRE --> T 10 SOBRE ACARREO DE MATERIALES A  
IER. KM.

T 10 SOBRE ACARREO DE MATERIALES PRODUCTO DE LAS EXCAVA-  
CIONES PARA LA CONSTRUCCION DE LA CAPA SUBRASANTE Y PARA COM-  
PLETAR LA CONSTRUCCION DEL CUERPO DEL TERRAPLEN LER. KM.

UNIDAD --> M3

FECHA DE COTIZACION: Viernes, 03-Jul-92

PRECIO UNITARIO: \$ 2,401

TIPO REG. NOMBRE

UNID. RENDIMIENTO

UNITARIO

COSTO TOTAL

\*\*\* MAQUINARIA.

MQ 14 CAM-001: CAMION DE VOLTEO

Hora 0.0247416

72,977

1,806

SUBTOTAL: 1,806

\*\*\* Cargos en Porcentaje \*\*\*

Indirectos 20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$

1,806 )

377

Utilidad 10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$

2,183 )

218

PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos):

2,401

Dos Mil Cuatrocientos Un Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Unitarios

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

REGISTRO: 10

NOMBRE --> T 11 SOBRE ACARREO DE MATERIALES T 11 SOBRE ACARREO DE MATERIALES PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE LA CAPA SUBRASANTE Y PARA COMPLETAR LA CONSTRUCCION DEL CUERPO DEL TERRAPLEN KMS. SUBSECUENTES.  
UNIDAD --> M3KM  
FECHA DE COTIZACION: Jueves, 02-Jul-92  
PRECIO UNITARIO: \$ 1,201

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MAQUINARIA.				
MQ	14 CAM-001: CAMION DE VOLTEO	Hora	0.0123708	72,977	903
				SUBTOTAL:	903
	*** Cargos en Porcentaje ***				
Indirectos	20.90% SOBRE COSTO DIRECTO.(\$		903	)	189
Utilidad	10.00% SOBRE DIR+IND+C.FIN.(\$		1,092	)	109

PRECIO UNITARIO (Redondeado a Pesos): 1,201

Mil Doscientos Un Pesos



**A N E X O II**

**MANO DE OBRA**

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tésis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Mano de Obra

Analizó: Facultad de Ingeniería

-----  
DATOS BASICOS PARA LA DETERMINACION DEL COSTO DIRECTO DE MANO DE OBRA.  
-----

PERIODO: 365.0000 DIAS EN TOTAL.

DIAS NO LABORABLES.(DNL)

1) DOMINGOS. 52.0000  
2) DIAS FESTIVOS.(ART.74) 7.0000  
3) VACACIONES.(ART.76) 10.0000  
4) OTROS. 18.0000

DIAS LABORABLES.(TDL)

TOT.DIAS CALENDARIO. (TDC) 365.0000  
DIAS NO LABORABLES. (DNL) 87.0000  
-----  
\*\*\* DIAS LABORABLES. (TDL) 278.0000

-----  
DIAS PAGADOS.

1) DIAS ORDINARIOS. (TDC) 365.0000  
2) AGUINALDO. 15.0000  
3) PRIMA VACACIONAL. 2.5000  
-----  
\*\*\* TOTAL DIAS PAG. (TD\$) 382.5000

-----

INCREMENTOS.	Salarío Mín.	Salarío Mayor.
1.- INCREMENTO POR DIAS NO LABORABLES SEAN POR DESCANSO O PRESTACION. (TD\$/TDL)	37.5800 %	37.5800 %
2.- INCREMENTO POR IMPUESTO SOBRE REMUNERACIONES PAGADAS. (CDS X 1%)/TDL)	1.3758 %	1.3758 %
3.- INCREMENTO POR CUOTAS AL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL. ((TDC/TDL) X CUOTA PATRONAL) (CUOTA PATRONAL = 18.8150 % )	31.0053 %	24.7031 %
4.- INCREMENTO POR CUOTAS AL INFONAVIT Y S.A.R.	9.1906 %	9.1906 %
----- *** FACTOR DE INCREMENTO	79.1517 %	72.8495 %

-----

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"  
Lugar: San Luis Potosí  
Especialidad: Mano de Obra

Concurso: Tesfs  
Fecha: Julio/92  
Analizó: Facultad de Ingeniería

ANÁLISIS DE SALARIO REAL.				Hoja: 1		
CATEGORIA.	SALARIO DIARIO.	FACTOR DE INCREMENTO.	COSTO DIARIO.	FACTOR DE DEMANDA.	VIATICOS	COSTO REAL EMPRESA.
OLB-001: OFICIAL ALBAÑIL DE PRIMERA "A"	27,573	72.8495 %	47,660	0.0000 %	0	47,660
ALB-003: PEON	17,102	72.8495 %	29,561	0.0000 %	0	29,561
ALB-005: AYUDANTE CLASE "B"	17,102	72.8495 %	29,561	0.0000 %	0	29,561
CAB-001: CABO DE OBRA CIVIL	42,350	72.8495 %	73,202	0.0000 %	0	73,202
FFE-001: FERRERO DE PRIMERA	30,637	72.8495 %	52,956	0.0000 %	0	52,956
MCA-003: CARPINTERO DE OBRA NEGRA	33,646	72.8495 %	58,157	0.0000 %	0	58,157
TPR-001: TECNICO DE PREESFUERZO	128,927	72.8495 %	222,850	0.0000 %	0	222,850

**A N E X O III**  
**PRECIOS BASICOS**

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tésis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Básicos

Analizó: Facultad de Ingeniería

-----  
TARJETA DE ANALISIS DE BASICOS.

REGISTRO: 1

NOMBRE --> OAL-009: 1 OFICIAL ALBAÑIL + 1 PEON  
UNIDAD --> JOR  
FECHA DE COTIZACION: 05-06-92  
COSTO DIRECTO: \$ 96,981

TIPO	REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***		MANO DE OBRA.				
MO	5	ALB-003: PEON	JOR.	1.000000	29,561	29,561
MO	6	OLB-001: OFICIAL ALBAÑIL DE PRIMERA "A"	JOR.	1.000000	47,660	47,660
MO	3	CAB-001: CABO DE OBRA CIVIL	JOR.	0.1333000	73,202	9,758
				SUBTOTAL:		86,978

\*\*\* Cargos en Porcentaje \*\*\*

***	Herramienta	5.00 % SOBRE M.D.O.				4,349
***	Mandos Intermedios	6.50 % SOBRE M.D.O.				5,654

-----  
COSTO DIRECTO: 96,981

-----  
Noventa y Seis Mil Novecientos Ochenta y Un Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Básicos

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE BASICOS.

REGISTRO: 2

NOMBRE --> OAL-012: 1 OFIC.ALBAÑIL + 5 PEONES  
UNIDAD --> JOR  
FECHA DE COTIZACION: 05-06-92  
COSTO DIRECTO: \$ 250,590

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MANO DE OBRA.				
HO	5 ALB-003: PEON	JOR.	5.0000000	29,561	147,804
HO	6 OLB-001: OFICIAL ALBAÑIL DE PRIMERA "A"	JOR.	1.0000000	47,660	47,660
HO	3 CAB-001: CABO DE OBRA CIVIL	JOR.	0.4000000	73,202	29,281
			SUBTOTAL:		224,744
	*** Cargos en Porcentaje ***				
	*** Herramienta		5.00 % SOBRE M.D.O.		11,237
	*** Mandos Intermedios		6.50 % SOBRE M.D.O.		14,608
	COSTO DIRECTO:				250,590

Doscientos Cincuenta Mil Quinientos Noventa Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Básicos

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE BASICOS.

REGISTRO: 3

NOMBRE --> OFF-001: 1 FERRERO + 1 AYUDANTE CLASE "B"  
UNIDAD --> JOR  
FECHA DE COTIZACION: 05-06-92  
COSTO DIRECTO: \$ 102,886

TIPO	REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***		MANO DE OBRA.				
HO	1	ALB-005: AYUDANTE CLASE "B"	JOR.	1.0000000	29,561	29,561
HO	2	FFE-001: FERRERO DE PRIMERA	JOR.	1.0000000	52,956	52,956
HO	3	CAB-001: CABO DE OBRA CIVIL	JOR.	0.1333000	73,202	9,758
		*** Cargos en Porcentaje ***			SUBTOTAL:	92,274
***	Herramienta	5.00 % SOBRE M.D.O.				4,614
***	Mandos Intermedios	6.50 % SOBRE M.D.O.				5,998
		COSTO DIRECTO:				102,886

Ciento Dos Mil Ochocientos Ochenta y Seis Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"  
 Lugar: San Luis Potosí  
 Especialidad: Precios Básicos

Concurso: Tesís  
 Fecha: Julio/92  
 Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE BASICOS.

REGISTRO: 4

NOMBRE --> OMC-001: 1 CARPINTERO O.N. + 1 AYUD.CLASE "B"  
 UNIDAD --> JOR  
 FECHA DE COTIZACION: 05-06-92  
 COSTO DIRECTO: \$ 108,685

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MANO DE OBRA.				
HO	1 ALB-005: AYUDANTE CLASE "B"	JOR.	1.0000000	29,561	29,561
HO	4 HCA-003: CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR.	1.0000000	58,157	58,157
HO	3 CAB-001: CABO DE OBRA CIVIL	JOR.	0.1333000	73,202	9,758
	*** Cargos en Porcentaje ***			SUBTOTAL:	97,475
***	Herramienta		5.00 % SOBRE M.D.O.		4,874
***	Mandos Intermedios		6.50 % SOBRE M.D.O.		6,336
COSTO DIRECTO:					108,685

Ciento Ocho Mil Seiscientos Ochenta y Cinco Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Básicos

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE BASICOS.

REGISTRO: 5

NOMBRE --> ALB 3 : FABRICACION DE CIMBRA APARENTE EN COLUMNAS Y TRABES  
UNIDAD --> M2  
FECHA DE COTIZACION: 05-06-92  
COSTO DIRECTO: \$ 13,041

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MATERIALES.				
MA	17 MDP-001: MADERA DE PINO DE 3a DE 1"X 2"X 8.25'	PT	4.9850000	1,500	7,478
MA	18 ACC-001: CLAVO DE 1"	KG	0.1800000	2,226	401
MA	2 ACL-001: ALAMBRE RECOCIDO #16	KG	0.0300000	2,060	62
MA	19 MDC-003: CHAFLAN DE 3/4"	ML	1.2500000	450	563
MA	9 CLD-001: DIESEL	LT	0.6000000	564	338
MA	20 MDT-001: TRIPLAY 122 X 244 X 1.6 CM.	HOJ	0.0560000	75,000	4,200
				SUBTOTAL:	13,041

\*\*\* Cargos en Porcentaje \*\*\*

COSTO DIRECTO:

13,041

Trece Mil Cuarenta y Un Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tésis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Precios Básicos

Analizó: Facultad de Ingeniería

TARJETA DE ANALISIS DE PRECIOS BASICOS

REGISTRO:

NOMBRE --> PE - 001:1 TECNICO DE PREEFUERZO + 1 AYUD.

UNIDAD --> HR-CUAD

FECHA DE COTIZACION: Viernes, 30-Ago-92

PRECIO UNITARIO: \$ 44,228

TIPO REG.	NOMBRE	UNID.	RENDIMIENTO	UNITARIO	COSTO TOTAL
***	MANO DE OBRA				
MO	TPR - 001 TECNICO DE PREEFUERZO	JOR.	0.1250000	222,850	27,856
MO	ALB - 005 AYUDANTE CLASE "B"	JOR.	0.1250000	29,561	3,695
				SUBTOTAL:	31,551
HER	GATO PARA PREEFORZAR CABLE DE 16 T 13	HR.	0.2000000	24,375	4,875
HER	BOMBA Y MANGUERAS PARA INYECCION DE LECHADA	HR.	0.2000000	8,875	1,775
HER	PLANTA DE GENERACION ENERGIA ELECTRICA DE 25 KVA	HR.	0.2000000	12,000	2,400
				SUBTOTAL:	9,050

\*\*\* Cargos en Porcentaje \*\*\*

Indirectos	HERRAMIENTA 5.0 % SOBRE MANO DE OBRA . (\$	)			1,577
Utilidad	MANDOS INTERMEDIOS 6.5 % SOBRE MANO DE OBRA .(\$	)			2,050
COSTO DIRECTO	(Redondeado a Pesos):				44,228

Cuarenta y Cuatro Mil Docientos Veintiocho Pesos

**A N E X O I V**  
**MAQUINARIA**

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Maquinaria

Analizó: Facultad de Ingeniería

LISTADO DE MAQUINARIA. (A.C.H.M.)			HOJA	1
M A Q U I N A .	MODELO.	MARCA.	COSTO HORARIO.	Reg. INS.
MOT-001: MOTOCONFORMADORA 14-E	14-E	CATERPILLAR	83,985	1
COM-001: VIBROCOMPACTADOR	CH-44	DYNAPACK	69,825	2
TRA-002: TRAXCAVO DE ORUGA	D-45-S	KOMATSU	81,507	3
TRA-006: TRACTOR D7	D-7-G	CATERPILLAR	121,870	4
MOT-001: MOTOCONFORMADORA 14-E	14-E	CATERPILLAR	79,313	5
TRA-008: TRACTOR D8	D-8-L	CATERPILLAR	272,805	6
TRA-009: TRACTOR D9	D-9-L	CATERPILLAR	331,491	7
MOT-014: MOTOCONFORMADORA 14G	14-G	CATERPILLAR	201,662	8
RET-225: RETROEXCAVADORA CAT 225	225	CATERPILLAR	201,971	9
CAP-001: CAMION PETROLIZADORA		FAMSA	89,522	10
COM-015: COMPACTADOR DE RODILLO				
VIBRATORIO	CA-15	DYNAPAC	120,920	11
CAF-953: CARGADOR FRONTAL 953	953	CATERPILLAR	143,216	12
CAF-973: CARGADOR FRONTAL 973	973	CATERPILLAR	260,838	13
CAH-001: CAMION DE VOLTEO		FAMSA	72,977	14

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Maquinaria

Analizó: Facultad de Ingeniería

ANALISIS DE COSTO HORARIO DE MAQUINARIA.

DATOS GENERALES.-

MAQUINA: TRA-008: TRACTOR DB
MODELO: D-8-L
MARCA: CATERPILLAR
CAPACIDAD:
MOTOR: 335 H.P.

VALOR DE ADQUISICION (VA): 1230,793,200
RESCATE 10.00 % (VR): 123,079,320
VALOR DEPRECIACION (VD): 1107,713,880
TASA DE INTERES ANUAL (I): 23 %
PRIMA ANUAL DE SEGUROS (S):

VIDA ECONOMICA (VE): 15,400
HORAS POR AÑO (HA): 2,000
FACTOR DE OPERACION (FO): 0.8000000
FACTOR DE MANTENIM. (FM): 0.8000000
3 %

I.- CARGOS FIJOS.

A) DEPRECIACION. (VD/VE) 71,929
B) INVERSION. ((VA+VR)/I)/2HA 77,848
C) SEGUROS. ((VA+VR)S)/2HA 10,154
D) MANTENIMIENTO. (DEPRECIACION X FM) 57,544
\*\*\* SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA. 217,475

II.- CARGOS POR CONSUMO.

CONSUMO/H. PRECIO. TOTAL.
A) COMBUSTIBLE EN USO MEDIO: 43.00 564 24,252
B) LUBRICANTES: MOTOR 0.30 5,500 1,650
TRANSMISION 0.30 7,500 2,250
MANDOS FINALES 0.20 10,000 2,000
SISTEMA HIDRAULICO 0.30 10,000 3,000
GRASA 0.00 0
C) FILTROS 0 0
D) OTROS CONSUMOS. 200
\*\*\* SUMA DE CARGOS CONSUMOS POR HORA. 33,352

III.- CARGOS POR OPERACION.

A) SALARIO REAL DEL OPERADOR (8 HRS). 140,662
FACTOR DE RENDIMIENTO EN OPERACION. 0.8000000
CARGO POR OPERADOR.(SR/(8HRS X F.REND)) 21,978
\*\*\* NO HAY CARGOS POR AYUDANTE.
\*\*\* SUMA DE CARGOS OPERACION POR HORA. 21,978

\*\*\* COSTO DIRECTO DE HORA/MAQUINA. 272,805

Doscientos Setenta y Dos Mil Ochocientos Cinco Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Maquinaria

Analizó: Facultad de Ingeniería

ANÁLISIS DE COSTO HORARIO DE MAQUINARIA.

DATOS GENERALES.-

MAQUINA: TRA-009: TRACTOR D9  
MODELO: D-9-L  
MARCA: CATERPILLAR  
CAPACIDAD:  
MOTOR: 460 H.P.

VALOR DE ADQUISICION (VA):	1489,860,000	VIDA ECONOMICA (VE):	15,400
RESCATE 10.00 % (VR):	148,986,000	HORAS POR AÑO (HA):	2,000
VALOR DEPRECIACION (VD):	1340,874,000	FACTOR DE OPERACION (FO):	0.8000000
TASA DE INTERES ANUAL (I):	23 %	FACTOR DE MANTENIM. (FM):	0.8000000
PRIMA ANUAL DE SEGUROS (S):	3 %		

I.- CARGOS FIJOS.

A) DEPRECIACION. (VD/VE)	87,070
B) INVERSION. ((VA+VR)I)/2HA	94,234
C) SEGUROS. ((VA+VR)S)/2HA	12,291
D) MANTENIMIENTO. (DEPRECIACION X FM)	69,656
*** SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA.	263,251

II.- CARGOS POR CONSUMO.

	CONSUMO/H.	PRECIO.	TOTAL.
A) COMBUSTIBLE EN USO MEDIO:	58.00	564	32,712
B) LUBRICANTES:			
MOTOR	0.45	5,500	2,475
TRANSMISION	0.45	7,500	3,375
MANDOS FINALES	0.45	10,000	4,500
SISTEMA HIDRAULICO	0.30	10,000	3,000
GRASA	0.00	2,000	0
C) FILTROS			200
D) OTROS CONSUMOS.			
*** SUMA DE CARGOS CONSUMOS POR HORA.			46,262

III.- CARGOS POR OPERACION.

A) SALARIO REAL DEL OPERADOR (8 HRS.)	140,662
FACTOR DE RENDIMIENTO EN OPERACION.	0.8000000
CARGO POR OPERADOR.(SR/(8HRS X F.REND))	21,978
*** NO HAY CARGOS POR AYUDANTE.	
*** SUMA DE CARGOS OPERACION POR HORA.	21,978

\*\*\* COSTO DIRECTO DE HORA/MAQUINA. 331,491

Trescientos Treinta y Un Mil Cuatrocientos Noventa y Un Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Maquinaria

Analizó: Facultad de Ingeniería

ANALISIS DE COSTO HORARIO DE MAQUINARIA

DATOS GENERALES.

MAQUINA: MOT-014: MOTOCONFORMADORA 14G  
MODELO: 14-G  
MARCA: CATERPILLAR  
CAPACIDAD:  
MOTOR: 150 H.P.

VALOR DE ADQUISICION (VA):	865,980,000	VIDA ECONOMICA (VE):	15,400
RESCATE 10.00 % (VR):	86,598,000	HORAS POR AÑO (HA):	2,400
VALOR DEPRECIACION (VD):	779,382,000	FACTOR DE OPERACION (FO):	0.80000000
TASA DE INTERES ANUAL (I):	23 %	FACTOR DE MANTENIM. (FM):	1.20000000
PRIMA ANUAL DE SEGUROS (S):	3 %		

I.- CARGOS FIJOS.

A) DEPRECIACION. (VD/VE)	50,609
B) INVERSION. ((VA+VR)/I)/ZHA	45,664
C) SEGUROS. ((VA+VR)S)/ZHA	5,954
D) MANTENIMIENTO. (DEPRECIACION X FM)	60,731
*** SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA.	162,938

II.- CARGOS POR CONSUMO.

	CONSUMO/H.	PRECIO.	TOTAL.
A) COMBUSTIBLE EN USO MEDIO:	24.00	564	13,536
B) LUBRICANTES: MOTOR	0.21	5,500	1,155
TRANSMISION	0.10	7,500	750
MANDOS FINALES	0.05	10,000	500
SISTEMA HIDRAULICO	0.08	10,000	800
GRASA	0.00	2,000	0
C) FILTROS			200
D) OTROS CONSUMOS. LLANTAS			4,200
*** SUMA DE CARGOS CONSUMOS POR HORA.			21,141

III.- CARGOS POR OPERACION.

A) SALARIO REAL DEL OPERADOR (8 HRS).	140,662
FACTOR DE RENDIMIENTO EN OPERACION.	1.0000000
CARGO POR OPERADOR. (SR/(8HRS X F.REND))	17,583
*** NO HAY CARGOS POR AYUDANTE.	
*** SUMA DE CARGOS OPERACION POR HORA.	17,583

\*\*\* COSTO DIRECTO DE HORA/MAQUINA.

201,662

Doscientos Un Mil Seiscientos Sesenta y Dos Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Maquinaria

Analizó: Facultad de Ingeniería

ANÁLISIS DE COSTO HORARIO DE MAQUINARIA.

DATOS GENERALES.-

MAQUINA: RET-225: RETROEXCAVADORA CAT 225  
MODELO: 225  
MARCA: CATERPILLAR  
CAPACIDAD:  
MOTOR: 135 H.P.

VALOR DE ADQUISICION (VA): 762,309,000  
RESCATE 10.00 % (VR): 76,230,900  
VALOR DEPRECIACION (VD): 686,078,100  
TASA DE INTERES ANUAL (I): 23 %  
PRIMA ANUAL DE SEGUROS (S): 3 %

VIDA ECONOMICA (VE): 9,800  
HORAS POR AÑO (HA): 2,400  
FACTOR DE OPERACION (FO): 0.8000000  
FACTOR DE MANTENIM. (FM): 0.8000000

I.- CARGOS FIJOS.

A) DEPRECIACION. (VD/VE) 70,008  
B) INVERSION. ((VA+VR)I)/2HA 40,180  
C) SEGUROS. ((VA+VR)S)/2HA 5,241  
D) MANTENIMIENTO. (DEPRECIACION X FM) 56,006  
\*\*\* SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA. 171,435

II.- CARGOS POR CONSUMO.

	CONSUMO/H.	PRECIO.	TOTAL.
A) COMBUSTIBLE EN USO MEDIO:	17.00	564	9,588
B) LUBRICANTES:			715
MOTOR	0.13	5,500	
TRANSMISION	0.10	7,500	750
MANDOS FINALES	0.08	10,000	800
SISTEMA HIDRAULICO	0.10	10,000	1,000
GRASA	0.00	2,000	0
C) FILTROS			100
D) OTROS CONSUMOS.			

\*\*\* SUMA DE CARGOS CONSUMOS POR HORA. 12,953

III.- CARGOS POR OPERACION.

A) SALARIO REAL DEL OPERADOR (8 HRS). 140,662  
FACTOR DE RENDIMIENTO EN OPERACION. 1.0000000  
CARGO POR OPERADOR. (SR/(8HRS X F.REND)) 17,583  
\*\*\* NO HAY CARGOS POR AYUDANTE.

\*\*\* SUMA DE CARGOS OPERACION POR HORA. 17,583

\*\*\* COSTO DIRECTO DE HORA/MAQUINA.

201,971

Doscientos Un Mil Novecientos Setenta y Un Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Maquinaria

Analizó: Facultad de Ingeniería

ANÁLISIS DE COSTO HORARIO DE MAQUINARIA.

DATOS GENERALES.

MAQUINA: CAP-001: CAMION PETROLIZADORA  
MODELO:  
MARCA: FAMSA  
CAPACIDAD:  
MOTOR: 130 H.P.

VALOR DE ADQUISICION (VA): 161,472,830  
RESCATE 10.00 % (VR): 16,147,283  
VALOR DEPRECIACION (VD): 145,325,547  
TASA DE INTERES ANUAL (I): 25 %  
PRIMA ANUAL DE SEGUROS (S): 3 %

VIDA ECONOMICA (VE): 8,400  
HORAS POR AÑO (HA): 1,400  
FACTOR DE OPERACION (FO): 0.8000000  
FACTOR DE MANTENIM. (FM): 1.1000000

I.- CARGOS FIJOS.

A) DEPRECIACION. (VD/VE) 17,301  
B) INVERSION. ((VA+VR)/2HA) 14,590  
C) SEGUROS. ((VA+VR)/S)/2HA 1,903  
D) MANTENIMIENTO. (DEPRECIACION X FM) 19,031  
\*\*\* SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA. 52,825

II.- CARGOS POR CONSUMO.

	CONSUMO/H.	PRECIO.	TOTAL.
A) COMBUSTIBLE EN USO MEDIO:	25.00	564	14,100
B) LUBRICANTES: MOTOR	0.02	5,500	110
TRANSMISION	0.15	7,500	1,125
MANDOS FINALES	0.10	10,000	1,000
SISTEMA HIDRAULICO	0.08	10,000	800
GRASA	0.00	2,000	0
C) FILTROS			100
D) OTROS CONSUMOS. LLANTAS			2,721
*** SUMA DE CARGOS CONSUMOS POR HORA.			19,956

III.- CARGOS POR OPERACION.

A) SALARIO REAL DEL OPERADOR (8 HRS) 107,143  
FACTOR DE RENDIMIENTO EN OPERACION. 0.8000000  
CARGO POR OPERADOR. (SR/(8HRS X F.REND)) 16,741  
\*\*\* NO HAY CARGOS POR AYUDANTE.  
\*\*\* SUMA DE CARGOS OPERACION POR HORA. 16,741

\*\*\* COSTO DIRECTO DE HORA/MAQUINA. 89,522

Ochenta y Nueve Mil Quinientos Veintidos Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Maquinaria

Analizó: Facultad de Ingeniería

ANALISIS DE COSTO HORARIO DE MAQUINARIA.

DATOS GENERALES.-

MAQUINA: COM-015: COMPACTADOR DE RODILLO VIBRATORIO  
MODELO: CA-15  
MARCA: DYNAPAC  
CAPACIDAD:  
MOTOR: 85 H.P.

VALOR DE ADQUISICION (VA):	159,280,000	VIDA ECONOMICA (VE):	4,400
RESCATE 10.00 % (VR):	15,928,000	HORAS POR AÑO (HA):	1,000
VALOR DEPRECIACION (VD):	143,352,000	FACTOR DE OPERACION (FO):	0.8000000
TASA DE INTERES ANUAL (I):	23 %	FACTOR DE MANTENIM. (FM):	1.0000000
PRIMA ANUAL DE SEGUROS (S):	3 %		

I.- CARGOS FIJOS.

A) DEPRECIACION. (VD/VE)	32,580
B) INVERSION. ((VA+VR)I)/2HA	20,149
C) SEGUROS. ((VA+VR)S)/2HA	2,628
D) MANTENIMIENTO. (DEPRECIACION X FM)	32,580
*** SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA.	87,937

II.- CARGOS POR CONSUMO.

	CONSUMO/H.	PRECIO.	TOTAL.
A) COMBUSTIBLE EN USO MEDIO:	12.00	564	6,768
B) LUBRICANTES:			825
MOTOR	0.15	5,500	
TRANSMISION	0.10	7,500	750
MANDOS FINALES	0.08	10,000	800
SISTEMA HIDRAULICO	0.10	10,000	1,000
GRASA	0.00	2,000	0
C) FILTROS			100
D) OTROS CONSUMOS. LLANTAS			762
*** SUMA DE CARGOS CONSUMOS POR HORA.			11,005

III.- CARGOS POR OPERACION.

A) SALARIO REAL DEL OPERADOR (8 HRS).	140,662
FACTOR DE RENDIMIENTO EN OPERACION.	0.8000000
CARGO POR OPERADOR. (SR/(8HRS X F.REND))	21,978
*** NO HAY CARGOS POR AYUDANTE.	
*** SUMA DE CARGOS OPERACION POR HORA.	21,978

\*\*\* COSTO DIRECTO DE HORA/MAQUINA. 120,920

Ciento Veinte Mil Novecientos Veinte Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Maquinaria

Analizó: Facultad de Ingeniería

ANÁLISIS DE COSTO HORARIO DE MAQUINARIA.

DATOS GENERALES.-

MAQUINA: CAF-953: CARGADOR FRONTAL 953  
MODELO: 953  
MARCA: CATERPILLAR  
CAPACIDAD:  
MOTOR: 110 H.P.

VALOR DE ADQUISICION (VA): 456,045,655  
RESCATE 10.00 % (VR): 45,604,566  
VALOR DEPRECIACION (VD): 410,441,090  
TASA DE INTERES ANUAL (I): 23 %  
PRIMA ANUAL DE SEGUROS (S): 3 %

VIDA ECONOMICA (VE): 9,800  
HORAS POR AÑO (HA): 2,000  
FACTOR DE OPERACION (FO): 0.8000000  
FACTOR DE MANTENIM. (FM): 0.8000000

I.- CARGOS FIJOS.

A) DEPRECIACION. (VD/VE) 41,882  
B) INVERSION. ((VA+VR)I)/2HA 28,845  
C) SEGUROS. ((VA+VR)S)/2HA 3,762  
D) MANTENIMIENTO. (DEPRECIACION X FM) 33,505  
\*\*\* SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA. 107,994

II.- CARGOS POR CONSUMO.

	CONSUMO/H.	PRECIO.	TOTAL.
A) COMBUSTIBLE EN USO MEDIO:	17.00	564	9,588
B) LUBRICANTES:			
MOTOR	0.09	5,500	495
TRANSMISION	0.10	7,500	750
MANDOS FINALES	0.08	10,000	800
SISTEMA HIDRAULICO	0.15	10,000	1,500
GRASA	0.00	2,000	0
C) FILTROS			110
D) OTROS CONSUMOS.			

\*\*\* SUMA DE CARGOS CONSUMOS POR HORA. 13,243

III.- CARGOS POR OPERACION.

A) SALARIO REAL DEL OPERADOR (8 HRS). 140,662  
FACTOR DE RENDIMIENTO EN OPERACION. 0.8000000  
CARGO POR OPERADOR. (SR/(8HRS X F.REND)) 21,978  
\*\*\* NO HAY CARGOS POR AYUDANTE.

\*\*\* SUMA DE CARGOS OPERACION POR HORA. 21,978

\*\*\* COSTO DIRECTO DE HORA/MAQUINA.

143,216

Ciento Cuarenta y Tres Mil Doscientos Dieciseis Pesos

Obre: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Maquinaria

Analizó: Facultad de Ingeniería

ANÁLISIS DE COSTO HORARIO DE MAQUINARIA.

DATOS GENERALES.-

MAQUINA: CAF-973: CARGADOR FRONTAL 973  
MODELO: 973  
MARCA: CATERPILLAR  
CAPACIDAD:  
MOTOR: 210 H.P.

VALOR DE ADQUISICION (VA):	900,679,754	VIDA ECONOMICA (VE):	9,800
RESCATE 10.00 % (VR):	90,067,975	HORAS POR AÑO (HA):	2,000
VALOR DEPRECIACION (VD):	810,611,779	FACTOR DE OPERACION (FO):	0.8000000
TASA DE INTERES ANUAL (I):	23 %	FACTOR DE MANTENIM. (FM):	0.8000000
PRIMA ANUAL DE SEGUROS (S):	3 %		

I.- CARGOS FIJOS.

A) DEPRECIACION. (VD/VE)	82,715
B) INVERSION. ((VA+VR)I)/2HA	56,968
C) SEGUROS. ((VA+VR)S)/2HA	7,431
D) MANTENIMIENTO. (DEPRECIACION X FM)	66,172
*** SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA.	213,286

II.- CARGOS POR CONSUMO.

	CONSUMO/H.	PRECIO.	TOTAL.	
A) COMBUSTIBLE EN USD MEDIO:	32.00	564	18,048	
B) LUBRICANTES: MOTOR	0.15	5,500	825	
	TRANSMISION	0.20	7,500	1,500
	MANDOS FINALES	0.30	10,000	3,000
	SISTEMA HIDRAULICO	0.20	10,000	2,000
	GRASA	0.00	2,000	0
C) FILTROS			200	
D) OTROS CONSUMOS.				
*** SUMA DE CARGOS CONSUMOS POR HORA.			25,573	

III.- CARGOS POR OPERACION.

A) SALARIO REAL DEL OPERADOR (8 HRS).	140,662
FACTOR DE RENDIMIENTO EN OPERACION.	0.8000000
CARGO POR OPERADOR. (SR/(8HRS X F.REND))	21,978
*** NO HAY CARGOS POR AYUDANTE.	
*** SUMA DE CARGOS OPERACION POR HORA.	21,978

\*\*\* COSTO DIRECTO DE HORA/MAQUINA.

240,830

Doscientos Sesenta Mil Ochocientos Treinta y Ocho Pesos

Obra: Distribuidor Vial "Benito Juárez"

Concurso: Tesis

Lugar: San Luis Potosí

Fecha: Julio/92

Especialidad: Maquinaria

Analizó: Facultad de Ingeniería

ANÁLISIS DE COSTO HORARIO DE MAQUINARIA.

DATOS GENERALES.-

MAQUINA: CAM-001: CAMION DE VOLTEO  
MODELO:  
MARCA: FANSA  
CAPACIDAD:  
MOTOR: 140 H.P.

VALOR DE ADQUISICION (VA):	97,476,000	VIDA ECONOMICA (VE):	8,400
RESCATE 15.00 % (VR):	14,621,400	HORAS POR AÑO (HA):	2,000
VALOR DEPRECIACION (VD):	82,854,600	FACTOR DE OPERACION (FO):	0.8000000
TASA DE INTERES ANUAL (I):	23 %	FACTOR DE MANTENIM. (FM):	1.1000000
PRIMA ANUAL DE SEGUROS (S):	3 %		

I.- CARGOS FIJOS.

A) DEPRECIACION. (VD/VE)	9,864
B) INVERSION. ((VA+VR)/2HA)	6,446
C) SEGUROS. ((VA+VR)/S)/2HA	841
D) MANTENIMIENTO. (DEPRECIACION X FM)	10,850
*** SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA.	28,000

II.- CARGOS POR CONSUMO.

	CONSUMO/H.	PRECIO.	TOTAL.
A) COMBUSTIBLE EN USO MEDIO:	25.00	1,000	25,000
B) LUBRICANTES: MOTOR	0.03	5,500	165
TRANSMISION	0.02	7,500	150
MANDOS FINALES	0.00	10,000	0
SISTEMA HIDRAULICO	0.01	10,000	100
GRASA	0.00	2,000	0
C) FILTROS			100
D) OTROS CONSUMOS. LLANTAS			2,721

\*\*\* SUMA DE CARGOS CONSUMOS POR HORA. 28,236

III.- CARGOS POR OPERACION.

A) SALARIO REAL DEL OPERADOR (8 HRS).	107,143
FACTOR DE RENDIMIENTO EN OPERACION.	0.8000000
CARGO POR OPERADOR. (SR/(8HRS X F.REND))	16,741

\*\*\* NO HAY CARGOS POR AYUDANTE.

\*\*\* SUMA DE CARGOS OPERACION POR HORA. 16,741

\*\*\* COSTO DIRECTO DE HORA/MAQUINA.

72,977

Setenta y Dos Mil Novecientos Setenta y Siete Pesos

### **VI.3 PROGRAMA DE ACTIVIDADES**

### VI.3 PROGRAMA DE OBRAS

Distribuidor Vial "Benito Juárez"  
San Luis Potosí

Trabajo Facultad de Ingeniería UNAM

DIRECCION	VIALIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<b>I. TERRACERIAS V. PAVIMENTOS</b>												
A MEXICO	10												
	20												
	50												
	60												
A GUADALAJARA	80												
	30												
	40												
	50												
A RIO VERDE	90												
	120												
A MATEHUALA	30												
	40												
	60												
	70												
A SAN LUIS	10												
	20												
A DISTRIBUIDOR Y GLORIETA	90												
	100 - 100'												
	110 - 110'												
	120												
	130												
	130'												

 TIERRA ARMADA

 PAVIMENTOS

 TERRACERIAS

UNIDADES DEL PROGRAMA. 1 MES

RAMA	CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<b>II. ALBAÑILERIA GRAL.</b>												
10 - 10'	EXCAVACION	■											
	ZAPATAS	■	■										
	COLUMNAS	■	■	■									
	CABEZALES	■	■	■	■								
	TRABES Y DIAFRAGMAS	■	■	■	■	■							
LOSA GUARNS. BANQUETAS													
PARAPETO													
20 - 20'	EXCAVACION	■											
	ZAPATAS	■	■										
	COLUMNAS	■	■	■									
	CABEZALES	■	■	■	■								
	TRABES Y DIAFRAGMAS	■	■	■	■	■							
LOSA GUARNS. BANQUETAS													
PARAPETO													
30 - 30'	EXCAVACION												
	ZAPATAS												
	COLUMNAS												
	CABEZALES												
	TRABES Y DIAFRAGMA												
LOSA GUARNS. BANQUETAS													
PARAPETO													
40 - 40'	EXCAVACION												
	ZAPATAS												
	COLUMNAS												
	CABEZALES												
	TRABES Y DIAFRAGMA												
LOSA GUARNS. BANQUETAS													
PARAPETO													
100 - 100'	EXCAVACION												
	ZAPATAS												
	COLUMNAS												
	CABEZALES												
	TRABES Y DIAFRAGMA												
LOSA GUARNS. BANQUETAS													
PARAPETO													

- ▨ MONTAJE
- ALBAÑILERIA
- FABRICACION

RAMA	CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
110 - 110'	EXCAVACION ZAPATAS COLUMNAS CABEZALES TRABES Y DIAFRAGMA LOSA GUARNS. BANQUETAS PARAPETO												
	EXCAVACION ZAPATAS COLUMNAS CABEZALES TRABES Y DIAFRAGMA LOSA GUARNS. BANQUETAS PARAPETO												
130 - 130'	III. DREMAJES EXCAVACION COLOC. DE TUBERJA RELLENO COMPACTADO POSOS DE VISITA COLADERAS, DESARENADORAS												
	IV. SEÑALIZACION												
	V. ILUMINACION												

-  MONTAJE
-  ALBAÑILERIA
-  FABRICACION

FLUJO DE CAJA SEGUN PROGRAMA

TRAZO	MPORTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	% DEL TOTAL
1.- TERRACERIAS	5,017.3	528.1	528.1	528.1	528.1	528.1	528.1	528.1	528.1	528.1	264.4			12.23%
2.- ALBAÑILERIA	29,364.4	2796.6	2796.6	2796.6	2796.6	2796.6	2796.6	2796.6	2796.6	2796.6	2796.6	1398.4		71.57%
3.- DRENAJES	1,403.9		133.7	133.7	133.7	133.7	133.7	133.7	133.7	133.7	133.7	133.7	86.8	3.42%
4.- SEÑALIZACION	602.1	75.2					75.2	75.2	75.2	75.2	75.2	75.2	75.2	1.47%
5.- PAVIMENTOS	4,641.7				515.7	515.7	515.7	515.7	515.7	515.7	515.7	515.7	515.7	11.31%
6.- ILUMINACION	N/D													
<b>TOTAL</b>	<b>41,029.4</b>	<b>3,399.9</b>	<b>3,458.4</b>	<b>3,458.4</b>	<b>3,974.1</b>	<b>3,974.1</b>	<b>4,049.3</b>	<b>4,049.3</b>	<b>4,049.3</b>	<b>4,049.3</b>	<b>3,785.6</b>	<b>2,123.0</b>	<b>57.7</b>	<b>100.00%</b>

\* MILES DE PESOS

NOTAS:

HABRA QUE ENFATIZAR EL CONTROL DE OBRA EN LOS CONCEPTOS DE ALBAÑILERIA YA QUE AQUI SE ENCUENTRA MAS DEL 70% DEL COSTO DE LA OBRA, PRINCIPALMENTE SE CONTROLARAN TIEMPOS Y COSTOS DE FABRICACION DE TRABES ASHTO Y CABEZALES A DETALLE SEMANAL, EL RESTO DE LOS CONCEPTOS SE CONTROLARAN CADA 15 DIAS CONTRA PROGRAMA.

## BIBLIOGRAFIA

Rico Alfonso y del Castillo Hermilo  
La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres  
Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas  
Volumen I, Editorial Limusa,  
459 pags. V-10 Pag. 265 (Tierra Armada).

Juárez Badillo Eulalio  
Rico Rodríguez Alfonso  
Mecánica de Suelos  
Tomo II  
Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos.  
Editorial Limusa  
IV-2 pag. 68 Muro de Contención  
pag. 562.

Apuntes de la Facultad de Ingeniería  
Sección de Construcción I.

## **VII. CONCLUSIONES**

## VII. CONCLUSIONES

La secuencia de Planeación del proyecto fue apropiada para la magnitud de la obra, siendo el desarrollo del proyecto con sus alternativas de solución expeditos, lográndose obtener una solución conveniente desde el punto de vista social, político y de impacto ambiental, aunque no fuese la óptima desde el punto de vista económico.

Aún habiéndose evaluado alrededor de 20 alternativas de las cuales se seleccionaron las nueve presentadas en este trabajo por su factibilidad, la decisión de la mejor alternativa fue tomada dándole mayor peso al aspecto político que al económico, ya que la decisión económica era la Alternativa No. IV; sin embargo, era de dos niveles con un costo de un 10% a un 20% menor aproximadamente, de tipo común, mientras que la seleccionada representa un tipo único en vialidades para caminos en nuestro país, por su majestuosidad y diseño.

Por ser una etapa de transición del proyecto al diseño, el estudio de campo y el proyecto definitivo, las características geométricas del "Distribuidor Vial", deberán estar perfectamente bien determinadas y calculadas ya que de esta parte dependen, sobre todo el diseño estructural, tierra armada y terracerías, entre otras, para ello es importante considerar las normas técnicas que edita la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, los cuales están bastante complementados y definidos en cuanto a sus alineamientos horizontal, alineamiento vertical y consideradas de acuerdo al tipo de terreno, donde se va a ejecutar el proyecto.

En cuanto a levantamiento topográfico, fue suficientemente preciso para lograr el detalle en el proyecto tanto en planimetría como en altimetría.

En lo que respecta a estudios de vialidad la propuesta aprovechando vías alternas logrando evitar congestionamientos, fue apropiada.

Por lo que respecta a geotécnica se encontró en todas las áreas de excavaciones ya sea de bancos o insitu, el terreno estimado con los estudios elaborados no habiendo necesidad de efectuar cambios.

Finalmente el impacto ambiental será favorable, ya que el tiempo medio de paso por vehículo será mucho menor y la emisión de los gases y ruido de los vehículos se repartirá a diferentes niveles.

La solución del diseño estructural de los puentes se supeditó al costo y al proceso constructivo de la obra, además de tomar en cuenta los tiempos en que deberá ejecutarse. Esta solución fue el resultado de combinar los elementos de concreto reforzado y los de presforzado, dándole con ésta al proceso constructivo las características deseadas para la resolución del proyecto del distribuidor vial "Benito Juárez".

Dentro del análisis y diseño de la estructura, el factor de seguridad usado para los puentes es relativamente alto, esto es debido a la incertidumbre de la acción de las cargas móviles, ya que la probabilidad de que se excedan las cargas estándar no son nada despreciables y hay tendencia al aumento del peso de los vehículos y del porcentaje de vehículos pesados en la composición del tránsito, lo cual es debido a que el sistema ferroviario no está muy desarrollado en nuestro país y como resultado un gran porcentaje de la carga pesada es transportada por carretera. Aunque actualmente se encuentran en estudio las cargas estándar para su revisión debido al Tratado de Libre Comercio.

Cabe hacer énfasis en que la adopción de uno u otro nivel de carga estándar (adoptada de alguno de los Manuales AASHTO o SCT) además de estar ligada a una reglamentación de tránsito federal y/o local en cuanto al peso de los vehículos, debe tomar en cuenta el grado de control sobre el cumplimiento de dicha reglamentación.

Tierra armada, se empleó este procedimiento novedoso en nuestro país, por su economía y rapidez de construcción, siendo este procedimiento más duradero a largo plazo que el de anclajes de acero galvanizado, sobre todo en zonas húmedas. En cuanto al acabado o textura de la superficie de concreto de los muros, se emplearon acabados aparentes muy estéticos a la vista que dan aspecto de limpieza a la obra y proporcionan uniformidad al entorno del distribuidor. Cabe hacer notar que con este procedimiento constructivo los muros de contención dejan de ser una actividad crítica pasando a ser parte del movimiento de tierra.

El mantenimiento de los puentes y muros no se debe descuidar, ya que con ello se evitará su deterioro y se aumentará su vida útil; aunado a este mantenimiento se revisará periódicamente su comportamiento estructural para evitar reparaciones posteriores costosas.

Las obras de drenaje requeridas por el distribuidor son de tipo complementario al existente, ésto es con el objeto de captar, conducir y desalojar los escurrimientos originados en el periodo de lluvias.

El mantenimiento y dezasolve del mismo estará a cargo del departamento de Obras Públicas de la localidad.

Toda vialidad urbana requiere de un sistema de iluminación para dar mejor visibilidad al conductor en horas nocturnas y evitar riesgos al usuario.

Para este proyecto se complementó el existente con 4 torres y postes adicionales en los camellones.

El mantenimiento estará a cargo de la Comisión Federal de Electricidad de San Luis Potosí.

Para que una obra vial cumpla con su función, necesita complementarse con una adecuada señalización, la cual deberá ser clara y oportuna.

El señalamiento es imprescindible para las vías actuales, ya que por medio de él se le da seguridad a los usuarios de las vías de circulación.

Para cumplir cabalmente con su cometido los diferentes tipos de señalamiento deben tener un buen mantenimiento para que su función no se vea interrumpida y por este efecto cauce alguna clase de peligro al usuario.

El mantenimiento debe estar a cargo de la autoridad correspondiente, pero por otro lado el usuario debe ser consiente en no maltratar las señales.

El señalamiento provisional deberá cumplir también con los requisitos antes mencionados, salvo que en este caso el tiempo de duración será el que dure el proceso constructivo.

Todo el señalamiento definitivo como el provisional se apega al Manual de señalamiento de la S.C.T. por lo tanto se espera un buen funcionamiento vial.

El hecho de efectuar visitas previas a la obra para levantar los datos básicos de mano de obra disponible, materiales y maquinaria locales, así como los fletes, tiros y bancos de material para terraplén, permitieron planear la obra con más precisión reduciendo los costos imprevistos y las demoras por desconocimiento del proyecto, siendo el desarrollo de la obra muy apegado a lo programado y por ende los costos directos e indirectos muy cercanos a los presupuestados.

En lo referente al programa de ejecución de los trabajos se iniciaron las actividades críticas de acuerdo a las fechas previstas y todo parece indicar que no habrá cambios importantes en la secuencia de actividades. El hecho de haber seleccionado la construcción de las trabes en el lugar de la obra fue significativo en el ahorro del costo de transporte de las mismas y en el desahogo de la vialidad, sin provocar incrementos importantes en los costos de fabricación y almacenaje ya que se previó suficiente espacio para alojar las trabes y muros de tierra armada en los terrenos contiguos a la obra.